

X. BİLSEL ULUSLARARASI DÜNYA BİLİM ve ARAŞTIRMA KONGRESİ



**09-10 Mayıs
2026**

KONGRE KİTABI



BİSEL
YAYINCILIK

İSTANBUL

<https://bilselkongreleri.com>



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENCE AND RESEARCH CONGRESS BOOK

**May 09-10, 2026
İSTANBUL/TÜRKİYE**

**EDITOR
Assoc. Prof. Dr. İlyas ERPAY**

ISBN: '978-625-8531-30-5'

All rights of this book belong to BILSEL PUBLISHING.

**The book is not intended for commercial profit.
It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.**

**Bu kitabın tüm hakları BİLSEL YAYINCILIK yayınevine aittir.
Kitap ticari bir kar amacı gütmemektedir.
Yayın etiği kurallarına uymak yazarın sorumluluğundadır.**

<https://bilselkongreleri.com/>

25 MAY, 2026

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law.



CONGRESS ID
CONGRESS TITLE

10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENCE AND RESEARCH CONGRESS

DATE and PLACE

May 09-10, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Assoc. Prof. Dr. İlyas ERPAY

University Academician Representative

Dr. Öğr. Üyesi Onur Seçgin NİŞANCI
Kafkas Üniversitesi

PARTICIPANTS COUNTRY

**Azərbaycan/ Indonesia/ Hungary/ Albania/ Romania/
Morocco/ Nigeria/ India/ İtalya/ Algeria/ Ukraine/ Belarus/ İspanya/ Jordan
Pakistan/ Uzbekistan, North Macedonia/ Kosovë/ Kazakhstan/ Malaysia**

CONGRESS ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

Professor Iheanyi Omezuruoke Okonko

Prof. Dr. Karim KREIT

Prof. Dr. Mohammed Waheeb

Professor Dr.Nana Jincharadze

Prof. Dr. Shemsije Demiri

Prof. Dr. Tinatin Mshvidobadze

Doç. Dr. Recep BÜYÜKTOLU

Doç. Dr. Özlem ONUK NATONSKI

Prof. Dr. Mehmet Bayırlı

Prof. Dr. Abdurrahman KARABULUT

Prof. Dr. Ümit M. KOÇYİĞİT

Prof. Dr. Fatih Mehmet KANDEMİR

Doç. Dr. Nilay ERDEM AYYILDIZ

Assoc.Prof.,Dr Daniela Matušiková

Assoc. Prof. Dr. Abderrahmane Raji

Asoc. Prof. Enida KUME

Associate Professor Dr. BELOUFA

Doç.Dr. Ebülfəz Ezimli

Dr. Mustafa ÜSTÜNDAĞ

Dr. Nihan TURHAN

Dr. Ozan Hikmet ARICAN

Dr. Irina-Ana DROBOT

Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI

Dr. Onwudebelu Ugochukwu

Dr. Ioana Ioancio

Dr. Sharmistha Roy

Dr. Drita AVDYLI



SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Ivan Pavlovic

Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. Iheanyi Omezuruike Okonko

University Of Port Harcourt, Nigeria

Prof. Dr. Elman Guliyev

Azerbaycan Devlet Pedogoji

Prof. Dr. Ardita Dylgjeri

University of Elbasan “Aleksandër Xhuvani” Albania

Prof. Dr. Benahmed Abdelillah

University of Blida1, Algeria

Prof. Dr. Boualam Abderrahmane

Higher Institute of Nursing and Health Professions, Morocco

Prof. Dr. Hassan ZARIOUH

Mohammed I University, Oujda Morocco

Prof. Dr. Rana Kutlu

İstanbul Kültür Üniversitesi

Prof. Dr. Eti Akyüz Levi

Dokuz Eylül Üniversitesi

Prof. Dr. Aydın Büyüksaraç

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Doç.Dr. Nursel Aslantürk

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Sedat ARSLAN

Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi

Doç. Dr. Özlem ONUK NATONSKI

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet Yavuz KARAFİL

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Doç. Dr. Özge TEMİZ

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Doç. Dr. Serap SARIBAŞ

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Ganaoui Maroua

University of Chadli Ben Djedid El-tarf and Souk Ahras university, Algeria

Assoc. Prof. Dr. Abdullayeva Gultekin

Azerbaijan State Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Postolache Victoria

Alecu Russo Balti State University, Moldova

Assoc. Prof. Dr. Irina-Teodora MANOLESCU

Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania

Assoc. Prof. Dr. Silviya Ivanova

Institute of Cryobiology and Food Technology, Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Rozina Khattak

Shaheed Benazir Bhutto Women University, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Mokhtar NEBAB

University of Boumerdes ALGERIA

Assoc. Prof. Dr. Gergana Gozanska Plovdiv

University “Paisii Hilendarski”, Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Məmmədova Könül Ələddin qızı

ADPU-Azerbaijan

Dr. Mokhnane Tarek

**Center for Scientific and Technical Research on Arid
Regions (CRSTRA) Omar El BERNAOUI, Algeria**

Dr. K. Vignesh

Palar Agricultural College, Vellore, Tamil Nadu, India

Dr. Vo Trung Hau

Binh Duong Mot University, Vietnam

Dr. Le Thi Minh

Thu Dau Mot University, Vietnam

Dr. Amina Yahia

University of Oum El Bouaghi. Algeria

Dr. Haneen Vassel

Beit Berl College

Dr. Elmassi SAID

Cadi Ayyad University

Dr. Sahnoun ZENGAH

University of Mustapha Stambouli Mascara, Algeria

Dr. Leila Bijos

Universidade Federal da Paraiba (UFPB),Brazil

Dr. Elharrar Noureddine

Higher Institute of Nursing Professions and Health Techniques "ISPITS", Safi

Dr. Vicente Pironti

Open University Humaniza, Brazil

Dr. Vijay Singh

Himachal Pradesh University Shimla India

Dr. Abdelaati Soufiani

Higher Institute of Nursing and Health Technology (ISPITS) of Kenitra

Dr. Alketa aushi

Sport University of Tirana,Albania

Dr. Mirela Kapo

New york tirana University, Albania

Dr. Emel GÜÇLÜ CİHAN

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. Özlem PERVAN

Maltepe Üniversitesi

Dr. Cansın CEYLAN

Kırklareli Üniversitesi

Dr. Sultan SARI

Ostim Teknik Üniversitesi

Dr. Çağrı GÜÇLÜTEN

Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS

*May 09-10, 2026
İSTANBUL/TÜRKİYE*

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: **838 7451 3347**

Passcode: **983458**

Join Zoom Meeting

<https://us06web.zoom.us/j/83874513347?pwd=AELRmDvh5N1LI5QqBAfcmdjaJiDjX.1>

PARTICIPATING COUNTRIES

Azərbaycan/ Indonesia/ Hungary/ Albania/ Romania/

Morocco/ Nigeria/ India/ İtalya/ Algeria/ Ukraine/ Belarus/ İspanya/ Jordan

Pakistan/ Uzbekistan, North Macedonia/ Kosovë/ Kazakhstan/ Malaysia.

Before you login to Zoom indicate hall number and your surname
Zoom'a girişte sırayla salon numarasını ve ad soyadınızı yazınız



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

IMPORTANT

- ♦ To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of
- ♦ “Meeting ID or Personal link Name” and solidify the session.
- ♦ The presentation will have 10 minutes .
- ♦ 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.
- ♦ Speakers must be connected to the session 10 minutes before the presentation time.
- ♦ All congress participants can connect live and listen to all sessions.

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.

ÖNEMLİ

- ♦ 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.
- ♦ Sunumlar için 10 dakika süre ayrılmıştır.
- ♦ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ♦ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ♦ Uygulama tablet, telefon ve PC’lerde çalışmaktadır.
- ♦ Sunum yapacakların sunum saatinden 10 dk önce oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ♦ Tüm katılımcılar oturumlara online katılıp dinleyebilir.

TEKNİK BİLGİLER

- ♦ Bilgisayarınızda çalışır durumda mikrofon bulunmalıdır.
- ♦ Zoom'da ekran paylaşma özelliği kullanılabilir.
- ♦ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir.

Kongreye katılım zorunludur, katılım sağlamayan katılımcılarımıza Kongre Katılım Belgesi gönderilmeyecektir.



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026
TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: Professor, Valentina Marinescu

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
G'.A.Nafasov., A.Eshmuratov., R.O'.Xudoyqulov., Murodova Nodirabegimman Ikromjon gizi,	Gulistan State University Uzbekistan.	LINEAR FUNCTIONALS AND BOUNDED LINEAR OPERATORS IN HILBERT SPACES
HASSAN ZARIOUH ADIL ZEROUALI AMRI	Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation de l'Oriental (CRMEFO), Oujda, Morocco.	CONSTRUCTION AND FUNCTIONING OF KNOWLEDGE IN THE DIDACTIC SYSTEM
IHE FERDINAND EKENE	School of Applied Sciences, Federal Polytechnic Ekowe, Bayelsa State, Nigeria.	AI-DRIVEN DIGITAL TRANSFORMATION IN EMERGING ECONOMIES: OPPORTUNITIES, RISKS, AND STRATEGIC INTEGRATION
Kamel zitouni	University of Djelfa, Djelfa, Algeria.	ENTROPY GENERATION ANALYSIS OF TERNARY NANOFLUID IN AN ELLIPTICAL CAVITY UNDER NATURAL CONVECTION
Kamel Zitouni	University of Djelfa, Djelfa, Algeria.	MAGNETOHYDRODYNAMIC CONJUGATE MIXED CONVECTION HEAT TRANSFER OF A TERNARY NANOFLUID IN LID-DRIVEN TRIANGULAR CAVITIES.
R.Gowri, R. Meenakshi Sundaram, K.Premavathy,E.V.Thoshan kumar	GRT Institute of Pharmaceutical Education and Research, Tiruttani	TRANSFORMING FOOT CARE: THE ROLE OF AI IN MORTON'S NEUROMA
Professor, Valentina Marinescu, Lecturer, Ramona MARINACHE	University of Bucharest, Ramona	FUTURE, ENERGY AND SUSTAINABILITY
Lecturer, Ramona MARINACHE Professor, Valentina Marinescu	University of Bucharest, Romania	FAST-FORWARD TO THE FUTURE OF MOBILITY
Shamsuddeen Abdullahi,	Modibbo Adama University Yola, Nigeria.	RECENT TRENDS IN CYBERSECURITY AND INFORMATION SECURITY: CHALLENGES, SOLUTIONS, AND FUTURE DIRECTIONS
Assoc. Prof. Dr. Erjola ALIAJ PhD c Enkelejt AVDYLI	Institute of Migration, Development and Integration Tirana, Albania.	CIVIL EMERGENCIES IN ALBANIA: LEGAL FRAMEWORK, RESPONSE MECHANISMS, AND INSTITUTIONAL COORDINATION



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: Məmmədova Könül Ələddin qızı, dosent

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Aytən Əbilqasım qızı İbrahimova	Azərbaycan, Bakı	FUAD KÖPRÜLÜNÜN TÜRKOLÖJİ QURULTAYDA ROLU
Məmmədova Könül Ələddin qızı Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent	ADPU-nun Azərbaycan	İBTİDAİ SİNİFLƏRDƏ AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ MÜƏLLİMLƏRİN OYUN ƏSASINDA TƏLİM KEÇMƏSİNİN ƏHƏMİYYƏTİ
Qasımova Maya Rəhim qızı Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan	MƏTN ÜZƏRİNDƏ İŞ ƏSASINDA İBTİDAİ SİNİF ŞAĞIRDLƏRİNİN MƏNTİQİ DÜŞÜNCƏSİNİN İNKİŞAFI
Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan, Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAYCAN	YENİ DÖVR (1800-1920) AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: QARABAĞ'LI ŞAİRE FATİMƏ XANIM KEMİNƏDƏ ZƏMANƏDƏN GƏLƏN FƏRYADLARIN POETİK NİSGİLLƏRİ
Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan, Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAYCAN	EVVEL VƏ DEVAMDA YARADILIŞIN HEYRƏTİ VE NUH EYYAMINDA İMANSIZLARIN GAFLƏT BURULĞANLARI
Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ	Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan, Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAYCAN	YENİ DÖVR (1800-190) AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: NAXÇIVAN ƏDƏBİ MÜHİTİNDƏ KLASSİK ƏNƏNƏLƏR VE YENİ MEYLLƏRİN KLASSİK SƏCİYYƏLƏRİ
Gunel Shefiyeva	Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan-Baku,	TECHNOLOGICAL ADVANCEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATIONAL SETTINGS
Lale MUSAYEVA	Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universiteti,	AZERBAYCAN DİLİ DERS KİTABINDAKI MODERN METİNLERİN ÖĞRETİMİ VE ÖĞRENCİ MOTİVASYONU
Dr. Ülker Bahşiyeva	ADPU	AŞIQ YARADICILIĞI ƏDƏBİYYATŞÜNASLIQ TƏHLİLLƏRİNDƏ ASHIG CREATIVITY IN LITERARY ANALYSIS
KAMAL CAMALOV	Naxçıvan Müəllimlər İnstitutunun professoru, Azərbaycan	MƏMMƏD ARAZ YARADICILIĞINDA İNSAN VƏ TƏBİƏT HARMONİYASI
Qasımova Nigar Azad	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan, Bakı	TERMINOLOGİYA SİSTEMİ: NƏZƏRİ ƏSASLAR VƏ ELMI ÜNSİYYƏTDƏ ROLU



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: Prof.Assoc. Dr. Gazmend Koduzi,

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Yuriy V. Lykholat , Prof. Dr. Natalia O. Chuvasova, Prof. Dr. Olena A. Lykholat, PhD, Iryna M. Kofan, Lecturer, Maksim O. Kvitko, PhD Tetyana Y. Lykholat	Oles Honchar Dnipro National University, Kryvyi Rih, Ukraine, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine,	FORMATION OF BIOLOGICAL COMPETENCES IN A UKRAINIAN SCHOOLCHILD IN MODERN CONDITIONS
Muhammad Bilal , Muhammad Qasim , Abdul Rehman	Kohat University of Science and Technology, Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan	DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF BACTERIAL PEROXIDASE-TITANIUM OXIDE NANO- BIOCONJUGATES FOR ENHANCED WASTEWATER TREATMENT
Prof.Assoc. Dr. Gazmend Koduzi, Prof.Assoc. Dr. Elida Mataj, Prof. Assoc. Dr. Rustem Celami	University “Aleksander Xhuvani” of Elbasan, Albania, Gynecological Obstetric University Hospital Koço Gliozheni	THE ROLE OF HEALTHCARE PERSONNEL IN MITIGATING ENERGY POVERTY: A KNOWLEDGE ASSESSMENT STUDY
Aneela Kamal, Dr.Baharullah Khattak	Kohat University of Science and Technology Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan,	CHARACTERIZATION OF ZOONOTIC AND OPPORTUNISTIC FUNGAL FLORA ASSOCIATED WITH FREE-LIVING RODENTS IN THE KOHAT REGION
Doc Dr Meral Rexhepi, Dr Majlinda Azemi, Dr Alexandra Zakoska , Aferdita Ismaili , Sani Bajrami , Fitim Rexhepi	University of Tetova, North Macedonia	CESAREAN SECTION WITH CONCURRENT MYOMECTOMY IN A PRIMIGRAVID WOMAN WITH MULTIPLE POSTERIOR WALL FIBROIDS
L. MADHUMITHA B. PHARM II YEAR	SCHOOL OF PHARMACY. TAKSHASILA UNIVERSITY, TINDIVANAM TALUK, ONGUR, NADU.	SITE-SPECIFIC DRUG RELEASE USING PRODRUG STRATEGY
Kanchi Ravi Padma, Assistant Professor,	Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's) University Tirupati, India.	HARNESSING THERMAL-FLUID DYNAMICS: ADVANCED MODELING, INTELLIGENT CONTROL, AND EMERGING ENGINEERING APPLICATIONS
Shahid Usman, Mubbashir Hussain	Kohat University of Science and Technology Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan,	ANTIMICROBIAL RESISTANCE PATTERNS OF BACTERIAL PATHOGENS ISOLATED FROM OCULAR INFECTIONS IN KHYBER PAKHTUNKHWA, PAKISTAN
Abdullah Riaz, Dr.Mubashir Hussain	Kohat University of Science and Technology Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan,	CHARACTERIZATION OF ZOONOTIC AND OPPORTUNISTIC FUNGAL FLORA ASSOCIATED WITH FREE-LIVING RODENTS IN THE KOHAT REGION



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: Prof. Sándor FÖLDVÁRI

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Aliaksandr Susha,	Minsk Belarusian State University, Belarus, Minsk	“PLACES OF MEMORY” ON PAPER: NAPOLEON ORDA’S GRAPHIC LEGACY AND THE CONSERVATION OF 19TH-CENTURY HISTORICAL LANDSCAPES
Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest, Bucharest, Romania	AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT MELTING SNOW BY ALVIN B. CRUZ
Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest, Bucharest, Romania	AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT LEAVES BY CLIVE GREWCOCK
Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest, Bucharest, Romania	AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY IRINA GULIAEVA ABOUT FRAGILITY
Dr. Mohammad Waheeb Professor	Hashemite University, Zarqa, Jordan	THE LINEAGE OF THE FOUNDER OF QASR AL-MUWAQQAR, CALIPH YAZID II POLITICAL AND SPATIAL IMPLICATIONS – AN ANALYTICAL STUDY
<i>Dr. Mohammad Waheeb Professor</i>	<i>Hashemite University, Zarqa, Jordan</i>	<i>AUTHENTICITY OF PLACE AND SPATIAL REDUNDANCY: A STUDY ON THE HISTORICAL AND ARCHAEOLOGICAL JUSTIFICATIONS OF GEOGRAPHIC DUPLICATION (AL-RAQEEM UNIQUE CAVE)</i>
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania	THE NEUTRALITY OF MIGRATION BETWEEN POLITICAL DISCOURSE AND SOCIAL REALITY: A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF INTEGRATION AND PUBLIC PERCEPTION
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE TRANSFORMATION OF EDUCATIONAL CAPITAL: A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF INEQUALITY AND INSTITUTIONAL ADAPTATION
PhD Petronela Daniela FERARU	National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania	PRECARITY AND ADAPTATION IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF WORK SECURITY AMONG YOUTH
Abdelkarim BOUA	Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Taza, Morocco	LIE IDEALS WITH LEFT DERIVATIONS IN 3-PRIME NEAR-RINGS
Zoltán UNGER	LUDOVKA Public Service University, Budapest – Hungary	DEEP SEA BRINE GENERATION BY SPONTANEOUS REVERSE OSMOSIS
Sándor FÖLDVÁRI	Debrecen University, Debrecen, Hungary	PIOTR MSTISLAVETS, A KEY PERSON IN THE BOOK PRINTING IN THE GRAND DUCHY OF LITHUANIA IN THE 16 TH CENTURY



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026
TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)

SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
MUHAMMAD FAISAL Assistant Professor	Allama Iqbal Open University, Islamabad, Pakistan	EDGE COMPUTING FOR REAL-TIME FRAUD DETECTION MODULES REDUCING LATENCY IN FINTECH PROJECT DELIVERY
MUHAMMAD FAISAL Assistant Professor	Allama Iqbal Open University, Islamabad, Pakistan	SENTIMENT-BASED & QUOT;ALGORITHMIC TRADING" FOR PROJECT CONTINGENCY FUNDS AI FOR FINANCIAL RESILIENCE
MUHAMMAD FAISAL Assistant Professor	Allama Iqbal Open University, Islamabad, Pakistan	ADVERSARIAL AI FOR PROJECT “RED TEAMING” AUTOMATING VULNERABILITY DISCOVERY IN SOFTWARE LIFECYCLES
Prof. Asoc. Arbana Sahiti Ramushi	University of Prishtina Kosovë	RISK MANAGEMENT DYNAMICS AND THEIR IMPACT ON FINANCIAL PERFORMANCE: A COMPARATIVE OVERVIEW OF ALBANIA AND KOSOVO
Moses Adeolu AGOI Victor Oluwapelumi OGONGO Olajuwon Victor OLAYINKA Samuel Olayiwola AJAGA	Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.	BLOCKCHAIN-BASED FINANCIAL SYSTEMS: ENGINEERING ARCHITECTURES AND ECONOMIC STABILITY
Dr. Faisal ZULHUMADI, Associate Professor Dr. Kamaruddin bin RADZUAN	Universiti Utara Malaysia,	RELATIONAL AND TRUST-BASED CHALLENGES IN MALAYSIAN SOCIAL-COMMERCE MICRO-E-ENTREPRENEURSHIP
Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)	Alexandru Ioan Cuza” University of Iasi, Romania	ASYMMETRIC EFFECTS OF THE GLOBAL FINANCIAL CRISIS ON FOREIGN DIRECT INVESTMENT: A COMPARATIVE ANALYSIS OF WESTERN AND EASTERN EU MEMBER STATES
Dr. Shorouq Alhiary	Head of Journals The Scientific Research Support Fund The Higher Council for Science and Technology,	TOWARDS A SUSTAINABLE NATIONAL FRAMEWORK FOR TALENT MANAGEMENT IN JORDAN: ESTABLISHING A CREATIVE ECOSYSTEM IN THE SOUTHERN LEVANT TO SERVE REGIONAL ECONOMIES



10. BİSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: Dr, Amina Megherbi

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Aneela Kamal, Dr. Baharullah Khattak	Kohat University of Science and Technology Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan	GREEN SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POMEGRANATE PEELEXTRACT-MEDIATED SILVER NANOPARTICLES AND THEIR ANTIBACTERIAL ACTIVITY AGAINST MULTIDRUG-RESISTANT BACTERIA
Suvaletchmi SIVAKUMAR Adilah Nabihah JASMİN Khanom SİMARANİ Mohamad Suffian Mohamad ANNUAR, Mahanom JALİL Nurul Nadiah ABD RAZAK	Universiti Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia. University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia. University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.	PROCESS DEVELOPMENT FOR REACTOR-SCALE SYNTHESIS OF BIOACTIVE ESTERS
Adilah Nabihah JASMİN Suvaletchmi SIVAKUMAR Izyan Kamaliah ABDUL MALİK Ke Xin FU Ubadah Naim Taraq Naem ZI Khanom SİMARANİ Mohamad Suffian Mohamad ANNUAR Nurul Nadiah ABD RAZAK	Universiti Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia. MAHSA University, Selangor, Malaysia. University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia. University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.	ENHANCEMENT OF CATALYTIC ACTIVITY OF IMMOBILIZED LIPASE ON MAGNETIC NANOPARTICLES
Dr, Amina Megherbi	Ahmed Ben Bella-Oran- Algeria,	LACTOBACILLUS PLANTARUM AS A PROMISING PROBIOTIC: HEALTH BENEFITS AND MECHANISMS OF ACTION
ASHIKA C, JAYASHRI M, PRAKASH D, MADHUMITHA L, DHULASIDHASAN M, MOHAMED RIZVAN J, LOKESH M, ARTHI K	Takshashila University, Ongur, Tindivanam, Villupuram, Tamil Nadu, India	IMPACT OF SURFACE CHEMISTRY
EMMANUEL ADEDAYO JOHN	Federal Polytechnic Ekowe, Bayelsa State, Nigeria.	TRENDS AND DETERMINANTS OF MORTALITY FROM EMERGING INFECTIOUS DISEASES IN NIGERIA
Amangul Kurmankulova	Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Republic of Kazakhstan	THE INTERCONNECTION OF NATIONAL CONSCIOUSNESS AND PERSONALITY DEVELOPMENT IN CAREER GUIDANCE
Zhuldyz Esenbai	Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Republic of Kazakhstan	METHODOLOGY OF AESTHETIC EDUCATION THROUGH THE USE OF KAZAKH FOLKLORE IN PREPARATORY GROUPS
Aiganym Kosymbaykyzy	Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Republic of Kazakhstan	METHODOLOGY FOR DEVELOPING NATIONAL CONSCIOUSNESS THROUGH ETHNOCULTURAL VALUES IN THE CONDITIONS OF A PEDAGOGICAL COLLEGE



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. İlyas ERPAY

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nala Maghfiroh, Navila Bunga Safira, Widia Reza Valentina	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE ROLE OF THE CREATIVE ECONOMY IN IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF LOCAL TOURISM: A STUDY ON CULTURE-BASED CREATIVE PRODUCTS
Lailatul MAULIDYA Athaya CANDRAKANTA Abelia INTANI	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	TRANSFORMATION OF THE CREATIVE ECONOMY THROUGH THE DEVELOPMENT OF THE HALAL INDUSTRY IN INDONESIA
Mohamad Erik Saputra Yulianti Aulia Diana M. Zilfa Attamama	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE EFFECT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE UTILIZATION AND ADVERTISING OPTIMIZATION ON BUSINESS PERFORMANCE OF HALAL CREATIVE ECONOMY PRODUCTS IN SHOPEE AND TIKTOK SHOP
Velisah Intan Editriya Hani Hidayah Siska Afriani	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE INTEGRATION OF DIGITAL BRANDING AND PRODUCT INNOVATION IN ENHANCING THE VALUE ADDED OF THE CREATIVE ECONOMY: A CASE STUDY OF CULINARY SMES IN PEKALONGAN REGENCY
M. Zulfa Attamama Yulianti Aulia Diana Mohamad Erik Saputra	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	Analysis of Creative Supply Chain Structure Based on Local Wisdom in Increasing the Economic Resilience of Coastal Communities
Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI Nafila Tri AFRIZA Takawa MAFAZA Alfi Anita SASIA	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	INTEGRATION OF THE HALAL INDUSTRIAL ECONOMY IN GLOBAL SUPPLY CHAINS TO PROMOTE SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH
Athaya CANDRAKANTA Abelia INTANI Lailatul MAULIDYA	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	INTEGRATION STRATEGY OF CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY IN THE ERA OF GLOBALIZATION
Abelia INTANI Athaya CANDRAKANTA Lailatul MAULIDYA	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE ROLE OF THE HALAL INDUSTRY IN SUPPORTING A SUSTAINABLE CREATIVE ECONOMY ECOSYSTEM
Takawa MAFAZA Alfi Anita SASIA Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI Nafila Tri AFRIZA	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	HYBRIDIZATION OF THE CREATIVE ECONOMY AND THE HALAL INDUSTRY: AN ANALYSIS WITHIN THE FRAMEWORK OF POLITICAL ECONOMY AND GLOBAL CAPITALISM
Widia Reza Valentina Nala Maghfiroh Navila Bunga Safira	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	DIGITAL TRANSFORMATION IN THE HANDICRAFT SECTOR: PENETRATING THE GLOBAL MARKET THROUGH E-COMMERCE AND VISUAL STORYTELLING



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: Dr. Bahar ALTUNOK

SESSION-1 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nafila Tri AFRIZA	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TRANSFORMING THE HALAL CREATIVE ECONOMY ECOSYSTEM ON DIGITAL PLATFORMS
Alfi Anita SASIA Takawa MAFAZA Nafila Tri AFRIZA Laroenia Nadia Ayu FATHMASARI	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	CREATIVE DISRUPTION IN THE HALAL INDUSTRY: NAVIGATING INNOVATION IN THE DIGITAL ERA
Laelatunisa	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Central Java, Indonesia	GLOBAL ECONOMIC VOLATILITY AND CORPORATE FINANCIAL RESILIENCE: THE STRATEGIC ROLE OF ACCOUNTING IN RISK MITIGATION
Risna Vika Amalia, Ida Fadhilah	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan Central Java, Indonesia	THE IMPACT OF DIGITAL FINANCIAL LITERACY ON GENERATION Z'S CONSUMPTIVE BEHAVIOR WITHIN DIGITAL MARKETPLACES.
Edgina Amelia Asih	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	"THE IMPACT OF HEALTH SUBSIDY POLICIES ON PUBLIC WELFARE"
Nasywa Amalia Yulecha	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE PROFESSIONAL ROLE OF ACCOUNTANTS IN INTERPRETING FINANCIAL STATEMENTS
Lafita Atiyani	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE INFLUENCE OF LIVE SHOPPING ON GENERATION Z'S PURCHASE INTEREST IN MSME PRODUCTS
Afwa Zanuba	Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia	THE IMPORTANT INFLUENCE OF ACCOUNTING ON COMMUNITY FINANCE IN SEMARANG
Maryam Nasidi Nuhu	Chemistry Department Sa'adatu Rimi college of Education, Kano	MICROPLASTICS DEGRADATION: CHEMICAL, PHOTOCATALYTIC, AND ENZYMATIC APPROACHES
Maryam Nasidi Nuhu	Chemistry Department Sa'adatu Rimi college of Education, Kano	ELECTROCHEMICAL CO ₂ REDUCTION TO VALUE-ADDED CHEMICALS: CATALYST DESIGN AND REACTION MECHANISMS



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026
TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Saima Gul

SESSION-1 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. BAGHIT REDOUAN Dr. TOUHAMI AHMED	Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco	THE IMPACT OF DIGITAL FEEDBACK ON EFL UNIVERSITY STUDENTS' LISTENING PROFICIENCY
Sanaa Mérad Boudia, Kamel Ismet Benabadji brahim Bouras	Université de Tlemcen. Tlemcen, Algeria.	ADSORPTION OF BASIC DYES IN SINGLE AND MIXTURE SYSTEMS ON A BIOPOLYMER- CLAY COMPOSITES
Dr. Edlira Gugu	University Aleksander Xhuvani Elbasan, Albania	DIGITAL HUMANITIES IN SMALL LITERATURES
Phd (c), Faton MORINA, Valbon BYTYQI	University of Tirana, Albania, University of Prishtina, Kosovo,	KOSOVA'DA SUHAREKA BELEDİYESİ'NDE CORINE ARAZI ÖRTÜSÜ (CLC) DEĞİŞİMLERİNİN ANALİZİ (2009–2018)
Amal Kamal Kenani, Mohammed Hussein	Independent Researcher in International and Regional Relations-Historian Society, Amman, The Hashemite University. Jordan.	THE GUARDIANS OF HUMAN MEMORY: THE ROLE OF INTERNATIONAL RELATIONS AND INSTITUTIONS IN PRESERVING CULTURAL HERITAGE DURING CONFLICTS
Samadova Malahat	Azerbaijan State Pedagogical University	A STUDY OF ROOT WORD SLOTS BY EUROPEAN LINGUISTS
Prof. Asoc. Dr. Av. Arber Gjeta	FBD, University of Elbasan, Albania	THE GENERAL PARTNERSHIP BETWEEN THE CIVIL CODE AND COMMERCIAL LEGISLATION: LEGAL CHALLENGES WITHIN THE ALBANIAN LEGAL SYSTEM
Maham Farooq, Prof. Dr. Iqbal khan, Prof. Dr. Saima Gul	Kohat University of Science and Technology Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan,	GREEN SYNTHESIS OF CARBON DOTS FROM COLD CARBONIZATION OF MUSA ACUMINATA PEEL AND THEIR EFFECTS ON FENNEL SEED GERMINATION



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

09.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 15:00-17:00

HEAD OF SESSION: *Saima Naz*

SESSION-1 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Saima Naz, Niaz Muhammad</i>	<i>Kohat University of Science and Technology, Kohat Pakistan</i>	<i>COMPARATIVE ANALYSIS OF MICROBIAL COMMUNITY STRUCTURE AND FUNCTIONAL METABOLIC DIVERSITY ACROSS DIFFERENT AQUATIC ECOLOGICAL NICHES</i>
<i>Ajeng Virjatullah Aziz Arlenti Lidya Kirani Elsa Nor Rohma Luli Iryani</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia</i>	<i>THE IMPLEMENTATION OF SHARIA ACCOUNTING PRINCIPLES ON FINANCIAL TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY</i>
<i>Veila Putricia Az Zahra Zulfa Rizkiana Citra Karina Aqni Aqila Zahra Muhammad Izan Zahriya</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia</i>	<i>THE ROLE OF MICRO, SMALL, AND MEDIUM ENTERPRISES (MSMES) IN ENHANCING COMMUNITY ECONOMIC DEVELOPMENT</i>
<i>Ajeng Virjatullah Aziz</i>	<i>UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan</i>	<i>ISLAMIC ECONOMICS AS A SOLUTION FOR A JUST MODERN ECONOMIC SYSTEM</i>
<i>Aulia Azzahra, Athiul Aulia, Safira Tria Pramudya, Intan Auliya Nadzhifah</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia</i>	<i>RELIGIOUS MODERATION AS THE PILLAR OF INDONESIAN UNITY</i>
<i>Aulia Azzahra, Athiul Aulia, Safira Tria Pramudya , Intan Auliya Nadzhifah</i>	<i>Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia</i>	<i>MODERASI BERAGAMA SEBAGAI PILAR PERSATUAN INDONESIA</i>



10. BİSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Mustafa Zahid YILDIZ

SESSION-2 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Selim ESA Doç. Dr. Emre ALTAŞ	Bartın Üniversitesi,	FARKLI BİLYALI DÖVME PARAMETRELERİNİN ÇELİK ALAŞIMLARINDA TRİBOLOJİK PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI: BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ
Yunus Emre KIRMIZI Doç. Dr. Emre ALTAŞ	Bartın Üniversitesi,	3D BASKI TEKNOLOJİSİ İLE FARKLI FİLAMENTLERDEN (PLA, ABS, PETG, NYLON) ÜRETİLEN POLİMER YAPILARIN ELYAF TAKVİYELİ YÜZEY MODİFİKASYONU SONRASI TRİBOLOJİK DAVRANIŞ VE MEKANİK ÖZELLİKLERDEKİ DEĞİŞİMİN ARAŞTIRILMASI: BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ
Prof. Dr. Utku Altunöz	Sinop Üniversitesi	HANEHALKI ENERJİ KULLANIMINDA YEŞİL TEŞVİKLER: DİNAMİK FİYATLANDIRMA DENEYLERİNDEN KANITLAR
Ersagun Kürşat Yaylacı Hüseyin Kayalı	Karabuk University,	DATA-DRIVEN MATHEMATICAL MODELLING, EXPERIMENTAL VALIDATION, AND PID CONTROL OF AN INCUBATOR
Makine Mühendisi, Enes COŞAR, Doç.Dr., Recep KILIÇ, Dr.öğr.üyesi, Emel ÇELİK	MKE, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	FİLAMENT SARIM YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN BASINÇLI KAP GÖVDELERİNİN TASARIMI VE YAPISAL ANALİZİ
Ahmet Faruk YILDIZ Prof. Dr. Mustafa Zahid YILDIZ Doç. Dr. Süleyman UZUN	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,	YOLOV26 VE MOBILESAM TABANLI HAFİF İKİ AŞAMALI CİLT LEZYONU SEGMENTASYONU



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Dr. Meral EKİM

SESSION-2 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Yıldız Arslan Dr. Öğretim üyesi Yeliz Çiftçi	İzmir Bakırçay Üniversitesi	ATRIAL FİBRİLASYONU OLAN İSKEMİK İNME HASTALARINDA KAROTİS DARLIK DERECESİNİN REKÜRREN İNME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Dr. Öğr. Üy, Lütfi ÇETİNTEPE	Katip Çelebi University,	ATYPICAL HEMOLYTIC UREMIC SYNDROME: SINGLE-CENTER EXPERIENCE
Dr. Öğretim Üyesi, Figen GÜZELGÜL Prof. Dr Ergül BELGE KURUTAŞ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi,	VİGNA UNGUİCULATA L. BİTKİSİNİN YAPRAK VE TOHUMUNDA ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİ VE OKSİDATİF STRES DÜZEYLERİ
Dr. Meral EKİM, Dr. Hasan EKİM	Yozgat Bozok Üniversitesi	VAZOPLEJİK SENDROM
Dr. Meral EKİM, Dr. Hasan EKİM	Yozgat Bozok Üniversitesi	COVID-19'UN KARDİYOVASKÜLER SİSTEM ÜZERİNDEKİ KALICI ETKİLERİ
Emine Azra ATA, Hatice GÜLER, Mete GÜNDOĞ, Halil YILMAZ, Hande Nur TAŞDEMİR BATIR, Serap DOĞAN	Erciyes Üniversitesi, Ordu Üniversitesi	BAŞ VE BOYUN KANSERİ NEDENİYLE RADYOTERAPİ ALMIŞ HASTALARDAKİ YUMUŞAK DOKULARIN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLEME İLE MORFOMETRİK ANALİZİ



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Asst. Prof. Dr. Ebubekir Eravsar

SESSION-2 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Öğrenci Hemşire Nazar ENCİ, Öğrenci Hemşire Gülçin ALBAYRAK, Prof. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	METABOLİK SENDROM HASTALARINDA İLACA VE AKDENİZ DİYETİNE UYUM DÜZEYİ İLE MYOKARD İNFARKTÜSÜ GEÇİRME RİSK ALGISININ BELİRLENMESİ
Öğrenci Hemşire Hacer YEŞİLKAYA, Öğrenci Hemşire Emine KOÇ, Öğrenci Hemşire Hatice ÇOBAN, Prof. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ		KRONİK HASTALIĞI BULUNAN BİREYLERDE DİJİTAL ORTAMDA SAĞLIK BİLGİSİ EDİNME VE TEYİT ETME DAVRANIŞLARININ HASTALIK ÖZ-YÖNETİMİ İLE İLİŞKİSİ
Asst. Prof. Dr. Ebubekir Eravsar	Selcuk University	QUALITY ASSESSMENT OF YOUTUBE VIDEOS ON PLANTAR FASCIITIS
Fzt. Eriselda Zekaj, Prof. Dr. Yıldız ANALAY AKBABA	İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa,	ASSOCIATION BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY HABITS AND MUSCULOSKELETAL PAIN AMONG HEALTH SCIENCES STUDENTS: A CROSS- SECTIONAL STUDY
Dr. Öğretim Üyesi Tuba GEÇDİ	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,	MİNDFULNESS VE ÜÇÜNCÜ DALGA PSİKOTERAPİ YAKLAŞIMLARININ PSİKİYATRİ HEMŞİRELİĞİNDE KULLANIMI: BİR DERLEME
Dr. Öğr.Üyesi Özlenen ŞİMŞEK PAPUR	Dokuz Eylül Üniversitesi,	KARVAKROLÜN CD36 EKSPRESYONUNA ETKİSİNİN H9C2 KARDİYAK HÜCRE HATTINDA İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Adem İMALI Dr. Öğr. Üyesi Mustafa SATOUF	Kilis 7 Aralık Üniversitesi,	OPTİMAL SAĞLIK İÇİN BESLENME VE YAŞAM TARZI STRATEJİLERİ



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Ümit İZGİ ONBAŞILI

SESSION-2 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Ümit İZGİ ONBAŞILI Prof. Alessandro RUFFINO	Mersin Üniversitesi, ICS Pellico School, İtalya,	ETWİNNİNG İTE PROJELERİ BAĞLAMINDA ÖĞRETMEN EĞİTİMİNDE ULUSÖTESİ PROJE UYGULAMALARI YOLUYLA ÖĞRENME
Doç. Dr. Ümit İZGİ ONBAŞILI Prof. Richard POWERS Prof. Dr. Raquel SANCHEZ RUIZ3	Mersin Üniversitesi, University of Stuttgart, Almanya, University of Castilla-La Mancha, İspanya,	ETWİNNİNG PROJELERİNDE KATILIM VE KENDİNİ İFADE ETME: ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK FENOMENOLOJİK BİR ÇALIŞMA
Yüksek Lisans Öğrencisi Cemal Eren KAYA, Doç. Dr. Özlem ONUK NATONSKI	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi,	TÜRKİYE'DE OKUL ÖNCESİ MÜZİK EĞİTİMİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Furkan İSLAM Prof. Dr., Yeşim ÖZER ÖZKAN	Birikim Okulları, Gaziantep Üniversitesi,	TÜRKİYE'DE PISA ODAKLI TEZLERİNİN METODOLOJİK EĞİLİMLERİ: SİSTEMATİK BİR DERLEME
Esra AY Prof., Dr. Erkan EFİLTİ	Necmettin Erbakan Üniversitesi	ÖĞRENCİLERİN OKUL FİZİKSEL MEKANLARINA YÜKLEDİKLERİ PSİKOLOJİK ANLAMLAR VE MEKÂN AİDİYETİ ÜZERİNE NİTEL BİR ARAŞTIRMA
Güneş ATÇEKEN, Prof. Dr. Erkan EFİLTİ	Necmettin Erbakan Üniversitesi	PSİKOLOJİK DANIŞMANLIK VE REHBERLİK ÖĞRENCİLERİNİN AKRAN ZORBALIĞI SENARYOLARINDA MÜDAHALE KARARLARININ İNCELENMESİ
Yüksek Lisans Öğrencisi Sena KESER, Dr. Öğr. Üyesi Eda TEKİN	Beykent Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi,	YABANCILARA TÜRKÇE ÖĞRETİMİNDE MUZAFFER İZGÜ'NÜN "ANNEANNEM ASKERE GİDİYOR" KİTABININ A1 SEVİYESİNE SADELEŞTİRME ÇALIŞMASI



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr., Harun ABACI

SESSION-2 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi, Esra İRK Doktora Öğrencisi, Sümeyye YILDIRIM	Pamukkale Üniversitesi Bursa Uludağ Üniversitesi	POZİTİF BİR DUYGU OLARAK MİNNETTARLIK: İYİ OLUŞ VE DİNİ BAŞA ÇIKMA SÜREÇLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME
Prof. Dr., Harun ABACI	Pamukkale Üniversitesi	KUR'ÂN'DA TEMSİLÎ VE TEŞBİHÎ ANLATIM: İLK MUHATAPLARIN İDRAK DÜNYASI BAĞLAMINDA BELÂĞÎ BİR İNCELEME
Dr. Büşra ÖZDEMİR	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi,	ELMALILI'YA GÖRE TÜRKÇE KUR'AN MÜMKÜN MÜ? MUKADDİME EKSENİNDE BİR DEĞERLENDİRME
Dr., Muhammed İbrahim ERDEN	Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi,	DİL KİTAPLARINDA İSTİŞHÂD EDİLEN AYETLERİN TEFSİRLERDEKİ YANSIMALARI-FÂ HARFİ ÜZERİNE İNCELEME
Dr. Öğr. Üyesi, Sadullah TİLKİTAŞ	Uşak Üniversitesi,	BİR EDEBİ TÜR OLARAK TEJVÎF SANATI



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Doç.Dr.E.T Aksun Tümerkan

SESSION-2 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. E.T. Aksun Tümerkan, Dr. Sercan Başkurt, Gamze Kara Mağden, Prof. Dr. Özgür Emiroğlu	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, BUGAMED Biyoteknoloji Sanayi ve Ticaret A.Ş.,	İSTİLAÇI GÜMÜŞİ SAZAN (CARASSIUS GIBELIO) DERİLERİNDEN ENZİMATİK VE KİMYASAL YÖNTEMLERLE EKSTRAKTE EDİLEN TİP I KOLAJENDEKİ AĞIR METAL KONSANTRASYONLARI
Doç.Dr.E.T Aksun Tümerkan	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi,	SU ÜRÜNLERİ YAN ÜRÜNLERİ VE ATIKLARININ KARBON KAYNAĞI OLARAK KULLANILMASI
Çevre Müh. Nevin KERTİL Prof.Dr. Feryal AKBAL	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	SAMSUN MERKEZ OSB ATIKSUYUNUN KİMYASAL KOAGÜLASYON İLE ARITIMI
Dr. Dyt., Feriha GÖKSU		GIDA ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN FONKSİYONEL GIDA GELİŞTİRİLMESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR YAKLAŞIM
Dr. Dyt., Feriha GÖKSU		ULTRA İŞLENMİŞ GIDALAR, İNFLAMASYON VE METABOLİK SAĞLIK: GÜNCEL KANITLARIN DERLEMESİ
Semanur GÜRLEK	Sakarya Üniversitesi	YEŞİL KORUMACILIK VE KÜRESEL TİCARETİN DÖNÜŞÜMÜ: AVRUPA BİRLİĞİ SINIRDA KARBON DÜZENLEME MEKANİZMASI'NIN EKONOMİ-POLİTİĞİ



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026
TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Recep YÜCEL*

SESSION-2 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Prof. Dr. Recep YÜCEL, Doç. Dr. Erhan KILINÇ</i>	<i>Kırıkkale Üniversitesi, Selçuk Üniversitesi</i>	<i>ÇALIŞMA YAŞAMINDA BİLGİ UÇURMA DAVRANIŞI (WHISTLEBLOWING)</i>
<i>Prof. Dr. Recep YÜCEL, Doç. Dr. Erhan KILINÇ</i>	<i>Kırıkkale Üniversitesi, Selçuk Üniversitesi</i>	<i>ÖRGÜTLERDE DİJİTALLEŞME VE ÇALIŞANLARIN PSİKOLOJİK DAYANIKLILIĞI</i>
<i>Dr Öğr. Üyesi Feride BAL</i>	<i>Gaziantep Üniversitesi,</i>	<i>BİLGİ ÇAĞINDA STRATEJİK LİDERLİĞİN ÖĞRENEN ÖRGÜTLERİN GELİŞİMİNDEKİ ROLÜ: SİSTEMATİK BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ VE KAVRAMSAL MODEL ÖNERİSİ</i>
<i>Arş. Gör. Dr. Beyzanur YAZAR</i>	<i>Çukurova Üniversitesi,</i>	<i>TCK M. 104 KAPSAMINDA REŞİT OLMAYANLA CİNSEL İLİŞKİ SUÇU: KAVRAMSAL BELİRSİZLİKLER VE SUÇUN GEREKLİLİĞİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME</i>
<i>Arş. Gör. Dr. Beyzanur YAZAR</i>	<i>Çukurova Üniversitesi,</i>	<i>ÇOCUKLARIN SUÇ ÖRGÜTÜ FAALİYETİ ÇERÇEVESİNDE İŞLENEN SUÇLARDA ARAÇ OLARAK KULLANILMASI: 7571 SAYILI KANUNLA GETİRİLEN DÜZENLEME BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME</i>



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Dr. Öğretim Üyesi Muhammed ONAY

SESSION-2 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Öğr. Üyesi Serap İLHAN AKSU	Kafkas Üniversitesi,	DİYABET OLUŞTURULAN FARELERİN BEYİN VE BEYİNCİK DOKUSUNDA iNOS'UN İMMUHİSTOKİMYASAL LOKALİZASYONU
Research Assistant Rumeysa Nur ASLAN Prof. Dr. Serap KORAL TAŞÇI Asst. Prof. Dr. Serap İLHAN AKSU /Asst. Prof. Dr. Dilem Gülece ERMUTLU Asst. Prof. Dr. Burak BÜYÜKBAKİ Prof. Dr. Turgay DEPREM Prof. Dr. Şahin ASLAN	Kafkas University,	PUHU (Bubo bubo) DALAK DOKUSUNUN HİSTOKİMYASAL YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ
Öğr. Gör. Dr. Mine BAŞTA	HBV Üniversitesi	PAYDAŞ OLARAK HAYVAN TEMSİLİNİN BİR HALKLA İLİŞKİLER ARACINA DÖNÜŞMESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME
Öğr. Gör. Dr. Mine BAŞTA	HBV Üniversitesi	ÜLKE İMAJINI GÜÇLENDİREN BİR İLETİŞİM ARACI OLARAK ARAMA KURTARMA KÖPEKLERİ
Dr. Öğretim Üyesi Muhammed ONAY	Malatya Turgut Özal Üniversitesi,	TARIM ATIKLARININ FONKSİYONEL MALZEMELERE SÜRDÜRÜLEBİLİR DÖNÜŞÜMÜ: MISIR KABUĞUNUN ÇOK DİSİPLİNLİ KARAKTERİZASYONU VE ADSORPSİYON PERFORMANSI



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Dr, Onur ÖZTÜRK

SESSION-2 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Dr. Sabit SELVİ Dr. Fuat Orkun TAPŞIN</i>	<i>Kocaeli Üniversitesi,</i>	<i>TAKIM VEYA BİREYSEL SPORLARLA İLGİLENEN GENÇ BİREYLERİN BİREYSEL VE SOSYAL SORUMLULUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ</i>
<i>Dr. Fuat Orkun TAPŞIN Dr. Sabit SELVİ</i>	<i>Kocaeli Üniversitesi,</i>	<i>SPOR BRANŞINA GÖRE BİREYLERİN MUTLULUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ</i>
<i>Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet İsmail TOSUN, BegümUZUN</i>	<i>Hitit Üniversitesi</i>	<i>FARKLI MÜZİK TÜRLERİNİN GENÇ GÜREŞÇİLERDE TOPARLANMAYA ETKİSİ</i>
<i>Dr, Onur ÖZTÜRK, Prof. Dr, Betül AKYOL</i>	<i>Bağımsız Araştırmacı, İnönü Üniversitesi,</i>	<i>BİSİKLET BİLGİSAYARLARINDA İLERİ TEKNOLOJİ KULLANIMININ SPORCU PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ (GARMİN EDGE 1040 ÖRNEĞİ)</i>
<i>Dr, Onur ÖZTÜRK, Prof. Dr, Betül AKYOL</i>	<i>Bağımsız Araştırmacı, İnönü Üniversitesi,</i>	<i>DİJİTAL SPOR EKOSİSTEMLERİNDE AKTİF ULAŞIMDA KUŞAKLAR ARASI TEKNOLOJİ ADAPTASYONU VE ÇEVRESEL KOŞULLARIN FİZİKSEL AKTİVİTE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ</i>
<i>Dr. Recep AYHAN, Prof. Dr. Turan ÇETİNKAYA</i>	<i>BHM Otelcilik Akra Fit, Spor Bilimleri, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi,</i>	<i>SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN ÖZNEL MUTLULUK DÜZEYLERİNİN BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ</i>
<i>Dr. Recep AYHAN, Prof. Dr. Turan ÇETİNKAYA</i>	<i>BHM Otelcilik Akra Fit, Spor Bilimleri, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi,</i>	<i>SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL KARŞILAŞTIRMA DÜZEYLERİNİN BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ</i>



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ

SESSION-2 HALL 10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Hakan ÜSTÜNTAŞ, Prof. Dr. Emel AŞICI	Bursa Teknik Üniversitesi	SINIRLI KAFESLER ÜZERİNDEKİ SIRA TEMELLİ UNİFORMLAR HAKKINDA
Hakan ÜSTÜNTAŞ, Prof. Dr. Emel AŞICI	Bursa Teknik Üniversitesi	SINIRLI KAFESLER ÜZERİNDEKİ UNİFORMLAR HAKKINDA BAZI İLERİ SONUÇLAR
Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	PTCDA VE GO ARA TABAKALI Al/p-Si YARIİLETKEN YAPILARININ DİELEKTRİK SABİTİ VE DİELEKTRİK KAYIP ÖZELLİKLERİNİN FREKANS BAĞLI DURUMU
Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	Al/GO:PTCDA/p-Si YAPILARIN 100 kHz ve 500 kHz FREKANS ARALIĞINDA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK DURUMLARI
Araştırma Görevlisi, Emine DUMAN	Karadeniz Teknik Üniversitesi,	PREKLİNİK MODEL ORGANİZMA <i>Galleria mellonella</i> 'da TEKRARLI ORAL GAVAJ (ZORLA BESLEME) UYGULAMA SONRASI BAĞIŞIKLIK SİSTEMİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER
Zeynep KÜÇÜKKARABACAK, Prof. Dr. İdris SARGIN	Selçuk Üniversitesi	PLEUROTUS OSTREATUS VE EKMEK KÜFÜ KAYNAKLI KARBON KUANTUM NOKTALARININ P(HEMA) KRİYOJELLERE İMMOBİLİZASYONU VE BSA ETKİLEŞİMLERİNİN İNCELENMESİ



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026

TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Prof.Dr. Ayla EKER SARIBOYACI

SESSION-2 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dilay KARACAOĞLU, Prof.Dr. Ayla EKER SARIBOYACI, Didem AKINCILAR, Gizem YILDIRIM, Uzm. Mol. Bio. Merve Nur SOYKAN, Nadiye BONCUKÇU, Nuray VAROL KAYAPUNAR, Onur SÜNNETCİ, Dr.Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ, Öğr.Gör. Tayfun ŞENGEL, Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi, Uludağ Üniversitesi	DOPAMİN ENTEGRE EDİLMİŞ ADİPOZ DOKU MEZENKİMAL KÖK HÜCRE EKSOZOMLARININ İN VİTRO ALZHEİMER HASTALIĞI MODELİNDEKİ ETKİLERİ
Nadiye BONCUKÇU, Prof.Dr. Ayla EKER SARIBOYACI, Didem AKINCILAR, Dilay KARACAOĞLU, Prof. Dr. Hüseyin AVCI, Öğr. Gör. Tayfun ŞENGEL, Uzm. Mol Biyo. Merve Nur SOYKAN, Onur SÜNNETCİ, Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL, Nuray VAROL KAYAPUNAR, Gizem YILDIRIM, Dr. Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Uludağ Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi,	İnme Modelinde AP2A1 Aracılı Mikrogial Senesens ve Nöroinflamasyonda Wharton Jeli Kaynaklı Mezenkimal Kök Hücre Eksozomlarının Terapötik Etkisinin Değerlendirilmesi
Gizem YILDIRIM, Prof. Dr. Naciye YAKTUBAY DÖNDAŞ, Onur SÜNNETCİ, Nadiye BONCUKÇU, Didem AKINCILAR, Dilay KARACAOĞLU, Öğr. Gör. Tayfun ŞENGEL, Uzm. Merve Nur SOYKAN, Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL, Nuray VAROL KAYAPUNAR, Dr. Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ, Prof. Dr. Ayla EKER SARIBOYACI	Çukurova Üniversitesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Uludağ Üniversitesi,	KURKUMİN ile ÖN KOŞULLANDIRILAN MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERDEN TÜRETİLEN EKSOZOMLARIN, TİYOASETAMİD ile İNDÜKLENEN KARACİĞER HASARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İN VİTRO DENEYSEL ÇALIŞMALARLA İNCELENMESİ
Gamze TÜRKİYILMAZ BENLİOĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Bilal AYGÜN	Karabük Üniversitesi,	SESSİZ KONUŞMA BEYİN BİLGİSAYAR ARAYÜZÜ KULLANARAK BELİRLENMİŞ RUTİN HAREKETLERİN SESLENDİRİLMESİ İÇİN YENİLİKÇİ BİR ALT YAPI TASARIMI
Onur SÜNNETCİ, Nadiye BONCUKÇU, Didem AKINCILAR, Dilay KARACAOĞLU, Prof. Dr. Hüseyin AVCI, Öğr. Gör. Tayfun ŞENGEL, Uzm. Merve Nur SOYKAN, Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL, Nuray VAROL KAYAPUNAR, Gizem YILDIRIM, Dr. Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ, Prof. Dr. Ayla EKER SARIBOYACI	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi, Uludağ Üniversitesi,	CRISPR YOLUYLA IL-10 UP-REGÜLE EDİLEN MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN İMMUNOSUPRESİF KAPASİTESİ



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

10.05.2026
TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Prof.Dr., Naci ZAFER

SESSION-2 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Özkan Şükrü ÖZKAN, İlker Ali ÖZKAN	Selçuk Üniversitesi	GÖMÜLÜ SİSTEMLERDE FP16 OPTİMİZASYONU İLE YOLOV8N PERFORMANS ANALİZİ
Beyza İrem Taşdemir, İlker Ali Özkan	Selçuk Üniversitesi	YAZILIM GELİŞTİRME YAŞAM DÖNGÜSÜ VERİLERİNİN SÜRE VE EFOR TAHMİNİNE YÖNELİK VERİ SETİ HAZIRLANMASI VE ANALİZİ
Mevlüt SAATCİ Hasan Hüseyin ÇEVİK	Selcuk University,	THE ROLE OF BATTERY ENERGY STORAGE SIZING IN RENEWABLE ENERGY INTEGRATION INTO POWER GRIDS
Mak.Yük.Müh., Serdar Murat DEMİREL, Prof.Dr., Naci ZAFER	Serbest Mühendis, Eskişehir Osmangazi Üni.,	ARABA-KAYAN EKSANTRİK KÜTLELİ ANKASTRE-SERBEST KİRİŞ SİSTEMİNİN BASKIN MODAL MODELİ: EULER-BERNOULLI TABANLI ANALİTİK-NÜMERİK BİR İNCELEME
Mak.Yük.Müh., Serdar Murat DEMİREL, Prof.Dr., Naci ZAFER	Serbest Mühendis, Eskişehir Osmangazi Üni.,	GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI MODAL ANALİZ İLE HAREKETLİ KÜTLELİ ANKASTRE- SERBEST KİRİŞ SİSTEMİNDE DOĞAL FREKANS VE SÖNÜM ORANININ BELİRLENMESİ
İnşaat Mühendisi, Tevfik Baran ÖNDER, Doç.Dr., Kamil Bekir AFACAN, Doç.Dr., Hasan SAVAS	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,	DEMİRYOLU DOLGULARININ SAYISAL DİNAMİK ANALİZİNDE MODEL GENİŞLİĞİ



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

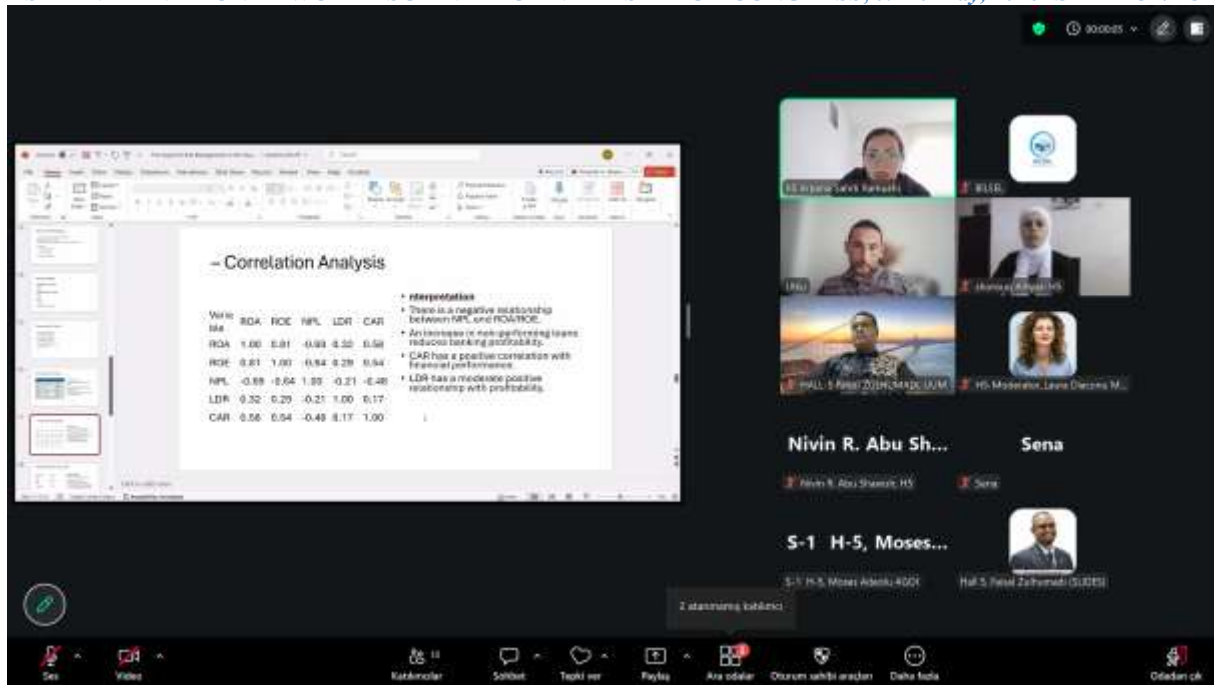
10.05.2026
TÜRKİYE Local Time: 16:00-17:30

HEAD OF SESSION: Dr. Aslan AKDULUM

SESSION-2 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doktora öğrencisi, İsmail ÖZOĞUL, Prof. Dr., Mehmet Eren GÜLŞAN	Gaziantep Üniversitesi,	KARBONATLAŞMANIN BETONARME KİRİŞLERİN YAPISAL DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN SONLU ELEMAN TABANLI PARAMETRİK ANALİZİ
Makine Mühendisi, Vedat ŞAHİN, Prof. Dr. Ahmet UYUMAZ	Kayhan Ertuğrul Makina Sanayi ve Tic. A.Ş., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,	SÜPERPOZE AV TÜFEĞİ HOROZ MEKANİZMASININ DİNAMİK ANALİZİ VE TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU İLE TASARIM İYİLEŞTİRMESİ
Mekatronik Mühendisi, Muhammed Yaşar KARANARİN, Dr. Öğr. Üyesi, Ziya ÖZÇELİK	Selçuk Üniversitesi,	NEODYUM MIKNATISLARIN BLDC MOTOR PERFORMANSINA ETKİSİ
Deniz BARDAKCI, Doç.Dr. Enbiya TÜREDİ	MSB-İzmir, Proje Geliştirme Uzmanı, Sayısal Modelleme, Hibrit Malzemeler, Kocaeli Üniversitesi,	BETON KUMAŞ KOMPOZİTLERİN EĞİLME DAVRANIŞININ DENEYSEL VE SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ
Abdulahakım ALDIGHEESİ Prof. Dr. Emrah DENİZ Doç.Dr. Abdulrazzak AKROOT	Karabük Üniversitesi,	LİBYA'DA GÜNEŞ ENERJİSİ DESTEKLİ KOMBİNE SOĞUTMA, ISITMA VE GÜÇ (CCHP) SANTRALİNİN PARAMETRİK DEĞERLENDİRMESİ
Dr. Aslan AKDULUM Dr. Öğr. Üyesi Yusuf SİYAMBAŞ Doç. Dr. Volkan KAYA Doç. Dr. Halil KARAKOÇ	Hacettepe Üniversitesi, Erzincan Binali Yıldırım	AISI 1040 ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA TEZGÂH AKIMININ, KESME PARAMETRELERİNE BAĞLI MAKİNE ÖĞRENMESİ TEMELLİ MODELLENMESİ
Dr. Aslan AKDULUM Dr. Öğr. Üyesi Yusuf SİYAMBAŞ Doç. Dr. Volkan KAYA Doç. Dr. Halil KARAKOÇ	Hacettepe Üniversitesi, Erzincan Binali Yıldırım	AISI 1050 ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA KESME PARAMETRELERİNİN TEZGÂH GÜÇTÜKETİMİNE ETKİSİNİN DENEYSEL ANALİZİ VE REGRESYON TABANLI MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE TAHMİNİ

10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE



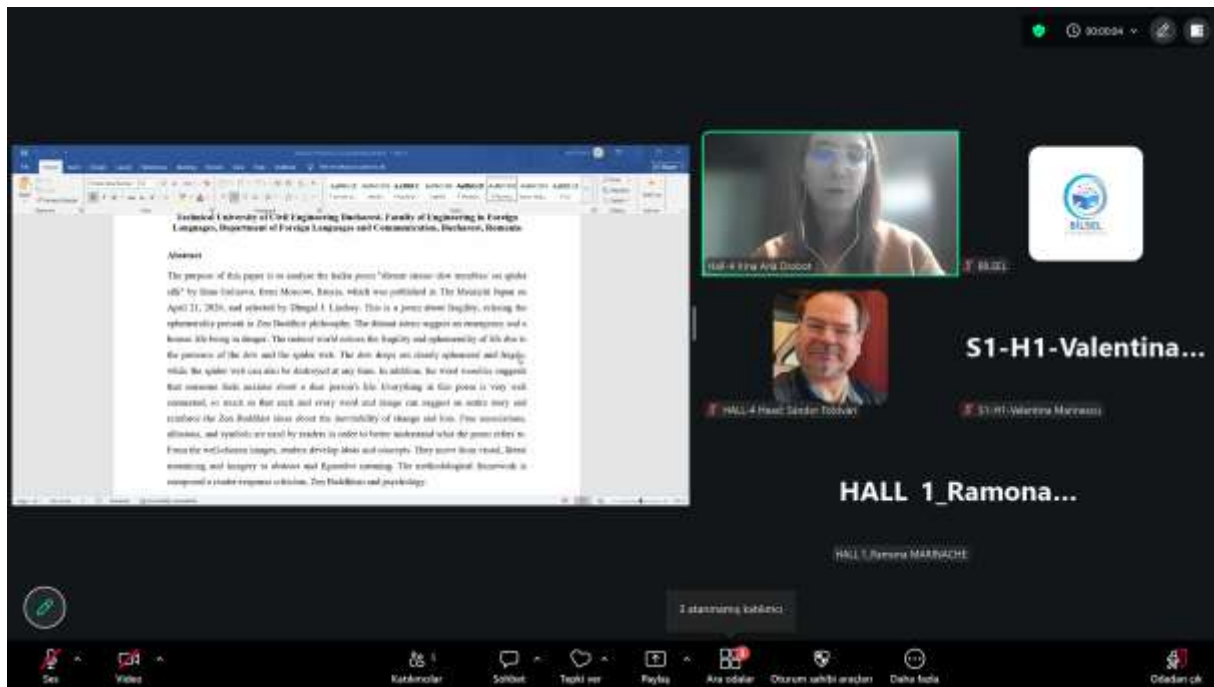
Correlation Analysis

Veritabanı	RDA	RCE	NPL	LDR	CAR
RDA	1.00	0.81	-0.99	0.32	0.58
RCE	0.81	1.00	-0.94	0.28	0.54
NPL	-0.99	-0.94	1.00	-0.21	-0.48
LDR	0.32	0.28	-0.21	1.00	0.17
CAR	0.58	0.54	-0.48	0.17	1.00

interpretation

- There is a negative relationship between NPL and RDA/RCE.
- An increase in netting-offering items reduces banking profitability.
- CAR has a positive correlation with financial performance.
- LDR has a moderate positive relationship with profitability.

Participants: Nivin R. Abu Sh..., Sena, S-1 H-5, Moses..., H-5, Moses...



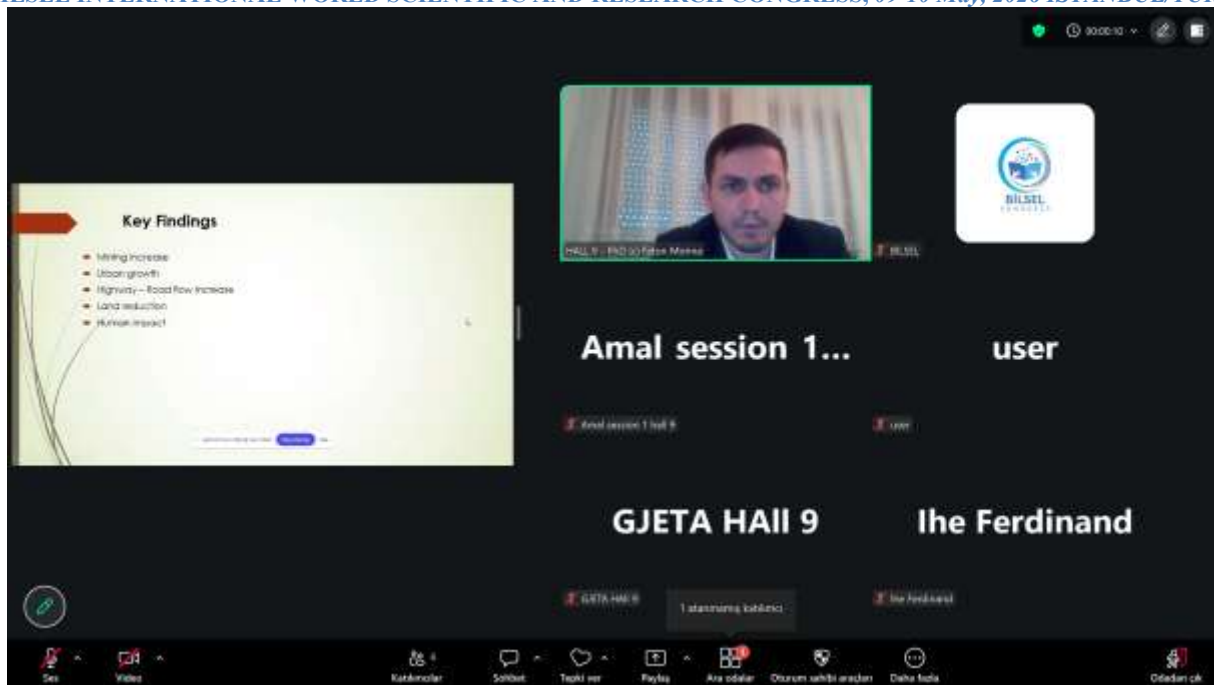
The purpose of this paper is to analyze the hidden poem "Silence means the resolution on spider web" by İsmail Bulutcu, İsmail Merve, İsmail, which was published in The Mountain Paper on April 11, 2023, and rejected by Dilek A. Lincay. This is a poem about tragedy, evoking the atmosphere present in The Dialectic philosophy. The dialectic suggests an emergency and a human life being in danger. The dialectic world evokes the fragility and ephemerality of life due to the presence of the dice and the spider web. The dice drops on deadly ephemerality and tragedy, while the spider web can also be destroyed at any time. In addition, the poet evokes the dialectic that suggests that someone's fate is determined by a dice person's life. Everything in this poem is very well connected, so much so that each and every word and thing can suggest an entire story and reinforce the Zoroastrian idea about the immutability of things and fate. Five associations, allusions, and symbols are used by readers in order to better understand what the poem refers to. From the well-known images, readers develop ideas and concepts. They move from read, direct meaning and imagery to abstract and figurative meaning. The well-known framework is supported by a reader response criticism, Zoroastrian and psychology.

Participants: S1-H1-Valentina..., HALL 1_Ramona...

10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

The screenshot displays a Zoom meeting interface. The primary focus is a presentation slide with a dark background and white text. The slide is titled "CONCLUSION:" and contains a single bullet point that reads: "Preserving cultural heritage during conflicts is a humanitarian imperative. Destroying history means the destroying of future, the importance of international cooperation and institutions to ensure that the Daqnyas columns, Baghdad minarets and walls of Jerusalem are saved to future generations." To the right of the main slide, a sidebar contains a video feed of a man with white hair, a logo for "Amal" (a blue circle with a white 'A'), and a title "Amal session 1 h... HALL 9 - PhD (c)...". Below the video feed, the text "user" is visible. At the bottom of the screen, a toolbar includes icons for chat, gallery, and other Zoom controls. The top right corner shows the time "9:00:05" and a "900005" label.

10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE



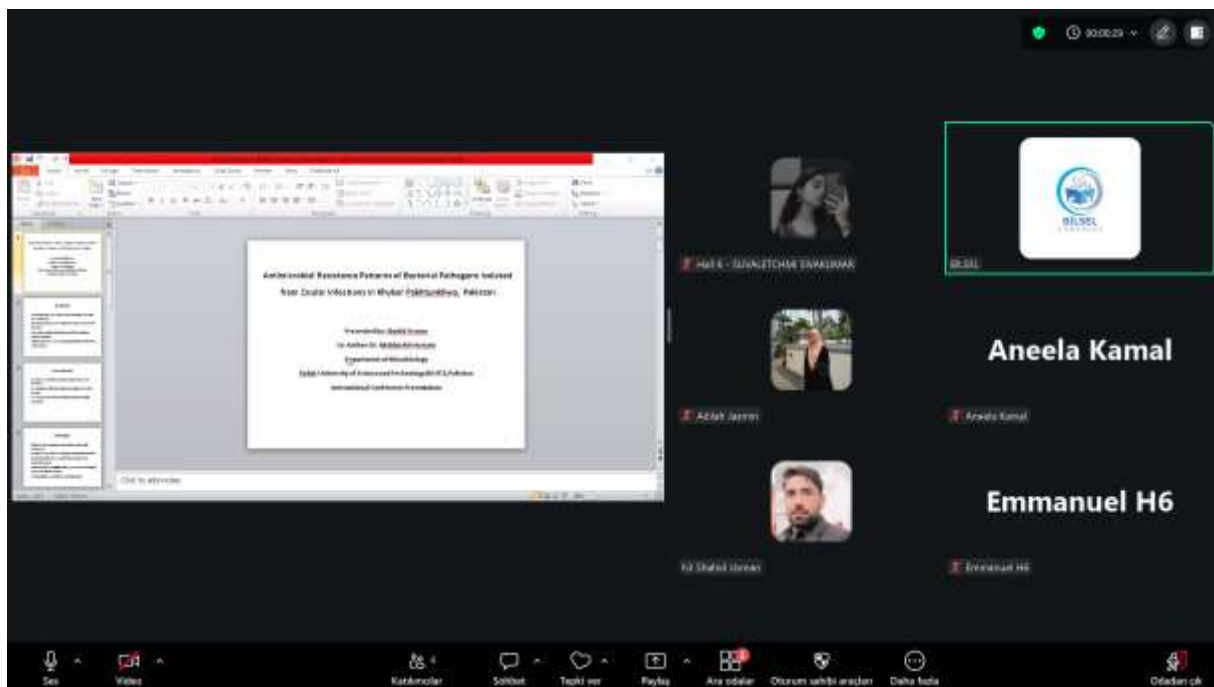
Key Findings

- Mining increase
- Urban growth
- Migratory - Road flow increase
- Land reclamation
- Human impact

Amal session 1...

GJETA HALL 9

The Ferdinand

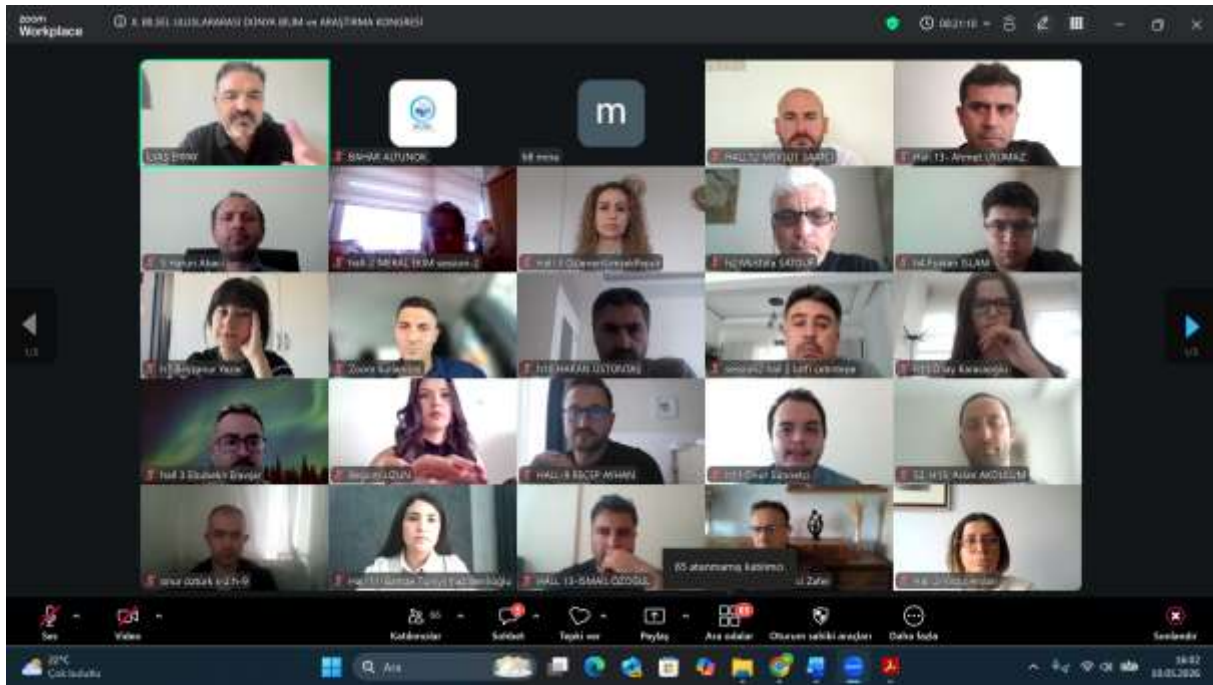
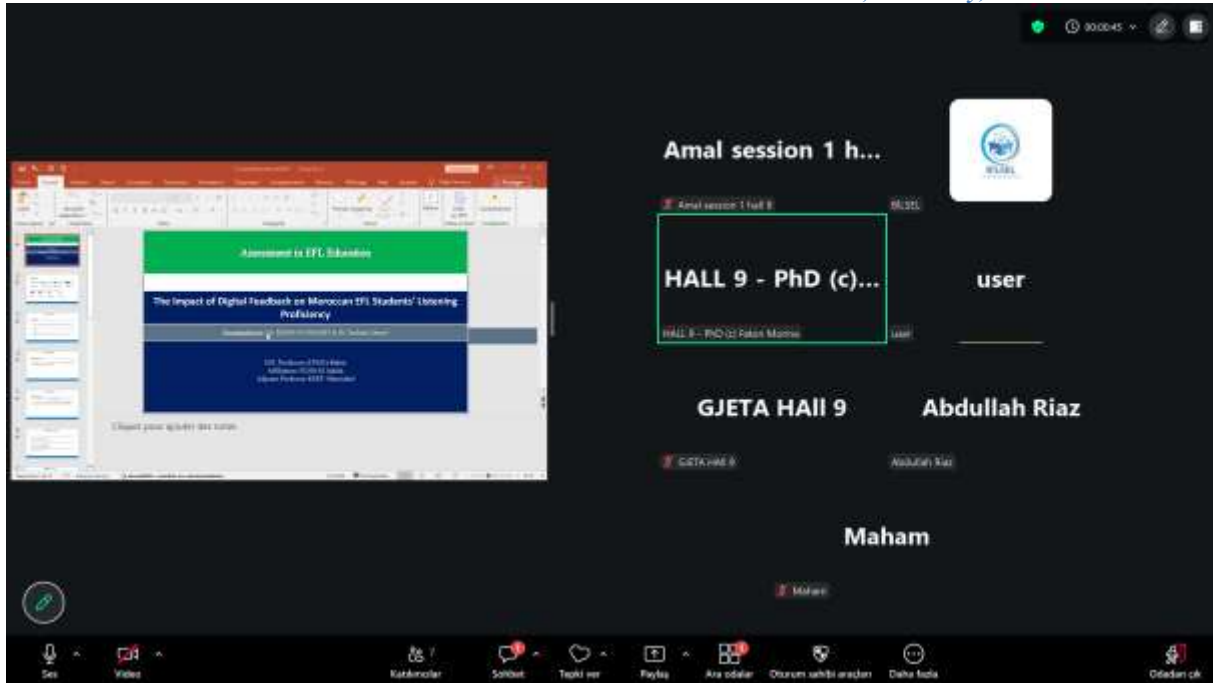


Anticorrosion Resistance Parameters of Boronated Polyimides based from Double Imidazoles in Mylar Packaging, Pakistan

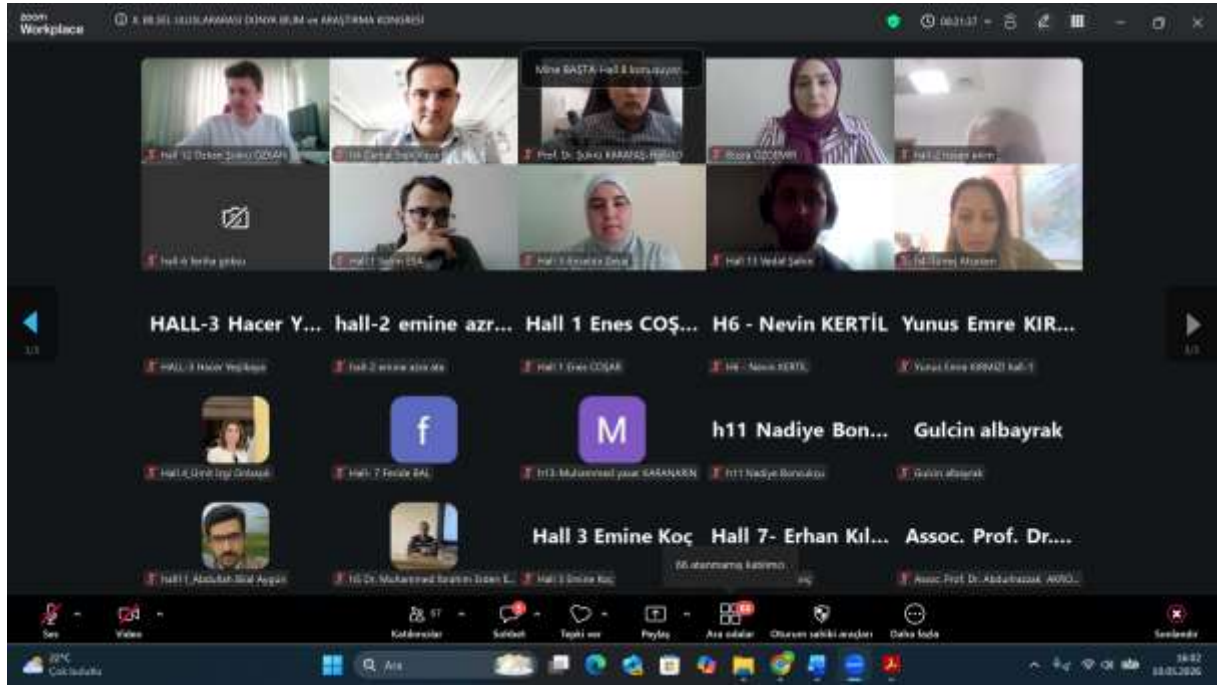
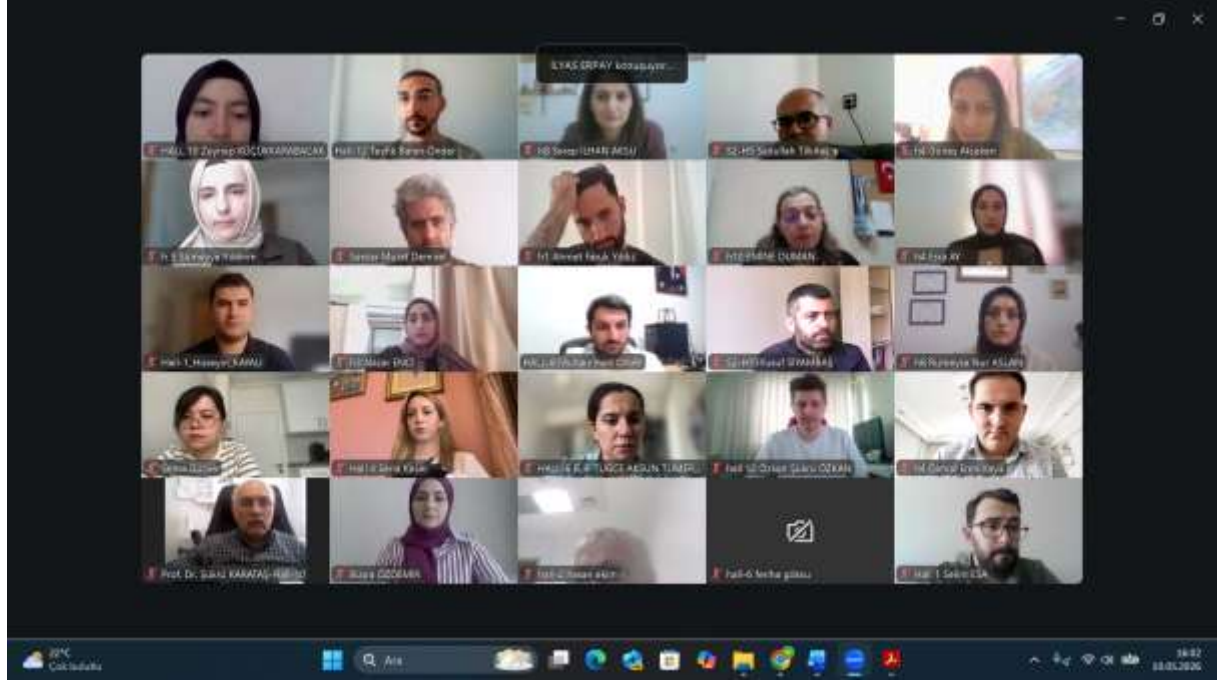
Aneela Kamal

Emmanuel H6

10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

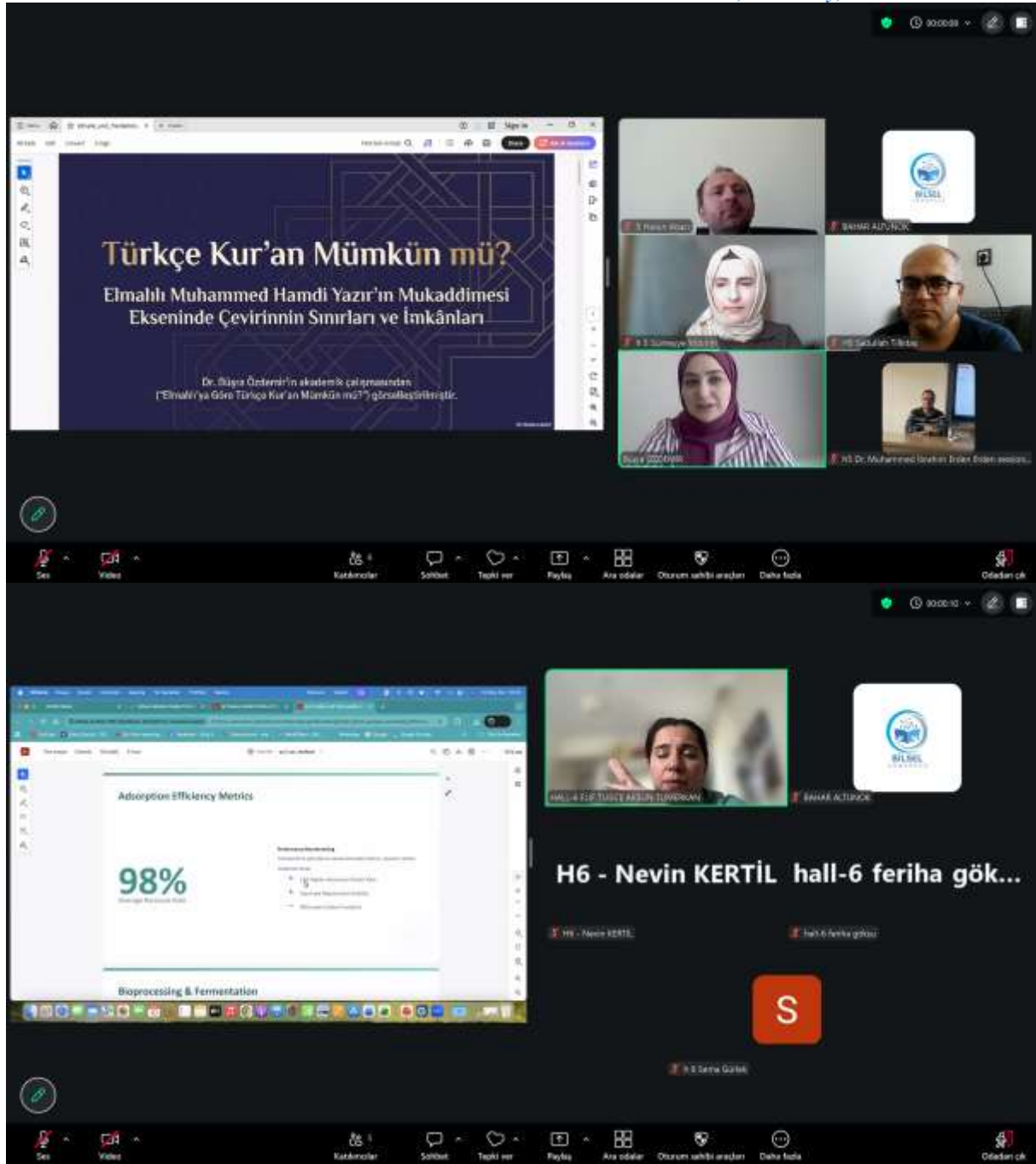


10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

[illegible][illegible]



The screenshot displays a Zoom meeting interface. The main window shows a presentation slide titled "Türkçe Kur'an Mükün mü?" (Can the Quran be in Turkish?). The slide content includes the subtitle "Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır'ın Mukaddimesi Ekseninde Çevirinin Sınırları ve İmkânları" (Limits and Possibilities of its Translation on the Axis of the Introduction of Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır) and a note: "Dr. Büğra Öztemir'in akademik çalışmalarından. [\"Elmalı'ya Göre Türkçe Kur'an Mükün mü?\"] görselleştirilmiştir." (From Dr. Büğra Öztemir's academic works. [\"Elmalı'ya Göre Türkçe Kur'an Mükün mü?\"] visualized).

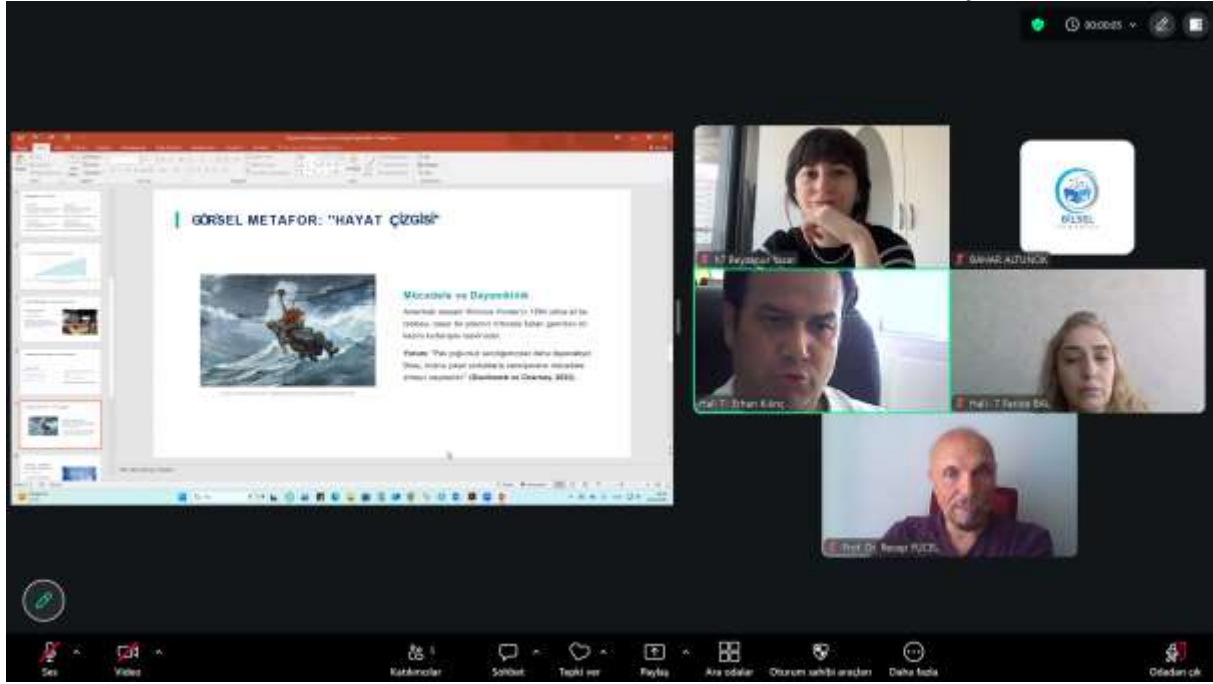
On the right, a grid of participants is visible. The top row shows a man (Hakan BÖLÜK) and a woman (BAHAR ALTUNOK). The middle row shows a woman (Sümeyye KILIÇ) and a man (Süleyman TILKAY). The bottom row shows a woman (Serra GÜZEL) and a man (Dr. Muhammed Ibrahim İbrahim İbrahim).

Below the main window, a smaller window shows a presentation slide titled "Adsorption Efficiency Metrics" with a large "98%" value. The slide also includes a section for "Bioprocessing & Fermentation".

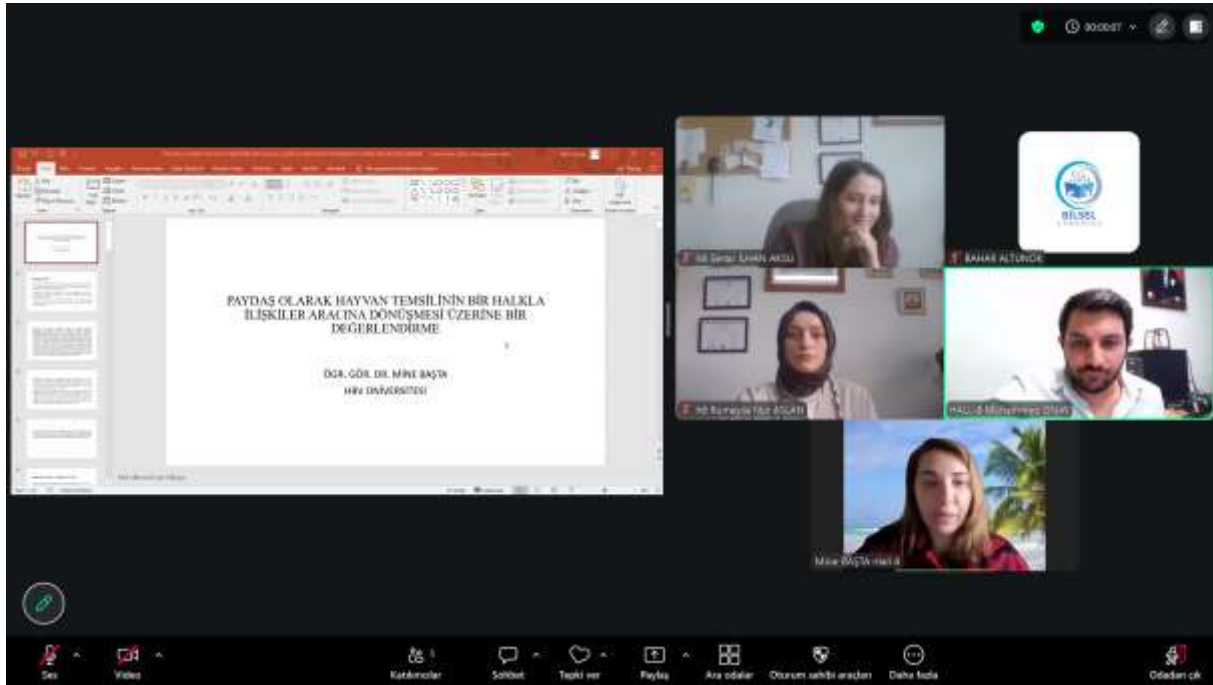
At the bottom right, a smaller window shows a woman (HALİME FERİHA AKSU TUVERCAN) and a man (BAHAR ALTUNOK). The text "H6 - Nevin KERTİL hall-6 feriha gök..." is visible.

The Zoom interface includes a toolbar at the bottom with icons for chat, video, screen sharing, and other controls.

10. BİSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE

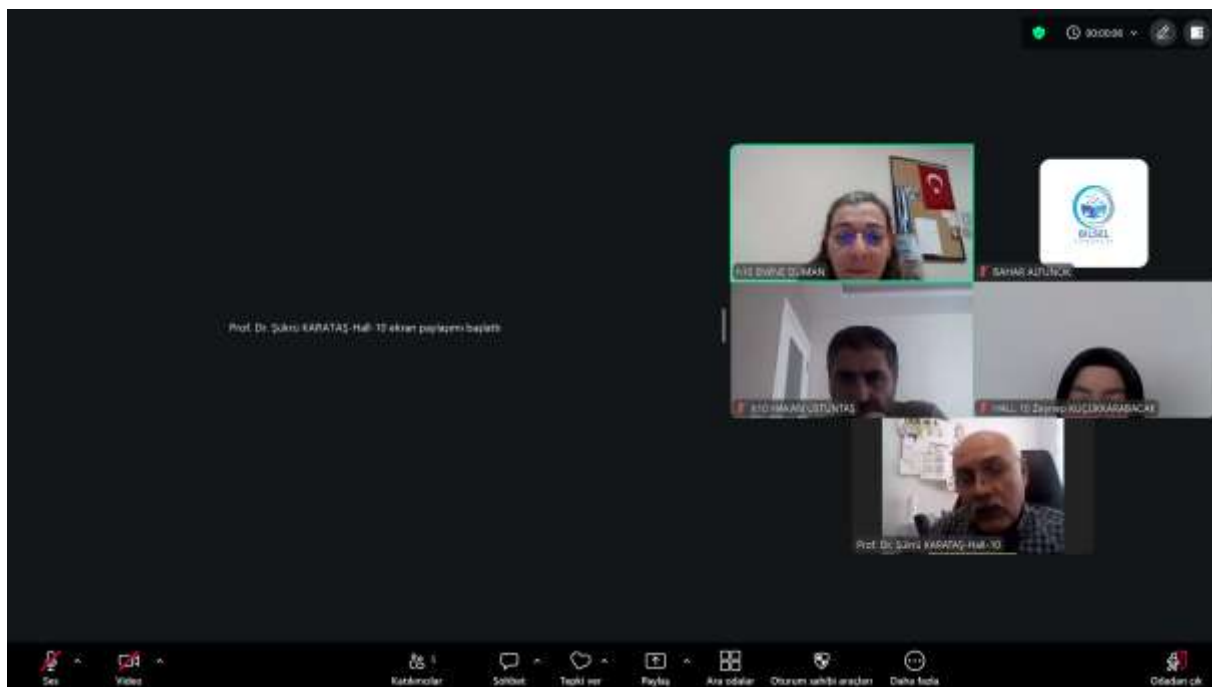
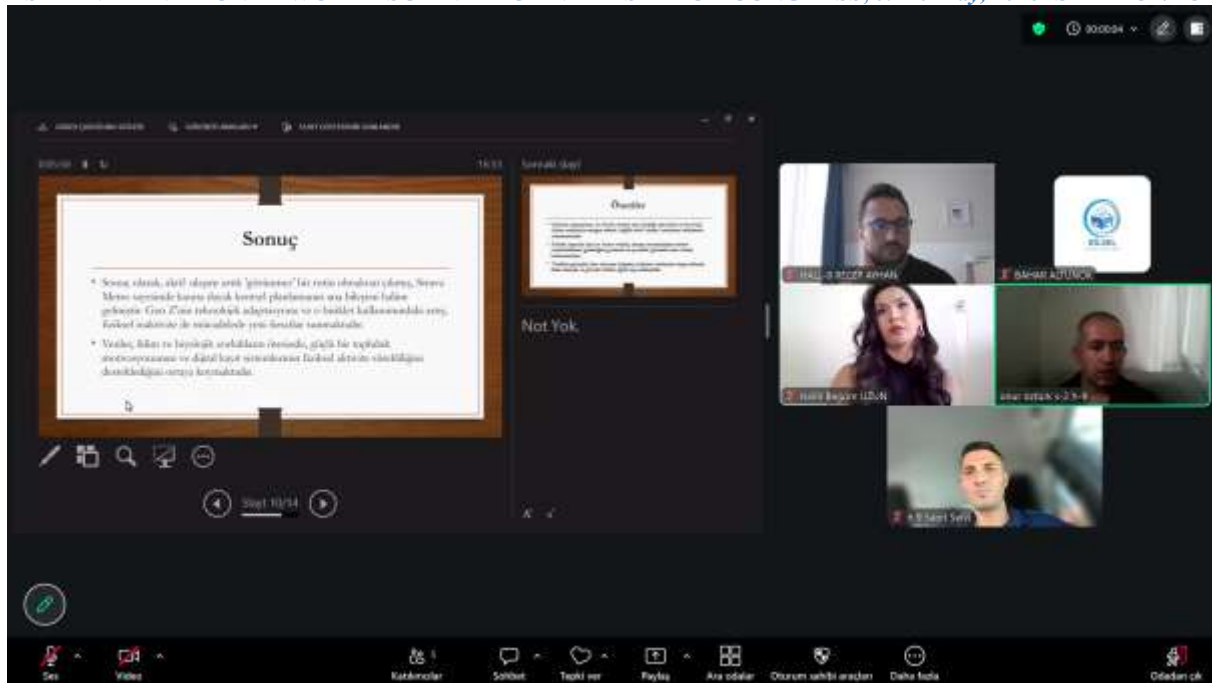


The screenshot shows a Zoom meeting interface. On the left, a presentation slide is displayed with the title "GÖRSEL METAFOR: 'HAYAT ÇİZGİSİ'". The slide features an image of a person on a boat in rough seas. The text on the slide discusses the metaphor of life as a line and mentions a study by Ayarhan (2020). On the right, four participants are visible in a grid: a woman at the top left, a man at the top right, a woman at the bottom left, and a man at the bottom right. The Zoom toolbar at the bottom includes icons for chat, video, audio, and other controls.

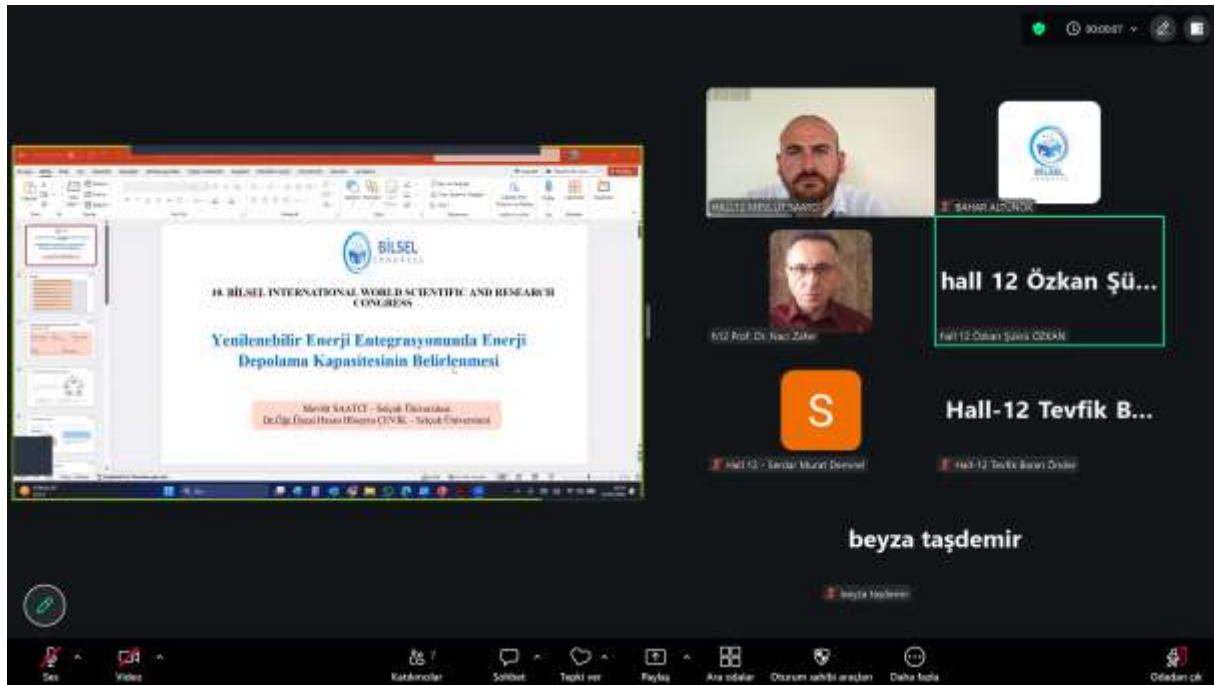
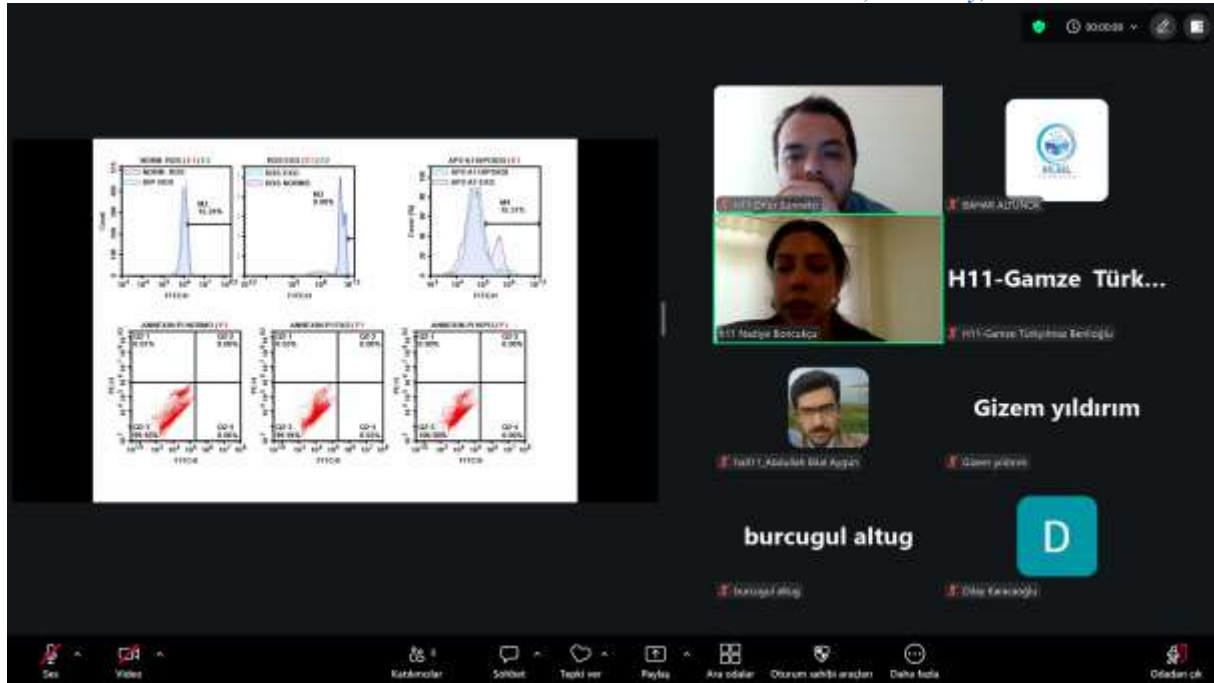


The screenshot shows a Zoom meeting interface. On the left, a presentation slide is displayed with the title "PAYDAŞ OLARAK HAYVAN TEMSİLİNİN BİR HALKLA İLİŞKİLER ARAÇINA DÖNÜŞMESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME". The slide also mentions "DSR. GÖR. DR. Merve BAŞIN" and "HİRE ÜNİVERSİTESİ". On the right, five participants are visible in a grid: a woman at the top left, a man at the top right, a woman at the bottom left, a man at the bottom right, and a woman at the bottom center. The Zoom toolbar at the bottom includes icons for chat, video, audio, and other controls.

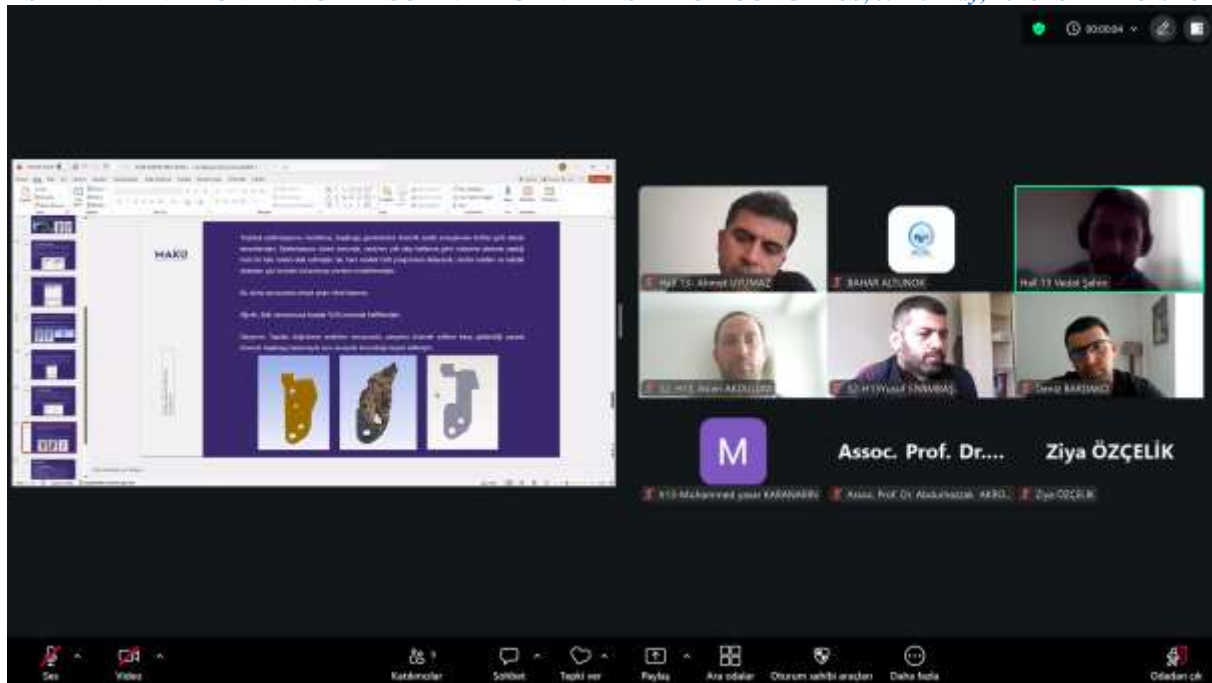
10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE



10. BİLSEL INTERNATIONAL WORLD SCIENTIFIC AND RESEARCH CONGRESS, 09-10 May, 2026 İSTANBUL/TÜRKİYE



İÇİNDEKİLER/CONTENTS

3D BASKI TEKNOLOJİSİ İLE FARKLI FİLAMENTLERDEN (PLA, ABS, PETG, NYLON) ÜRETİLEN POLİMER YAPILARIN ELYAF TAKVİYELİ YÜZEY MODİFİKASYONU SONRASI TRİBOLOJİK DAVRANIŞ VE MEKANİK ÖZELLİKLERDEKİ DEĞİŞİMİN ARAŞTIRILMASI: BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ.....	12
FARKLI BİLYALI DÖVME PARAMETRELERİNİN ÇELİK ALAŞIMLARINDA TRİBOLOJİK PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI: BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ	21
HANEHALKI ENERJİ KULLANIMINDA YEŞİL TEŞVİKLER: DİNAMİK FİYATLANDIRMA DENEYLERİNDEN KANITLAR.....	30
DATA-DRIVEN MATHEMATICAL MODELLING, EXPERIMENTAL VALIDATION, AND PID CONTROL OF AN INCUBATOR.....	37
FİLAMENT SARIM YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN BASINÇLI KAP GÖVDELERİNİN TASARIMI VE YAPISAL ANALİZİ.....	47
DESIGN AND STRUCTURAL ANALYSIS OF PRESSURE VESSEL BODIES PRODUCED BY FILAMENT WINDING METHOD.....	48
LIGHTWEIGHT TWO-STAGE SKIN LESION SEGMENTATION BASED ON YOLO26 AND MOBILESAM.....	57
ATRIAL FIBRİLASYONU OLAN İSKEMİK İNME HASTALARINDA KAROTIS DARLIK DERECESİNİN REKÜRREN İNME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	69
ATYPICAL HEMOLYTIC UREMIC SYNDROME: SINGLE-CENTER EXPERIENCE	70
VİGNA UNGUICULATA L. BİTKİSİNİN YAPRAK VE TOHUMUNDA ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİ VE OKSİDATİF STRES DÜZEYLERİ	72
ANTIOXIDANT ENZYME ACTIVITIES AND OXIDATIVE STRESS LEVELS IN THE LEAVES AND SEEDS OF <i>VIGNA UNGUICULATA L.</i>	73
VAZOPLEJİK SENDROM.....	79
COVID-19'UN KARDİYOVASKÜLER SİSTEM ÜZERİNDEKİ KALICI ETKİLERİ.....	85
BAŞ VE BOYUN KANSERİ NEDENİYLE RADYOTERAPİ ALMIŞ HASTALARDAKİ YUMUŞAK DOKULARIN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLEME İLE MORFOMETRİK ANALİZİ	94
MORPHOMETRIC ANALYSIS OF SOFT TISSUES IN PATIENTS RECEIVING RADIOTHERAPY DUE TO HEAD AND NECK CANCER USING COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGING.....	95
OPTİMAL SAĞLIK İÇİN BESLENME VE YAŞAM TARZI STRATEJİLERİ.....	96
KRONİK HASTALIĞI BULUNAN BİREYLERDE DİJİTAL ORTAMDA SAĞLIK BİLGİSİ EDİNME VE TEYİT ETME DAVRANIŞLARININ HASTALIK ÖZ-YÖNETİMİ İLE İLİŞKİSİ.....	107
METABOLİK SENDROM HASTALARINDA İLACA VE AKDENİZ DİYETİNE UYUM DÜZEYİ İLE MYOKARD İNFARKTÜSÜ GEÇİRME RİSK ALGISININ BELİRLENMESİ.....	120
QUALITY ASSESSMENT OF YOUTUBE VIDEOS ON PLANTAR FASCIITIS.....	132
ASSOCIATION BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY HABITS AND MUSCULOSKELETAL PAIN AMONG HEALTH SCIENCES STUDENTS: A CROSS-SECTIONAL STUDY	133

ASSOCIATION BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY HABITS AND MUSCULOSKELETAL PAIN AMONG HEALTH SCIENCES STUDENTS: A CROSS-SECTIONAL STUDY	134
MİNDFULNESS VE ÜÇÜNCÜ DALGA PSİKOTERAPİ YAKLAŞIMLARININ PSİKİYATRİ HEMŞİRELİĞİNDE KULLANIMI: BİR DERLEME.....	138
KARVAKROLÜN CD36 EKSPRESYONUNA ETKİSİNİN H9C2 KARDİYAK HÜCRE HATTINDA İNCELENMESİ	145
ETWINNING İTE PROJELERİ BAĞLAMINDA ÖĞRETMEN EĞİTİMİNDE ULUSÖTESİ PROJE UYGULAMALARI YOLUYLA ÖĞRENME	146
LEARNING THROUGH TRANSNATIONAL PROJECT PRACTICES IN TEACHER EDUCATION WITHIN THE CONTEXT OF ETWINNING ITE PROJECTS.....	147
ETWINNING İTE PROJELERİ BAĞLAMINDA ÖĞRETMEN EĞİTİMİNDE ULUSÖTESİ PROJE UYGULAMALARI YOLUYLA ÖĞRENME	148
LEARNING THROUGH TRANSNATIONAL PROJECT PRACTICES IN TEACHER EDUCATION WITHIN THE CONTEXT OF ETWINNING ITE PROJECTS.....	149
ETWINNING PROJELERİNDE KATILIM VE KENDİNİ İFADE ETME: ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK FENOMENOLOJİK BİR ÇALIŞMA.....	150
PARTICIPATION AND SELF-EXPRESSION IN ETWINNING: A PHENOMENOLOGICAL STUDY OF PRE-SERVICE TEACHERS	151
TÜRKİYE'DE OKUL ÖNCESİ MÜZİK EĞİTİMİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.....	152
TÜRKİYE'DE PISA ODAKLI TEZLERİNİN METODOLOJİK EĞİLİMLERİ: SİSTEMATİK BİR DERLEME	154
METHODOLOGICAL TRENDS OF PISA-FOCUSED THESES IN TÜRKİYE: A SYSTEMATIC REVIEW.....	155
ÖĞRENCİLERİN OKUL FİZİKSEL MEKANLARINA YÜKLEDİKLERİ PSİKOLOJİK ANLAMLAR VE MEKÂN AİDİYETİ ÜZERİNE NİTEL BİR ARAŞTIRMA	160
AQUALİTATIVE STUDY ON THE PSYCHOLOGİCAL MEANİNGS STUDENTS ATTRİBUTE TO SCHOOL PHYSİCAL SPACES AND THEIR SENSE OF PLACETİTLE,.....	161
PSİKOLOJİK DANIŞMANLIK VE REHBERLİK ÖĞRENCİLERİNİN AKRAN ZORBALIĞI SENARYOLARINDA MÜDAHALE KARARLARININ İNCELENMESİ.....	180
YABANCILARA TÜRKÇE ÖĞRETİMİNDE MUZAFFER İZGÜ'NÜN "ANNEANNEM ASKERE GİDİYOR" KİTABININ A1 SEVİYESİNE SADELEŞTİRME ÇALIŞMASI*	217
A SIMPLIFICATION FOR THE A1 LEVEL OF MUZAFFER IZGU'S BOOK "ANNEANNEM ASKERE GİDİYOR" IN TURKISH LANGUAGE INSTRUCTION FOR FOREIGNERS	218
POZİTİF BİR DUYGU OLARAK MİNNETTARLIK: İYİ OLUŞ VE DİNİ BAŞA ÇIKMA SÜREÇLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	219
GRATITUDE AS A POSİTİVE EMOTİON: AN EVALUATİON OF WELL-BEİNG AND RELİGİOUS COPİNG PROCESSES	220
KUR'ÂN'DA TEMSİLÎ VE TEŞBİHÎ ANLATIM: İLK MUHATAPLARIN İDRAK DÜNYASI	

BAĞLAMINDA BELÂĞÎ BİR İNCELEME.....	230
REPRESENTATIONAL AND SIMILE-BASED EXPRESSION IN THE QUR'ÂN: A RHETORICAL STUDY IN THE CONTEXT OF THE PERCEPTUAL WORLD OF THE FIRST ADDRESSEES.....	231
ELMALILI'YA GÖRE TÜRKÇE KUR'AN MÜMKÜN MÜ? MUKADDİME EKSENİNDE BİR DEĞERLENDİRME	244
DİL KİTAPLARINDA İSTİŞHÂD EDİLEN AYETLERİN TEFSİRLERDEKİ YANSIMALARI-FÂ HARFİ ÜZERİNE İNCELEME.....	253
THE REFLECTIONS OF VERSES CITED IN LANGUAGE BOOKS IN COMMENTARIES- STUDY ON THE PARTICLE FÂ	254
BİR EDEBİ TÜR OLARAK TEFVÎF SANATI.....	255
THE ART OF TAFWÎF AS A LİTERARY DEVICE.....	256
İSTİLACI GÜMÜŞİ SAZAN (CARASSIUS GIBELIO) DERİLERİNDEN ENZİMATİK VE KİMYASAL YÖNTEMLERLE EKSTRAKTE EDİLEN TİP I KOLAJENDEKİ AĞIR METAL KONSANTRASYONLARI.....	261
HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN TYPE I COLLAGEN EXTRACTED FROM INVASIVE GIBEL CARP SKINS VIA ENZYMATIC AND CHEMICAL METHODS.....	262
SU ÜRÜNLERİ YAN ÜRÜNLERİ VE ATIKLARININ KARBON KAYNAĞI OLARAK KULLANILMASI.....	267
VALORIZATION OF SEAFOOD PROCESSING BY-PRODUCTS AND WASTE AS A SUSTAINABLE CARBON SOURCE.....	268
SAMSUN MERKEZ OSB ATIKSUYUNUN KİMYASAL KOAGÜLASYON İLE ARITIMI.....	272
TREATMENT OF SAMSUN CENTRAL ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE WASTEWATER BY CHEMICAL COAGULATION	273
GIDA ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN FONKSİYONEL GIDA GELİŞTİRİLMESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR YAKLAŞIM	279
ULTRA İŞLENMİŞ GIDALAR, İNFLAMASYON VE METABOLİK SAĞLIK: GÜNCEL KANITLARIN DERLEMESİ.....	281
YEŞİL KORUMACILIK VE KÜRESEL TİCARETİN DÖNÜŞÜMÜ: AVRUPA BİRLİĞİ SINIRDA KARBON DÜZENLEME MEKANİZMASI'NIN EKONOMİ-POLİTİĞİ.....	283
ÇALIŞMA YAŞAMINDA BİLGİ UÇURMA DAVRANIŞI (WHISTLEBLOWING)	292
WHISTLEBLOWING IN THE WORKPLACE.....	293
ÖRGÜTLERDE DİJİTALLEŞME VE ÇALIŞANLARIN PSİKOLOJİK DAYANIKLILIĞI.....	302
PSYCHOLOGICAL RESILIENCE AND IN ORGANIZATIONS IN THE DIGITALIZATION.....	303
THE ROLE OF STRATEGIC LEADERSHIP IN THE DEVELOPMENT OF LEARNING ORGANIZATIONS IN THE INFORMATION AGE: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW AND CONCEPTUAL MODEL PROPOSAL.....	311
TCK M. 104 KAPSAMINDA REŞİT OLMAYANLA CİNSEL İLİŞKİ SUÇU: KAVRAMSAL BELİRSİZLİKLER VE SUÇUN GEREKLİLİĞİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME.....	321

THE OFFENSE OF SEXUAL INTERCOURSE WITH A MINOR UNDER ARTICLE 104 OF THE TURKISH PENAL CODE: AN EVALUATION OF CONCEPTUAL AMBIGUITIES AND THE NECESSITY OF THE OFFENSE	322
ÇOCUKLARIN SUÇ ÖRGÜTÜ FAALİYETİ ÇERÇEVESİNDE İŞLENEN SUÇLARDA ARAÇ OLARAK KULLANILMASI: 7571 SAYILI KANUNLA GETİRİLEN DÜZENLEME BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME	323
THE USE OF CHILDREN AS INSTRUMENTS IN CRIMES COMMITTED WITHIN THE FRAMEWORK OF ORGANIZED CRIME ACTIVITIES: AN EVALUATION IN LIGHT OF THE REGULATION INTRODUCED BY LAW NO. 7571.....	324
DİYABET OLUŞTURULAN FARELERİN BEYİN VE BEYİNCİK DOKUSUNDA İNOS'UN İMMUHİSTOKİMYASAL LOKALİZASYONU	325
IMMUNOHISTOCHEMICAL LOCALIZATION OF İNOS IN CEREBRUM AND CEREBELLUM TISSUE OF DIABETIC MICE	326
PUHU (BUBO BUBO) DALAK DOKUSUNUN HİSTOKİMYASAL YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ	327
PUHU (BUBO BUBO) DALAK DOKUSUNUN HİSTOKİMYASAL YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ	328
PAYDAŞ OLARAK HAYVAN TEMSİLİNİN BİR HALKLA İLİŞKİLER ARACINA DÖNÜŞMESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	329
AN EVALUATION OF HOW ANIMAL REPRESENTATION AS STAKEHOLDERS HAS TRANSFORMED INTO A PUBLIC RELATIONS TOOL.....	330
ÜLKE İMAJINI GÜÇLENDİREN BİR İLETİŞİM ARACI OLARAK ARAMA KURTARMA KÖPEKLERİ	331
SEARCH AND RESCUE DOGS AS A COMMUNICATION TOOL THAT STRENGTHENS A COUNTRY'S IMAGE.....	332
TARIM ATIKLARININ FONKSİYONEL MALZEMELERE SÜRDÜRÜLEBİLİR DÖNÜŞÜMÜ: MISIR KABUĞUNUN ÇOK DİSİPLİNLİ KARAKTERİZASYONU VE ADSORPSİYON PERFORMANSI	333
SPOR BRANŞINA GÖRE BİREYLERİN MUTLULUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	340
TAKIM VEYA BİREYSEL SPORLARLA İLGİLENEN GENÇ BİREYLERİN BİREYSEL VE SOSYAL SORUMLULUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ.....	349
FARKLI MÜZİK TÜRLERİNİN GENÇ GÜREŞÇİLERDE TOPARLANMAYA ETKİSİ.....	358
BİSİKLET BİLGİSAYARLARINDA İLERİ TEKNOLOJİ KULLANIMININ SPORCU PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	360
THE EFFECTS OF ADVANCED TECHNOLOGY USE IN CYCLING COMPUTERS ON ATHLETE PERFORMANCE	361
DİJİTAL SPOR EKOSİSTEMLERİNDE AKTİF ULAŞIMDA KUŞAKLAR ARASI TEKNOLOJİ ADAPTASYONU VE ÇEVRESEL KOŞULLARIN FİZİKSEL AKTİVİTE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ.....	367
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN ÖZNEL MUTLULUK DÜZEYLERİNİN BAZI	

DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ.....	375
SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL KARŞILAŞTIRMA DÜZEYLERİNİN BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	382
SINIRLI KAFESLER ÜZERİNDEKİ SIRA TEMELLİ UNİNORMLAR HAKKINDA	389
SINIRLI KAFESLER ÜZERİNDEKİ UNİNORMLAR HAKKINDA BAZI İLERİ SONUÇLAR.....	395
PTCDA VE GO ARA TABAKALI Al/p-Si YARIİLETKEN YAPILARININ DİELEKTRİK SABİTİ VE DİELEKTRİK KAYIP ÖZELLİKLERİNİN FREKANS BAĞLI DURUMU	402
Al/GO:PTCDA/p-Si YAPILARIN 100 KHZ ve 500 KHZ FREKANS ARALIĞINDA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK DURUMLARI.....	407
PREKLİNİK MODEL ORGANİZMA <i>Galleria mellonella</i> 'da TEKRARLI GAVAJ (ZORLA BESLEME) UYGULAMA SONRASI BAĞIŞIKLIK SİSTEMİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER.....	413
IMMUNE SYSTEM CHANGES IN THE PRECLINICAL MODEL ORGANISM <i>Galleria mellonella</i> FOLLOWING REPEATED GAVAGE (FORCE FEEDING) ADMINISTRATION	414
<i>PLEUROTUS OSTREATUS</i> VE EKMEK KÜFÜ KAYNAKLI KARBON KUANTUM NOKTALARININ P(HEMA) KRİYOJELLERE İMMOBİLİZASYONU VE BSA ETKİLEŞİMLERİNİN İNCELENMESİ	423
DOPAMİN ENTEGRE EDİLMİŞ ADİPOZ DOKU MEZENKİMAL KÖK HÜCRE EKSOZOMLARININ İN VİTRO ALZHEİMER HASTALIĞI MODELİNDEKİ ETKİLERİ.....	425
EFFECTS OF DOPAMINE-PRECONDITIONED ADIPOSE TISSUE-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELL EXOSOMES IN AN IN VİTRO MODEL OF ALZHEİMER'S DİSEASE.....	426
İNME MODELİNDE AP2A1 ARACILI MİKROGLIAL SENESENS VE NÖROİNFLAMASYONDA WHARTON JELİ KAYNAKLI MEZENKİMAL KÖK HÜCRE EKSOZOMLARININ TERAPÖTİK ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	427
EVALUATION OF THE THERAPEUTIC EFFECT OF WHARTON'S JELLY-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELL EXOSOMES IN AP2A1-MEDIATED MİKROGLIAL SENESENCE AND NEUROİNFLAMMATION IN A STROKE MODEL	428
KURKUMİN ile ÖN KOŞULLANDIRILAN MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERDEN TÜRETİLEN EKSOZOMLARIN, TİYOASETAMİD ile İNDÜKLENEN KARACİĞER HASARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İN VİTRO DENEYSEL ÇALIŞMALARLA İNCELENMESİ.....	429
INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF EXOSOMES DERIVED FROM CURCUMİN- PRECONDITIONED MESENCHYMAL STEM CELLS ON THİOACETAMİDE-INDUCED LİVER INJURY THROUGH IN VİTRO EXPERİMENTAL STUDİES	431
SESSİZ KONUŞMA BEYİN BİLGİSAYAR ARAYÜZÜ KULLANARAK BELİRLENMİŞ RUTİN HAREKETLERİN SESLENDİRİLMESİ İÇİN YENİLİKÇİ BİR ALT YAPI TASARIMI	433
CRISPR YOLUYLA IL-10 UP-REGÜLE EDİLEN MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN İMMUNOSUPRESİF KAPASİTESİ.....	441
GÖMÜLÜ SİSTEMLERDE FP16 OPTİMİZASYONU İLE YOLOv8n PERFORMANS ANALİZİ.....	443
PERFORMANCE ANALYSIS OF YOLOV8N WITH FP16 QUANTIZATION ON EMBEDDED SYSTEMS.....	444

YAZILIM GELİŞTİRME YAŞAM DÖNGÜSÜ VERİLERİNİN SÜRE VE EFOR TAHMİNİNE YÖNELİK VERİ SETİ HAZIRLANMASI VE ANALİZİ.....	452
PREPARATION AND ANALYSIS OF A DATASET FOR DURATION AND EFFORT ESTIMATION IN SOFTWARE DEVELOPMENT LIFE CYCLE.....	453
THE ROLE OF BATTERY ENERGY STORAGE SIZING IN RENEWABLE ENERGY INTEGRATION INTO POWER GRIDS.....	459
ARABA-KAYAN EKSANTRİK KÜTLELİ ANKASTRE-SERBEST KİRİŞ SİSTEMİNİN BASKIN MODAL MODELİ: EULER-BERNOULLI TABANLI ANALİTİK-NÜMERİK BİR İNCELEME.....	466
DOMINANT MODAL MODEL OF A CLAMPED-FREE BEAM SYSTEM WITH A CART AND A SLIDING ECCENTRIC MASS: AN EULER-BERNOULLI-BASED ANALYTICAL-NUMERICAL STUDY.....	467
GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI MODAL ANALİZ İLE HAREKETLİ KÜTLELİ ANKASTRE-SERBEST KİRİŞ SİSTEMİNDE DOĞAL FREKANS VE SÖNÜM ORANININ BELİRLENMESİ	477
DEMİRYOLU DOLGULARININ SAYISAL DİNAMİK ANALİZİNDE MODEL GENİŞLİĞİ OPTİMİZASYONU VE SINIR ETKİLERİ	490
KARBONATLAŞMANIN BETONARME KİRİŞLERİN YAPISAL DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN SONLU ELEMAN TABANLI PARAMETRİK ANALİZİ	502
SÜPERPOZE AV TÜFEĞİ HOROZ MEKANİZMASININ DİNAMİK ANALİZİ VE TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU İLE TASARIM İYİLEŞTİRMESİ	512
EFFECT OF NEODYMIUM MAGNETS ON BLDC MOTOR PERFORMANCE.....	521
BETON KUMAŞ KOMPOZİTLERİN EĞİLME DAVRANIŞININ DENEYSEL VE SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ	530
EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE FLEXURAL BEHAVIOR OF CONCRETE CANVAS COMPOSITES	531
PARAMETRIC ASSESSMENT OF A SOLAR-DRIVEN COMBINED COOLING, HEATING, AND POWER (CCHP) PLANT IN LİBYA.....	532
AISI 1040 ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA TEZGÂH AKIMININ, KESME PARAMETRELERİNE BAĞLI MAKİNE ÖĞRENMESİ TEMELLİ MODELLENMESİ.....	550
MACHINE LEARNING-BASED MODELING OF MACHINE CURRENT IN TURNING AISI 1040 STEEL DEPENDING ON CUTTING PARAMETERS.....	551
AISI 1050 ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA KESME PARAMETRELERİNİN TEZGÂH GÜÇ TÜKETİMİNE ETKİSİNİN DENEYSEL ANALİZİ VE REGRESYON TABANLI MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE TAHMİNİ	560
EXPERIMENTAL ANALYSIS AND PREDICTION OF THE EFFECT OF CUTTING PARAMETERS ON MACHINE POWER CONSUMPTION DURING TURNING OF AISI 1050 STEEL USING REGRESSION-BASED MACHINE LEARNING	561
LINEAR FUNCTIONALS AND BOUNDED LINEAR OPERATORS IN HILBERT SPACES	568
CONSTRUCTION AND FUNCTIONING OF KNOWLEDGE IN THE DIDACTIC SYSTEM.....	572
AI-DRIVEN DIGITAL TRANSFORMATION IN EMERGING ECONOMIES: OPPORTUNITIES,	

RISKS, AND STRATEGIC INTEGRATION	573
ENTROPY GENERATION ANALYSIS OF TERNARY NANOFLUID IN AN ELLIPTICAL CAVITY UNDER NATURAL CONVECTION	581
MAGNETOHYDRODYNAMIC CONJUGATE MIXED CONVECTION HEAT TRANSFER OF A TERNARY NANOFLUID IN LID-DRIVEN TRIANGULAR CAVITIES.	582
TRANSFORMING FOOT CARE: THE ROLE OF AI IN MORTON'S NEUROMA	583
FUTURE, ENERGY AND SUSTAINABILITY.....	584
FAST-FORWARD TO THE FUTURE OF MOBILITY	585
RECENT TRENDS IN CYBERSECURITY AND INFORMATION SECURITY: CHALLENGES, SOLUTIONS, AND FUTURE DIRECTIONS.....	586
CIVIL EMERGENCIES IN ALBANIA: LEGAL FRAMEWORK, RESPONSE MECHANISMS, AND INSTITUTIONAL COORDINATION.....	587
FORMATION OF BIOLOGICAL COMPETENCES IN A UKRAINIAN SCHOOLCHILD IN MODERN CONDITIONS.....	591
DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF BACTERIAL PEROXIDASE-TITANIUM OXIDE NANO-BIOCONJUGATES FOR ENHANCED WASTEWATER TREATMENT	592
THE ROLE OF HEALTHCARE PERSONNEL IN MITIGATING ENERGY POVERTY: A KNOWLEDGE ASSESSMENT STUDY	593
CHARACTERIZATION OF ZOONOTIC AND OPPORTUNISTIC FUNGAL FLORA ASSOCIATED WITH FREE-LIVING RODENTS IN THE KOHAT REGION	594
CESAREAN SECTION WITH CONCURRENT MYOMECTOMY IN A PRIMIGRAVID WOMAN WITH MULTIPLE POSTERIOR WALL FIBROIDS	595
SITE-SPECIFIC DRUG RELEASE USING PRODRUG STRATEGY	598
HARNESSING THERMAL-FLUID DYNAMICS: ADVANCED MODELING, INTELLIGENT CONTROL, AND EMERGING ENGINEERING APPLICATIONS.....	599
ANTIMICROBIAL RESISTANCE PATTERNS OF BACTERIAL PATHOGENS ISOLATED FROM OCULAR INFECTIONS IN KHYBER PAKHTUNKHWA, PAKISTAN.....	600
“PLACES OF MEMORY” ON PAPER: NAPOLEON ORDA’S GRAPHIC LEGACY AND THE CONSERVATION OF 19TH-CENTURY HISTORICAL LANDSCAPES	601
AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT MELTING SNOW BY ALVIN B. CRUZ.....	602
AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT LEAVES BY CLIVE GREWCOCK.....	605
AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY IRINA GULIAEVA ABOUT FRAGILITY	608
THE LINEAGE OF THE FOUNDER OF QASR AL-MUWAQQAR, CALIPH YAZID II POLITICAL AND SPATIAL IMPLICATIONS – AN ANALYTICAL STUDY By Mohammed Waheeb.....	611
AUTHENTICITY OF PLACE AND SPATIAL REDUNDANCY: A STUDY ON THE HISTORICAL AND ARCHAEOLOGICAL JUSTIFICATIONS OF GEOGRAPHIC DUPLICATION.....	613
THE NEUTRALITY OF MIGRATION BETWEEN POLITICAL DISCOURSE AND SOCIAL REALITY:	

A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF INTEGRATION AND PUBLIC PERCEPTION	615
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE TRANSFORMATION OF EDUCATIONAL CAPITAL: A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF INEQUALITY AND INSTITUTIONAL ADAPTATION	643
PRECARITY AND ADAPTATION IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF WORK SECURITY AMONG YOUTH.....	669
LIE IDEALS WITH LEFT DERIVATIONS IN 3-PRIME NEAR-RINGS.....	700
DEEP SEA BRINE GENERATION BY SPONTANEOUS REVERSE OSMOSIS.....	701
16. YÜZYILDA LİTVANYA BÜYÜK DÜKLÜĞÜ'NDE KİTAP BASIMINDA ÖNEMLİ BİR KİŞİ OLAN PIOTR MSTISLAVETS	702
PIOTR MSTISLAVETS, A KEY PERSON IN THE BOOK PRINTING IN THE GRAND DUCHY OF LITHUANIA IN THE 16TH CENTURY.....	703
EDGE COMPUTING FOR REAL-TIME FRAUD DETECTION MODULES REDUCING LATENCY IN FINTECH PROJECT DELIVERY.....	704
SENTIMENT-BASED "ALGORITHMIC TRADING" FOR PROJECT CONTINGENCY FUNDS AI FOR FINANCIAL RESILIENCE	705
ADVERSARIAL AI FOR PROJECT "RED TEAMING" AUTOMATING VULNERABILITY DISCOVERY IN SOFTWARE LIFECYCLES.....	706
RISK MANAGEMENT DYNAMICS AND THEIR IMPACT ON FINANCIAL PERFORMANCE: A COMPARATIVE OVERVIEW OF ALBANIA AND KOSOVO	707
BLOCKCHAIN-BASED FINANCIAL SYSTEMS: ENGINEERING ARCHITECTURES AND ECONOMIC STABILITY.....	708
MALEZYA SOSYAL TİCARET MİKRO-E-GİRİŞİMCİLİĞİNDE İLİŞKİSEL VE GÜVENE DAYALI ZORLUKLAR.....	724
RELATIONAL AND TRUST-BASED CHALLENGES IN MALAYSIAN SOCIAL-COMMERCE MICRO-E-ENTREPRENEURSHIP	725
ASYMMETRIC EFFECTS OF THE GLOBAL FINANCIAL CRISIS ON FOREIGN DIRECT INVESTMENT: A COMPARATIVE ANALYSIS OF WESTERN AND EASTERN EU MEMBER STATES.....	726
TOWARDS A SUSTAINABLE NATIONAL FRAMEWORK FOR TALENT MANAGEMENT IN JORDAN: ESTABLISHING A CREATIVE ECOSYSTEM IN THE SOUTHERN LEVANT TO SERVE REGIONAL ECONOMIES.....	727
CHARACTERIZATION OF ZOONOTIC AND OPPORTUNISTIC FUNGAL FLORA ASSOCIATED WITH FREE-LIVING RODENTS IN THE KOHAT REGION	729
PROCESS DEVELOPMENT FOR REACTOR-SCALE SYNTHESIS OF BIOACTIVE ESTERS.....	730
ENHANCEMENT OF CATALYTIC ACTIVITY OF IMMOBILIZED LIPASE ON MAGNETIC NANOPARTICLES.....	731
LACTOBACILLUS PLANTARUM AS A PROMISING PROBIOTIC: HEALTH BENEFITS AND MECHANISMS OF ACTION.....	732

IMPACT OF SURFACE CHEMISTRY.....	733
TRENDS AND DETERMINANTS OF MORTALITY FROM EMERGING INFECTIOUS DISEASES IN NIGERIA.....	734
THE INTERCONNECTION OF NATIONAL CONSCIOUSNESS AND PERSONALITY DEVELOPMENT IN CAREER GUIDANCE	740
METHODOLOGY OF AESTHETIC EDUCATION THROUGH THE USE OF KAZAKH FOLKLORE IN PREPARATORY GROUPS	744
METHODOLOGY FOR DEVELOPING NATIONAL CONSCIOUSNESS THROUGH ETHNOCULTURAL VALUES IN THE CONDITIONS OF A PEDAGOGICAL COLLEGE	748
THE ROLE OF THE CREATIVE ECONOMY IN IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF LOCAL TOURISM: A STUDY ON CULTURE-BASED CREATIVE PRODUCTS	752
TRANSFORMATION OF THE CREATIVE ECONOMY THROUGH THE DEVELOPMENT OF THE HALAL INDUSTRY IN INDONESIA	753
THE EFFECT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE UTILIZATION AND ADVERTISING OPTIMIZATION ON BUSINESS PERFORMANCE OF HALAL CREATIVE ECONOMY PRODUCTS IN SHOPEE AND TIKTOK SHOP	754
THE INTEGRATION OF DIGITAL BRANDING AND PRODUCT INNOVATION IN ENHANCING THE VALUE ADDED OF THE CREATIVE ECONOMY: A CASE STUDY OF CULINARY SMES IN PEKALONGAN REGENCY	755
ANALYSIS OF CREATIVE SUPPLY CHAIN STRUCTURE BASED ON LOCAL WISDOM IN INCREASING THE ECONOMIC RESILIENCE OF COASTAL COMMUNITIES	756
INTEGRATION OF THE HALAL INDUSTRIAL ECONOMY IN GLOBAL SUPPLY CHAINS TO PROMOTE SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH.....	757
INTEGRATION STRATEGY OF CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY IN THE ERA OF GLOBALIZATION	758
THE ROLE OF THE HALAL INDUSTRY IN SUPPORTING A SUSTAINABLE CREATIVE ECONOMY ECOSYSTEM	759
HYBRIDIZATION OF THE CREATIVE ECONOMY AND THE HALAL INDUSTRY: AN ANALYSIS WITHIN THE FRAMEWORK OF POLITICAL ECONOMY AND GLOBAL CAPITALISM	760
DIGITAL TRANSFORMATION IN THE HANDICRAFT SECTOR: PENETRATING THE GLOBAL MARKET THROUGH E-COMMERCE AND VISUAL STORYTELLING	761
THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TRANSFORMING THE HALAL CREATIVE ECONOMY ECOSYSTEM ON DIGITAL PLATFORMS.....	762
CREATIVE DISRUPTION IN THE HALAL INDUSTRY: NAVIGATING INNOVATION IN THE DIGITAL ERA.....	763
GLOBAL ECONOMIC VOLATILITY AND CORPORATE FINANCIAL RESILIENCE: THE STRATEGIC ROLE OF ACCOUNTING IN RISK MITIGATION	764
THE IMPACT OF DIGITAL FINANCIAL LITERACY ON GENERATION Z'S CONSUMPTIVE BEHAVIOR WITHIN DIGITAL MARKETPLACES.....	765

“THE IMPACT OF HEALTH SUBSIDY POLICIES ON PUBLIC WELFARE”	766
THE PROFESSIONAL ROLE OF ACCOUNTANTS IN INTERPRETING FINANCIAL STATEMENTS	767
THE INFLUENCE OF LIVE SHOPPING ON GENERATION Z'S PURCHASE INTEREST IN MSME PRODUCTS.....	768
THE IMPORTANT INFLUENCE OF ACCOUNTING ON COMMUNITY FINANCE IN SEMARANG	769
THE IMPACT OF DIGITAL FEEDBACK ON EFL UNIVERSITY STUDENTS' LISTENING PROFICIENCY	770
ADSORPTION OF BASIC DYES IN SINGLE AND MIXTURE SYSTEMS ON A BIOPOLYMERCLAY COMPOSITES.....	771
DIGITAL HUMANITIES IN SMALL LITERATURES The Algorithmic marginalization of Albanian literature	772
KOSOVA'DA SUHAREKA BELEDİYESİ'NDE CORINE ARAZI ÖRTÜSÜ (CLC) DEĞİŞİMLERİNİN ANALİZİ (2009–2018) Phd (c), Faton MORINA 1/ Title, Valbon BYTYQI 2	773
ANALYSIS OF CORINE LAND COVER (CLC) CHANGES (2009–2018) IN THE MUNICIPALITY OF SUHAREKA, KOSOVO PhD (c), Faton MORINA 1/ Title, Valbon BYTYQI 2	774
THE GUARDIANS OF HUMAN MEMORY: THE ROLE OF INTERNATIONAL RELATIONS AND INSTITUTIONS IN PRESERVING CULTURAL HERITAGE DURING CONFLICTS	775
A STUDY OF ROOT WORD SLOTS BY EUROPEAN LINGUISTS.....	777
THE GENERAL PARTNERSHIP BETWEEN THE CIVIL CODE AND COMMERCIAL LEGISLATION: LEGAL CHALLENGES WITHIN THE ALBANIAN LEGAL SYSTEM	780
GREEN SYNTHESIS OF CARBON DOTS FROMCOLD CARBONIZATION OF MUSA ACUMINATA PEEL AND THEIR EFFECTS ON FENNEL SEED GERMINATION.....	789
COMPARATIVE ANALYSIS OF MICROBIAL COMMUNITY STRUCTURE AND FUNCTIONAL METABOLIC DIVERSITY ACROSS DIFFERENT AQUATIC ECOLOGICAL NICHES	790
THE IMPLEMENTATION OF SHARIA ACCOUNTING PRINCIPLES ON FINANCIAL TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY.....	791
THE ROLE OF MICRO, SMALL, AND MEDIUM ENTERPRISES (MSMES) IN ENHANCING COMMUNITY ECONOMIC DEVELOPMENT	792
ISLAMIC ECONOMICS AS A SOLUTION FOR A JUST MODERN ECONOMIC SYSTEM.....	793
RELIGIOUS MODERATION AS THE PILLAR OF INDONESIAN UNITY	794
MODERASI BERAGAMA SEBAGAI PILAR PERSATUAN INDONESIA.....	795
FUAD KÖPRÜLÜNÜN TÜRKOLOJİ QURULTAYDA ROLU	796
THE ROLE OF Fuad Köprülü IN THE TURKOLOGICAL CONGRESS.....	797
İBTİDAİ SİNİFLƏRDƏ AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ MÜƏLLİMLƏRİN OYUN ƏSASINDA TƏLİM KEÇMƏSİNİN ƏHƏMİYYƏTİ	798
MƏTN ÜZƏRİNDƏ İŞ ƏSASINDA İBTİDAİ SİNİF ŞAĞİRDƏLƏRİNİN MƏNTİQİ DÜŞÜNCƏSİNİN	

İNKİŞAFI	800
YENİ DÖVR (1800-1920) AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: QARABAĞ'LI ŞAİRE FATİMƏ XANIM KEMİNƏDƏ ZƏMANƏDƏN GƏLƏN FƏRYADLARIN POETİK NİSGİLLƏRİ.....	804
EVVEL VƏ DEVAMDA YARADILIŞIN HEYRETİ VE NUH EYYAMINDA İMANSIZLARIN GAFLƏT BURULĞANLARI.....	822
YENİ DÖVR (1800-1920) AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: NAXÇIVAN ƏDƏBİ MÜHİTİNDƏ KLASSİK ƏNƏNƏLƏR VE YENİ MEYLLƏRİN KLASSİK SƏCİYYƏLƏRİ.....	841
TECHNOLOGICAL ADVANCEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATIONAL SETTINGS.....	855
AZERBAIJANI LANGUAGE TEXTBOOK AND STUDENT MOTIVATION.....	857
TEACHING OF MODERN TEXTS IN THE AZERBAIJANI LANGUAGE TEXTBOOK AND STUDENT MOTIVATION	858
AŞIQ YARADICILIĞI ƏDƏBİYYATŞÜNASLIQ TƏHLİLLƏRİNDƏ.....	859
MƏMMƏD ARAZ YARADICILIĞINDA İNSAN VƏ TƏBİƏT HARMONİYASI.....	862
HARMONY OF HUMANITY AND NATURE IN THE CREATIVE WORK OF MAMMAD ARAZ.....	866
TERMINOLOGIYA SISTEMI: NƏZƏRİ ƏSASLAR VƏ ELMİ ÜNSİYYƏTDƏ ROLU.....	867
MICROPLASTICS DEGRADATION: CHEMICAL, PHOTOCATALYTIC, AND ENZYMATIC APPROACHES	870
ELECTROCHEMICAL CO₂ REDUCTION TO VALUE-ADDED CHEMICALS: CATALYST DESIGN AND REACTION MECHANISMS	884

3D BASKI TEKNOLOJİSİ İLE FARKLI FİLAMENTLERDEN (PLA, ABS, PETG, NYLON) ÜRETİLEN POLİMER YAPILARIN ELYAF TAKVİYELİ YÜZEY MODİFİKASYONU SONRASI TRİBOLOJİK DAVRANIŞ VE MEKANİK ÖZELLİKLERDEKİ DEĞİŞİMİN ARAŞTIRILMASI: BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ

Yunus Emre KIRMIZI¹ / Doç. Dr. Emre ALTAŞ²

¹Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü

y.emre_red29@hotmail.com, ORCID: 0009-0007-0973-902X

²Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

emrealtas@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9296-8881

Özet

Eriyik yığma modelleme (Fused Deposition Modeling, FDM) yöntemiyle üretilen polimerik parçaların işlevsel mühendislik uygulamalarındaki kullanım alanı, eklemeli imalat teknolojilerinin endüstriyel olgunluğa erişmesi ve benimsenme hızının artmasıyla birlikte son yıllarda önemli ölçüde genişlemiştir. PLA (polilaktik asit), ABS (akrilonitril-bütadien-stiren), PETG (polietilen tereftalat glikol) ve Nylon gibi termoplastik filamentler, prototipleme ile son kullanım parçası üretiminin her ikisinde de önde gelen malzeme seçenekleri arasındadır. Ancak söz konusu polimerlerin takviyesiz halleriyle sergilediği mekanik ve tribolojik performans, yüksek temas gerilmesi, aşınma direnci ve düşük sürtünme katsayısı (COF) gibi kritik tasarım gerekliliklerini karşılamakta çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Bu sınırlılığın aşılmasında elyaf takviyeli yüzey modifikasyonu etkin bir çözüm sunmaktadır. Karbon (CF), cam (GF) ve aramid elyaflarının polimer matrisine entegrasyonunun, fiber/matris arayüzey uyumu ve proses parametreleri doğrultusunda mekanik ve tribolojik davranışı kayda değer ölçüde iyileştirebildiği güncel literatürde kapsamlı deneysel kanıtlarla belgelenmiştir. Bu çalışmada, 2018–2026 yılları arasında yayımlanmış hakemli çalışmalar temel alınarak FDM yöntemiyle üretilen dört temel filament malzemesine uygulanan elyaf takviyeli yüzey modifikasyonunun mekanik ve tribolojik özellikler üzerindeki etkileri sistematik biçimde incelenmiş; filament türü, takviye elemanı cinsi ve miktarı ile proses parametrelerinin aşınma hızı, sürtünme katsayısı, çekme-eğilme dayanımı ve yüzey sertliği üzerindeki etkileri karşılaştırmalı tablo eşliğinde tartışılmış, mevcut araştırma boşlukları belirlenmiş ve ileriki çalışmalar için öncelikli yönler ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli imalat, FDM, Filament polimerleri, Elyaf takviyesi, Triboloji, Aşınma davranışı, Mekanik özellikler, Yüzey modifikasyonu

1. GİRİŞ

Eklemeli imalat (Additive Manufacturing, AM), karmaşık geometrilerin azaltılmış malzeme israfıyla ve geniş tasarım özgürlüğüyle üretilmesini mümkün kılarak geleneksel talaşlı imalat ve kalıba döküm süreçlerine güçlü bir alternatif oluşturmaktadır. Bu teknoloji ailesi içinde eriyik yığma modelleme (Fused Deposition Modeling, FDM) ya da eriyik filament üretimi (Fused Filament Fabrication, FFF); düşük ekipman ve işletim maliyeti, geniş malzeme yelpazesi ve pratik kullanım kolaylığı gibi özellikleri sayesinde hem endüstriyel hem de akademik çevrelerde en yaygın benimsenen yöntem konumuna gelmiştir (Wickramasinghe vd., 2020; Fico vd., 2022). Küresel eklemeli imalat pazarının 2023 yılında yaklaşık 20,37 milyar dolara ulaştığı ve 2024–2030 dönemi için yıllık %23,3 büyüme hızının öngörüldüğü rapor edilmektedir. Bu büyüme eğilimi, FDM bileşenlerinin malzeme performansına ilişkin araştırma gereksinimini de doğrudan artırmaktadır.

FDM süreci, ısıl bir ekstrüder nozulundan geçirilerek eritilen termoplastik filamentin CAD verilerinden türetilen takım yolları boyunca katman katman yığılması esasına dayanmaktadır. Her yeni katmanın bir öncekiyle difüzyon kaynaklı bağlanma (interlayer bonding) mekanizması aracılığıyla birleşmesi, yöntemin temel yapısal zayıflığını oluşturduğu kadar proses optimizasyonunun da odak noktasını belirlemektedir. Katman kalınlığı, raster açısı, dolgu deseni, dolgu oranı ve baskı sıcaklığı; nihai parçanın mikroyapısal kalitesini, boyutsal hassasiyetini ve makroskobik mekanik anizotropisini doğrudan etkilemektedir (Vieweger vd., 2024). Bu parametrelerin birbirinden bağımsız değil, karşılıklı etkileşimler aracılığıyla nihai performansı şekillendirdiği göz ardı edilmemelidir.

FDM sürecinde en yaygın kullanılan termoplastik filamentler arasında PLA, ABS, PETG ve Nylon sayılabilir. PLA; biyobozunur yapısı ve düşük baskı sıcaklığı (190–220 °C) ile FDM için en kolay işlenen malzeme olmakla birlikte, düşük cam geçiş sıcaklığı ($T_g \approx 60$ °C) ve sınırlı aşınma direnci işlevsel uygulamalarda kısıtlayıcı faktörler olarak öne çıkmaktadır. ABS, yüksek darbe direnci ve termal dayanımıyla ($T_g \approx 105$ °C) işlevsel parça üretiminde güçlü bir tercih olmayı sürdürürken, yüksek büzülme eğilimi ısıtmalı baskı ortamı gerektirmektedir. PETG, amorf mikroyapısından kaynaklanan düşük COF potansiyeli ve kimyasal direnciyle dengeli bir performans profili sunarken; Nylon, intrinsik düşük sürtünme katsayısı (0,20–0,40) ve üstün aşınma direnciyle tribolojik uygulamaların önde gelen tercihi konumundadır (Rodríguez-Panes vd., 2018; Struz vd., 2024).

Takviyesiz FDM parçalarının söz konusu performans sınırlılıklarını aşmak amacıyla karbon elyafı (CF), cam elyafı (GF) ve aramid (Kevlar) başlıca araştırma konuları arasına girmiştir. Kısa karbon fiber ile grafen nanopartikülün (SCF+GNP) birlikte kullanımının özgül aşınma hızını beş kat azalttığına ilişkin deneysel bulgular (Al Abir vd., 2023) ve sürekli CF ile Nylon matrisinde ulaşılan %300 düzeyindeki çekme dayanımı artışları (Fico vd., 2022), elyaf takviyesinin FDM baskılı polimerlerin performans sınırlarını ne denli zorlayabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Öte yandan takviye elemanının türü, fiber/matris arayüzey kalitesi ve proses parametreleri; nihai performans çıktıları üzerinde karmaşık ve çoğunlukla doğrusal olmayan etkiler yaratmaktadır.

Bu literatür incelemesi; FDM yöntemiyle üretilen PLA, ABS, PETG ve Nylon matrisli polimerlere uygulanan elyaf takviyeli yüzey modifikasyonunun mekanik ve tribolojik performans üzerindeki etkilerini güncel hakemli çalışmalar temel alınarak sistematik biçimde ele almaktadır. İzleyen bölümlerde sırasıyla proses parametrelerinin mekanik anizotropiye etkisi, elyaf takviyesinin mekanik ve tribolojik davranışa katkısı, çevresel faktörlerin uzun vadeli performansa yansımaları ve son olarak araştırma boşlukları ile gelecek perspektifleri aktarılacaktır.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.1 Filament Malzemeleri ve Proses Parametrelerinin Mekanik Anizotropiye Etkisi

FDM ile üretilen parçaların en belirgin karakteristiği olan mekanik anizotropi; baskı yönü, raster açısı, katman kalınlığı ve dolgu konfigürasyonunun karmaşık etkileşiminden kaynaklanmakta ve parçanın farklı yüklemeye doğrultularındaki davranışını köklü biçimde farklılaştırmaktadır. Bu parametreler arasında raster açısı en belirleyici konumdadır. $0^\circ/0^\circ$ (paralel) raster düzeni en yüksek eğilme dayanımını üretirken $45^\circ/45^\circ$ konfigürasyonu daha düşük eğilme dayanımına karşın belirgin süneklik ve plastik deformasyon kapasitesi sunmakta; dolayısıyla statik ve dinamik yüklemeye hedeflerine göre farklı raster stratejileri benimsenmesi gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır (Ramírez-Prieto vd., 2025). Alternatif raster açısının tek yönlü dizilime kıyasla çekme dayanımı ve sertlik açısından daha düşük değerler ürettiği de deneysel olarak doğrulanmıştır (Vieweger vd., 2024).

Katman kalınlığı, hem mekanik dayanım hem de yüzey kalitesi üzerinde doğrudan belirleyici bir rol üstlenmektedir. İnce katmanlar birim yükseklik başına daha fazla birleşim arayüzü ve daha iyi difüzyon kaynaklı bağlanma sağlayarak çekme dayanımını, uzama kapasitesini ve yorulma ömrünü olumlu yönde etkiler. PETG üzerinde yürütülen çalışmalar, 0,25 mm katman kalınlığı ve maksimum dolgu oranı kombinasyonunun basma dayanımında %20 iyileşme sağladığını ortaya koymuştur (Alarifi, 2023). Dolgu deseni ve oranı da parçanın mekanik kapasitesini yönlendiren temel tasarım girdileri arasındadır; yük yönüyle hizalı dolgu deseni ve yüksek dolgu yoğunluğu kombinasyonunun literatürde en iyi mekanik sonuçları tutarlı biçimde ürettiği bildirilmektedir (Vieweger vd., 2024). Bu noktada, söz konusu parametrelerden herhangi birinin tek başına optimize edilmesinin yeterli olmadığı; asıl performansın parametreler arası etkileşimlerin bütünsel yönetiminden kaynaklandığı vurgulanmalıdır.

Malzeme türünün temel mekanik ve tribolojik profilini anlamak, takviyenin sağladığı kazanımı doğru yorumlamak açısından zorunlu bir başlangıç noktası oluşturmaktadır. PLA çekme dayanımı (37–65 MPa) ABS'den (30–55 MPa) yüksek olmakla birlikte ABS, dinamik yükler altında daha sünek bir davranış ve daha yüksek darbe absorpsiyonu sergilemektedir (Rodríguez-Panes vd., 2018). PETG, amorf mikroyapısı nedeniyle saf polimer grubu içinde en düşük COF potansiyeline sahip malzeme konumundayken; Nylon, intrinsik kayganlığı ve düşük COF değeriyle tribolojik uygulamaların vazgeçilmez tercihidir. Farklı FDM filamentlerini aşınma testi ve DMA yöntemiyle karşılaştıran çalışmalar, PA'nın en düşük aşınma değerlerini verdiğini ve baskı yönünün COF ile aşınma derinliği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki yarattığını teyit etmektedir (Struz vd., 2024).

2.2 Elyaf Takviyesinin Mekanik Özellikler Üzerindeki Etkisi

Önceki bölümde ortaya konulan temel filament sınırlılıkları, elyaf takviyesinin potansiyel katkı alanını ve araştırma gereksinimini açıkça belirlemektedir. Bu bağlamda karbon elyafı (CF), yüksek spesifik mukavemet ve rijitliğiyle FDM kompozit filamentlerinde en yaygın kullanılan takviye elemanı konumundadır. Sürekli CF ile Nylon matrisinde üretilen kompozitlerde çekme dayanımı, takviyesiz referansa kıyasla %300 düzeyine ulaşan artışlar kaydetmektedir (Fico vd., 2022). Kısa CF takviyeli PLA matrisinde ise dolgu oranı ve raster açısına bağlı karmaşık bir yorulma profili ortaya çıkmakta; %50 dolgu + 45° ve %75 dolgu + 0° kombinasyonlarının en uzun yorulma ömrünü sağladığı deneysel olarak kanıtlanmıştır (Kargar & Ghasemi-Ghalebahman, 2023). Bu bulgular, tek bir proses parametresinin optimize edilmesinin yetmediğini; asıl performansın takviye ile proses parametrelerinin bütünsel yönetiminden kaynaklandığını açıkça ortaya koymaktadır.

Kısa karbon fiber ile grafen nanopartikülün (SCF+GNP) PLA matrisinde birlikte kullanıldığı çalışmada, iki doldurucu arasındaki sinerjik etkinin dikkat çekici sonuçlar ürettiği görülmüştür. Tüm kompozitler saf PLA'ya kıyasla (COF 0,71) daha düşük sürtünme katsayısı (0,49–0,60) sergilemiş; en yüksek konsantrasyondaki numune (5 ağırlık % SCF + 5 ağırlık % GNP) özgül aşınma hızını saf PLA'ya kıyasla beş kat azaltmıştır. Elastisite

modülü ise %220 oranında yükselmiştir (Al Abir vd., 2023). Bu bulgu, karma doldurucu stratejilerinin mekanik ve tribolojik hedefleri eşzamanlı olarak iyileştirme potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır. Cam elyafı (GF), CF'ye kıyasla düşük maliyet ve kolay işlenebilirlik avantajlarıyla önemli bir alternatif takviye elemanı konumundadır. Nylon matrisli GF kompozitlerinde 0° dolgu yönelimi, yüksek katman kalınlığı ve yüksek baskı sıcaklığı kombinasyonunun en yüksek mekanik rijitliği ürettiğini gösteren çalışmalar, proses parametrelerinin elyaf takviyesinin etkinliğiyle dinamik bir etkileşim içinde olduğunu açıkça doğrulamaktadır (Vieweger vd., 2024).

Aramid elyafı (Kevlar), yüksek özgül enerji absorpsiyonu ve darbe direnciyle tribomühendislik uygulamalarında tercih edilen diğer temel takviye malzemesidir. Bununla birlikte literatür, CF ve Kevlar takviyeli FDM numunelerinde fiber yüzeyden kopuşunun abrasif aşınma mekanizmasını şiddetlendirebildiğini ve aşınma derinliğini Kevlar'da 154 µm'ye kadar çıkarabildiğini belgelemektedir; bu durum, takviye elemanı seçiminde tribolojik hedeflerin mutlaka gözetilmesi gerektiğini vurgular niteliktedir (Brăileanu vd., 2025). Kısa ve sürekli fiber sistemleri kıyaslandığında, kısa fiberlerin standart tek nozullu FDM ekipmanlarıyla işlenebilmesi pratik bir üretim avantajı sunarken, sürekli fiberler özel çift nozullu sistemler gerektirmekte ve mekanik performans açısından dramatik bir üstünlük sağlamaktadır. Çok malzemeli (multi-material) FDM stratejilerinin de mekanik optimizasyonda etkin bir tasarım parametresi olduğu; PLA–PETG–ABS üçlü lamine kompozitin bireysel malzemelerin ve karışımların çekme mukavemetini aştığı deneysel olarak kanıtlanmıştır (Khan vd., 2023).

2.3 Tribolojik Davranış: Aşınma, Sürtünme ve Dolgu Etkileşimleri

Önceki bölümlerde ele alınan mekanik performans bulgularını tamamlar nitelikteki tribolojik analiz; aşınma mekanizmaları, COF davranışı ve dolgu konfigürasyonunun bu büyüklükler üzerindeki belirleyici rolünü kapsamaktadır. FDM baskılı polimer numunelerin tribolojik performansının sistematik karakterizasyonunda pin-on-disk, ball-on-disk ve ileri-geri kayma (reciprocating) düzenekleri yaygın biçimde kullanılmakta; COF, özgül aşınma hızı ve aşınma izi geometrisi temel ölçüm çıktıları olarak değerlendirilmektedir. ASTM G99 standardı, literatürde bu testler için en çok başvuru referans normdur (Brăileanu vd., 2025; Luo vd., 2022).

Nylon matrisli kısa CF (SCFRN) kompozitlerinde yürütülen triboloji çalışmaları, fiber takviyesinin hem kuru hem de su yağlamalı koşullarda saf Nylon'a kıyasla belirgin biçimde daha düşük COF ve daha yüksek aşınma direnci sağladığını ortaya koymuştur. Su yağlamalı koşullarda suyun soğutma ve yağlama etkisiyle düşük ve kararlı bir COF profili elde edilmekte; ancak düşük yükleme koşullarında özgül aşınma hızının kuru kayma değerlerini aşabildiği de dikkat çekmektedir (Luo vd., 2022). PETG matrisinde CF takviyesi ve son-işlem yöntemlerini bir arada değerlendiren çalışmada; cam geçiş sıcaklığı üzerinde uygulanan ısıl işlemin katmanlar arası bağlanma kalitesini artırdığı, lazer ile işlenmiş numunelerin en iyi aşınma-sürtünme performansını sergilediği ve Shore D sertliğinin aşınma sonrasında da korunduğu doğrulanmıştır (Jannet vd., 2024).

Dolgu yapısı ve yüzey dokusu etkileşimini sistematik biçimde ele alan karşılaştırmalı çalışmalar, ızgara dolgu deseniyle %90 yoğunluk kombinasyonunun en yüksek yüzey sertliğini (82,7 Shore D) ve en düşük COF'u ($\approx 0,108$) eşzamanlı olarak ürettiğini ortaya koymuştur. Buna karşın CF ve Kevlar takviyeli numunelerde fiber yüzeyden kopuşunun abrasif mekanizmayı şiddetlendirerek aşınma derinliğini Kevlar'da 154 µm'ye kadar artırabildiği belgelenmiştir (Brăileanu vd., 2025). Farklı dolgu desenleriyle üretilen CF-PETG numunelerinde ise üçgensel desenin %133 daha yüksek mekanik mukavemet sağlamasına karşın tribolojik davranışın desen–dolgu oranı etkileşimiyle karmaşık, doğrusal olmayan sonuçlar ürettiği saptanmıştır (Batista vd., 2023). Tüm bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde, dolgu parametrelerinin optimizasyonunun mekanik ve tribolojik hedefleri eşzamanlı gözetken çok değişkenli bir tasarım problemi olduğu görülmektedir.

2.4 Çevresel Faktörler ve Uzun Vadeli Tribolojik Performans

Kısa süreli test koşullarında elde edilen tribolojik bulguların ardından çevresel faktörlerin uzun vadeli performans üzerindeki etkisi ayrı bir değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır; zira gerçek mühendislik ortamlarındaki nem, ısı ve kimyasal maruziyet kısa süreli testlerin ortaya koyamadığı mekanizmaları devreye sokabilmektedir. Bu bağlamda, 10 bar basınçlı su yaşlandırması altında gerçekleştirilen reciprocating triboloji testlerinde GF takviyesinin başlangıçta aşınma derinliğini 125 μm 'den 85–96 μm 'e düşürdüğü, ancak 28 günlük yaşlandırma sonrasında bu koruyucu etkinin ortadan kalkarak aşınma derinliğinin 129–132 μm 'ye yükseldiği saptanmıştır. İstatistiksel analiz, yaşlandırma süresinin varyansın %76'sını açıklayan en belirleyici faktör olduğunu göstermekte; tasarım aşamasında çevresel koşulların göz ardı edilmesinin ciddi performans sapmalarına yol açabileceğini ortaya koymaktadır (Fidan vd., 2026).

Bu bulgular, elyaf takviyesinin kısa vadeli tribolojik kazanımlarının uzun süreli nem maruziyetinde önemli ölçüde azalabileceğini; dolayısıyla çevresel dayanıklılığın tasarım sürecine zorunlu olarak dahil edilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Yağlayıcı sıvı ortamlarının da hem basınç kapasitesi hem de katmanlar arası arayüzey zayıflaması üzerinden tribolojik süreci hızlandırabildiği bilinmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, proses parametreleri, elyaf takviyesi türü ve çevresel koşulların FDM baskılı polimer kompozitlerin mekanik ve tribolojik davranışını belirleyen birbirini tamamlayan üç temel eksen oluşturduğu görülmektedir. Bu üç eksenin bütünleşik biçimde ele alındığı ve özellikle uzun vadeli dayanım protokollerini içeren araştırmalar hâlâ yetersiz kalmaktadır. İncelenen çalışmaların karşılaştırmalı özeti Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. FDM Baskılı Polimer Kompozitlerin Mekanik ve Tribolojik Davranışına İlişkin Seçilmiş Literatürün Karşılaştırmalı Özeti

Kaynak (Yazar, Yıl)	Filament / Matris	Takviye Elemanı	Proses / Yöntem	Temel Bulgular
A. Filament Malzemeleri ve Mekanik Anizotropi				
Rodríguez-Panes vd. (2018)	PLA, ABS	Takviyesiz	Baskı yönü, katman kalınlığı, raster açısı; çekme ve eğilme testleri	PLA çekme dayanımı ABS'den yüksektir; ancak ABS dinamik yükler altında daha sünek davranış sergilemiştir. Baskı yönü, mekanik anizotropinin birincil kaynağı olarak belirlenmiştir.
Vieweger vd. (2024)	PLA, ABS, PC, Nylon, PETG	GF-Nylon (%30)	Katman kalınlığı, raster açısı, dolgu deseni ve oranı; çekme ve eğilme testleri	Yük yönüyle hizalı dolgu deseni ve yüksek dolgu yoğunluğu birlikte en iyi mekanik sonuçları üretmiştir. Alternatif raster açısı, tek yönlü dizilime kıyasla dayanım ve sertlik açısından daha düşük değerler vermiştir.
Ramírez-Prieto vd. (2025)	PLA+	Takviyesiz	Raster açısı (0°/0°, 0°/90°, 45°/45°); çekme ve eğilme testleri	0°/0° (paralel) raster en yüksek eğilme dayanımını vermiştir. 45°/45° konfigürasyonu en düşük eğilme dayanımına karşı en yüksek sünekliği sergilemiştir. Raster açısı, anizotropiyi doğrusal olmayan biçimde etkilemektedir.

Kaynak (Yazar, Yıl)	Filament / Matris	Takviye Elemanı	Proses / Yöntem	Temel Bulgular
B. Elyaf Takviyesinin Mekanik Özellikler Üzerindeki Etkisi				
Kargar & Ghasemi-Ghalebahman (2023)	PLA + CF	Kısa CF	Dolgu oranı (%50, %75), raster açısı (0°, 45°, 90°); yorulma ve çekme testleri	%50 dolgu + 45° ve %75 dolgu + 0° kombinasyonları en uzun yorulma ömrünü vermiştir. Dolgu oranı artışı çekme dayanımını iyileştirmiş; yorulma davranışı ise dolgu oranına bağlı daha karmaşık bir profil izlemiştir.
Fico vd. (2022)	PLA, ABS, PETG, Nylon	CF, GF, Aramid (derleme)	Kısa ve sürekli fiber sistemlerinin karşılaştırmalı literatür taraması	Sürekli CF, Nylon matrisinde çekme dayanımını %300 artırmıştır. Fiber/matris arayüzey uyumu, performansı doğrudan belirleyen kritik faktördür. Kısa fiber, standart FDM ekipmanlarıyla işlenebilirlik avantajı sunar.
Alarifi (2023)	PETG, CF-PETG	CF	Katman kalınlığı, dolgu oranı; basma ve eğilme testleri; DMA	0,25 mm katman kalınlığı ve maksimum dolgu oranı kombinasyonunda basma dayanımı %20 iyileşmiştir. Yatay baskılı CF-PETG numuneleri en yüksek depolama ve kayıp modülünü vermiştir.
Al Abir vd. (2023)	PLA + CF + GNP	Kısa CF + Grafen Nanopartikül (GNP)	SCF ve GNP konsantrasyonu (0,5–5 ağırlık %); pin-on-disk; çekme ve sertlik testleri	SCF + GNP sinerjisi özgül aşınma hızını saf PLA'ya kıyasla beş kat azaltmıştır. Tüm kompozitler PLA'dan (COF 0,71) daha düşük sürtünme katsayısı (0,49–0,60) sergilemiştir. Elastisite modülü %220 artmıştır.
C. Tribolojik Davranış: Aşınma, Sürtünme ve Dolgu Etkileşimi				
Luo vd. (2022)	Nylon (PA)	Kısa CF (SCFRN)	Pin-on-disk; kuru ve sulu kayma koşulları; farklı yük seviyeleri	SCFRN, tüm test koşullarında saf Nylon'a kıyasla daha düşük COF ve daha yüksek aşınma direnci göstermiştir. Sulu kayma düşük ve kararlı COF üretmiş; düşük yükleme koşullarında özgül aşınma hızı kuru kayma değerlerini aşmıştır.
Jannet vd. (2024)	PETG, PETG-CF	Kısa CF	Tavlama ve lazer son-işlem; pin-on-disk (5–20 N, 1–3 m/s)	Lazer ile işlenmiş numuneler en iyi aşınma-sürtünme performansını vermiştir. Tg üzerindeki ısı işleme katmanlar arası bağlanma kalitesini artırmış; Shore D sertliği aşınma sonrasında da korunmuştur.
Brăileanu vd. (2025)	PLA, PLA-CF, Kevlar-ASA, Iglidur	CF, Aramid (Kevlar)	Gyroid dolgu (%10–100); ball-on-disk; Shore D sertlik	Izgara dolgu + %90 yoğunluk kombinasyonu en yüksek sertliği (82,7 Shore D) ve en düşük COF'u ($\approx 0,108$)

Kaynak (Yazar, Yıl)	Filament / Matris	Takviye Elemanı	Proses / Yöntem	Temel Bulgular
			ölçümü	eşzamanlı üretmiştir. CF ve Kevlar takviyeli numuneler yüksek aşınma derinliği (Kevlar'da 154 µm) ve abrasif mekanizma sergilemiştir.
Batista vd. (2023)	PETG, CF-PETG	CF	Pin-on-disk; farklı dolgu desenleri; çekme ve basma testleri	Üçgensel dolgu deseni diğer desenlere kıyasla %133 daha yüksek mekanik mukavemet sağlamıştır. CF takviyesi tribolojik performansı iyileştirmiş; desen-dolgu oranı etkileşimi doğrusal olmayan sonuçlar üretmiştir.
D. Çevresel Faktörler ve Uzun Vadeli Performans				
Fidan vd. (2026)	PLA, GF-PLA	GF (%10, %15)	10 bar basınçlı su yaşlandırması; ileri-geri triboloji testi (40 N, 0,5–1 Hz)	GF takviyesi başlangıçta aşınma derinliğini 125 µm'den 85–96 µm'e düşürmüştür. 28 günlük yaşlandırma sonrasında aşınma 129–132 µm'ye yükselerek koruyucu etki ortadan kalkmıştır. Yaşlandırma süresi varyansın %76'sını açıklamaktadır.
Struz vd. (2024)	PLA, PETG, PA, ABS, ASA, HIPS	Takviyesiz (karşılaştırmalı)	Aşınma (sürtünme kuvveti, ağırlık kaybı) + DMA (depolama/kayıp modülü)	PA en düşük aşınma ve en iyi tribolojik performansı sergilemiştir. Baskı yönü COF ve aşınma davranışını belirgin biçimde etkilemiştir. DMA, malzeme türüne özgü cam geçiş sıcaklığı farklılıklarını nicel olarak ortaya koymuştur.
Khan vd. (2023)	PLA–PETG–ABS (üçlü malzeme)	Takviyesiz (çok malzemeli)	FFF ile lamine ve karışık üçlü kompozitler; çekme testleri	Lamine üçlü kompozit yapı, bireysel malzemelerin ve karışımların çekme mukavemetini aşmıştır. Çok malzemeli FDM, mekanik optimizasyon için güçlü ve uygulanabilir bir tasarım stratejisi sunmaktadır.

Not: CF = Karbon Elyafı; GF = Cam Elyafı; COF = Sürtünme Katsayısı; DMA = Dinamik Mekanik Analiz; SCFRN = Kısa Karbon Elyafı Takviyeli Nylon; GNP = Grafen Nanopartikül; PA = Poliamid.

3. SONUÇ

Bu literatür incelemesi; FDM yöntemiyle üretilen PLA, ABS, PETG ve Nylon esaslı polimer yapılara uygulanan elyaf takviyeli yüzey modifikasyonunun mekanik ve tribolojik özellikler üzerindeki etkilerini, 2018–2026 yıllarına ait güncel hakemli çalışmalar temel alınarak sistematik biçimde ele almıştır. Yürütülen inceleme; konuya ilişkin üç temel sonucu öne çıkarmaktadır.

Proses parametrelerinin belirleyici rolü tartışmasıdır. Raster açısı, katman kalınlığı ve dolgu konfigürasyonu; takviyesiz yapılarda dahi çekme dayanımı, eğilme modülü ve aşınma davranışı üzerinde belirgin anizotropik etkiler yaratmaktadır. 0°/0° raster düzeni en yüksek eğilme dayanımını sağlarken 45°/45° kombinasyonu darbe yüklemelerinde ve dinamik koşullarda üstünlük sunmaktadır. Yük yönüyle hizalı dolgu deseni ve yüksek dolgu

yoğunluğunun birlikte optimize edilmesi, mekanik performansın artırılmasında en etkili proses stratejisi olarak öne çıkmaktadır.

Elyaf takviyesi, daha yüksek bir performans mertebesine geçişin temel mekanizmasıdır. SCF+GNP kombinasyonu özgül aşınma hızını beş kat azaltırken CF takviyesi çekme ve eğilme dayanımını dramatik biçimde artırmakta, GF maliyet etkinliği açısından avantajlı orta düzey iyileştirmeler sunmakta, aramid ise enerji absorpsiyonu ve darbe direnci bakımından öne çıkmaktadır. Nylon matrisli kısa CF kompozitlerinin (SCFRN) tribolojik uygulamalardaki üstünlüğü güçlü deneysel kanıtlarla desteklenmektedir. Öte yandan uzun süreli su yaşlandırmasının GF takviyesinin tribolojik koruyucu etkisini ortadan kaldırabildiği saptanmış; bu bulgu, çevresel dayanıklılığın tasarım sürecine zorunlu olarak dahil edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

İncelemenin öne çıkardığı üç öncelikli araştırma yönü şu şekilde özetlenebilir: (i) PLA, ABS, PETG ve Nylon'un aynı deney koşulları altında hem mekanik hem tribolojik açıdan doğrudan ve sistematik karşılaştırmasının gerçekleştirilmesi; (ii) sürekli fiber ile karma (hibrit CF+GF+aramid) fiber sistemlerinin kısa fiber sistemleriyle deneysel olarak karşılaştırılması; (iii) plazma aktivasyonu ve silanlama gibi kimyasal yüzey işlemleriyle gelişmiş son-işlem protokollerinin tribolojik performans üzerindeki etkisinin bağımsız değişkenler düzeyinde incelenmesi. Bu doğrultuda yürütülecek çalışmalar yalnızca FDM baskılı polimer kompozitlerin işlevsel mühendislik uygulamalarındaki kullanım alanını genişletmekle kalmayacak, aynı zamanda malzeme–proses–performans ilişkisinin bilimsel temelde daha kapsamlı anlaşılmasına doğrudan katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Al Abir, A., Chakrabarti, D., & Trindade, B. (2023). Fused filament fabricated poly (lactic acid) parts reinforced with short carbon fiber and graphene nanoparticles with improved tribological properties. *Polymers*, 15(11), 2451.
- Alarifi, I. M. (2023). Mechanical properties and numerical simulation of FDM 3D printed PETG/carbon composite unit structures. *Journal of Materials Research and Technology*, 23, 656-669.
- Batista, M., Lagomazzini, J. M., Ramirez-Peña, M., & Vazquez-Martinez, J. M. (2023). Mechanical and Tribological performance of carbon Fiber-reinforced PETG for FFF applications. *Applied Sciences*, 13(23), 12701.
- Băileanu, P. I., Mocanu, M. T., Dobrescu, T. G., Pascu, N. E., & Dobrotă, D. (2025). Structure and texture synergies in fused deposition modeling (FDM) polymers: a comparative evaluation of tribological and mechanical properties. *Polymers*, 17(15), 2159.
- Fidan, S., Ürgün, S., Karsli, N. G., Yilmaz, T., Bora, M. Ö., & Özsoy, M. İ. (2026). Effects of Pressurized Water Aging on Reciprocating Friction and Wear of FDM 3D-Printed PLA and Glass Fiber Reinforced PLA Composites. *Polymers*, 18(3), 406.
- Fico, D., Rizzo, D., Casciaro, R., & Esposito Corcione, C. (2022). A review of polymer-based materials for fused filament fabrication (FFF): focus on sustainability and recycled materials. *Polymers*, 14(3), 465.
- Jannet, S., Soundararajan, R., Kandavalli, S. R., & Raja, R. (2024). Wear and friction behavior on extrusion-based 3D printed short carbon fiber reinforced PETG composites with annealing and laser treated effects. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series D*, 1-10.
- Kargar, E., & Ghasemi-Ghalebahman, A. (2023). Experimental investigation on fatigue life and tensile strength of carbon fiber-reinforced PLA composites based on fused deposition modeling. *Scientific Reports*, 13(1), 18194.
- Khan, I., Tariq, M., Abas, M., Shakeel, M., Hira, F., Al Rashid, A., & Koç, M. (2023). Parametric investigation and optimisation of mechanical properties of thick tri-material based composite of PLA-PETG-ABS 3D-printed using fused filament fabrication. *Composites Part C: Open Access*, 12, 100392.
- Luo, M., Huang, S., Man, Z., Cairney, J. M., & Chang, L. (2022). Tribological behaviour of fused deposition modelling printed short carbon fibre reinforced nylon composites with surface textures under dry and water lubricated conditions. *Friction*, 10(12), 2045-2058.
- Ramírez-Prieto, J. S., Martínez-Yáñez, J. S., & González-Hernández, A. G. (2025). Effect of raster angle on the tensile and flexural strength of 3D printed PLA+ parts. *AIMS Materials Science*, 12(2).
- Rodríguez-Panes, A., Claver, J., & Camacho, A. M. (2018). The influence of manufacturing parameters on the mechanical behaviour of PLA and ABS pieces manufactured by FDM: A comparative analysis. *Materials*, 11(8), 1333.
- Struz, J., Trochta, M., Hruzik, L., Pistacek, D., Stawarz, S., Kucharczyk, W., & Rucki, M. (2024). Wear and dynamic mechanical analysis (DMA) of samples produced via fused deposition modelling (FDM) 3D printing method. *Polymers*, 16(21), 3018.
- Vieweger, D., Diel, S., Schweiger, H. G., & Tetzlaff, U. (2024). Mechanical properties of raw filaments and printed specimens: effects of fiber reinforcements and process parameters. *Polymers*, 16(11), 1576.
- Wickramasinghe, S., Do, T., & Tran, P. (2020). FDM-based 3D printing of polymer and associated composite: A review on mechanical properties, defects and treatments. *Polymers*, 12(7), 1529.

FARKLI BİLYALI DÖVME PARAMETRELERİNİN ÇELİK ALAŞIMLARINDA TRİBOLOJİK PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI: BİR LİTERATÜR İNCELEMESİ**Selim ESA¹/ Doç. Dr. Emre ALTAŞ²****¹Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü****selimesa@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-8564-7907****²Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü****emrealtas@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9296-8881****Özet**

Bu çalışma, bilyalı dövme (ball burnishing) süreç parametrelerinin çelik alaşımlarının tribolojik performansı üzerindeki etkilerini kapsamlı bir literatür incelemesi çerçevesinde ele almaktadır. Bilyalı dövme; işlenmiş metal yüzeylere plastik deformasyon uygulayarak yüzey pürüzlülüğünü azaltan, yüzey sertliğini artıran ve basma artık gerilmeleri oluşturan düşük maliyetli, verimli bir yüzey bitirme işlemidir. Bu inceleme kapsamında dövme kuvveti, ilerleme hızı, işlem hızı, geçiş sayısı, top çapı ve titreşim yardımı gibi temel süreç parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü, sertlik, aşınma direnci ve korozyon direnci üzerindeki etkileri sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Derlenen bulgular; yüksek dövme kuvvetinin yüzey pürüzlülüğünü ve sürtünme katsayısını belirgin şekilde azalttığını, aşınma ile korozyon direncini ise önemli ölçüde artırdığını ortaya koymaktadır. Titreşim destekli bilyalı dövme (VABB) yönteminin geleneksel bilyalı dövmeye kıyasla tribolojik performansı daha da iyileştirdiği görülmüştür. Ayrıca sonlu elemanlar yöntemi (FEM) tabanlı sayısal simülasyonlar ile makine öğrenimi algoritmalarının süreç parametrelerinin optimizasyonunda etkin araçlar olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışma; bilyalı dövme parametrelerinin çelik alaşımlarının tribolojik performansı üzerindeki etkilerine ilişkin güncel ve kapsamlı bir değerlendirme sunmakta olup gelecekteki araştırmalara yol gösterici bir referans kaynağı oluşturmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilyalı Dövme, Triboloji, Yüzey Pürüzlülüğü, Aşınma Direnci, Çelik Alaşımları

1. GİRİŞ

Günümüz imalat sanayiinde, makine bileşenlerinin uzun ömürlü ve güvenilir biçimde çalışabilmesi için yüzey kalitesi ve mekanik özelliklerin yüksek standartlarda tutulması gerekmektedir. Yüzey bütünlüğü (surface integrity), bir parçanın işlevsel performansını doğrudan etkileyen önemli bir kavramdır ve yüzey pürüzlülüğü, artık gerilmeler, sertlik ile mikroyapı gibi bileşenleri kapsamaktadır (Becerra-Becerra vd., 2023). Bu bileşenlerin iyileştirilmesi, özellikle otomotiv, havacılık, biyomedikal ve denizcilik sektörlerinde kritik önem taşımaktadır.

Bilyalı dövme (ball burnishing), işlenmiş metal yüzeylere sert bir top aracılığıyla plastik deformasyon uygulayan, malzeme kaldırmadan yüzey bütünlüğünü iyileştiren ekonomik bir yüzey bitirme yöntemidir. Bu işlemde, burnishing takımındaki serbest dönen sert top, bileşen yüzeyine belirli bir kuvvetle bastırılarak hareket ettirilmekte; bu sayede yüzey profilindeki tepeler plastik deformasyona uğrayarak çukurlara itilmekte ve daha düzgün bir yüzey elde edilmektedir (Priyadarsini vd., 2019; Dzierwa ve Markopoulos, 2019). İşlem boyunca malzeme kaldırılmadığından üretim maliyeti düşük tutulmakta, çevre dostu bir süreç sergilenmekte ve işleme süreleri de önemli ölçüde kısalmaktadır.

Bilyalı dövme; yüzey pürüzlülüğünü azaltma, yüzey sertliğini artırma, basma artık gerilmeleri oluşturma ve sonuç olarak yorulma ömrünü, aşınma direncini ile korozyon direncini iyileştirme gibi çok yönlü avantajlar sağlamaktadır (Dzierwa ve Markopoulos, 2019; Saldáña-Robles vd., 2018; Swirad ve Wdowik, 2019). Bu nedenle söz konusu yöntem; freze tezgâhı, torna tezgâhı ve CNC tezgâhlarında kolaylıkla uygulanabilmekte ve mevcut işleme süreçlerine entegre edilebilmektedir. Literatürde bilyalı dövme sürecine ilişkin çok sayıda deneysel ve sayısal çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar; dövme kuvveti, ilerleme hızı, işlem hızı, geçiş sayısı ve top çapı gibi süreç parametrelerinin yüzey bütünlüğü üzerindeki etkilerini farklı çelik alaşımları üzerinde incelemektedir (Saldáña-Robles vd., 2018; Swirad ve Wdowik, 2019; Kovács vd., 2025; Swirad ve Pawlus, 2020).

Son yıllarda titreşim destekli bilyalı dövme (Vibration Assisted Ball Burnishing – VABB) gibi gelişmiş yöntemlerin, tribolojik performansı geleneksel bilyalı dövmeye kıyasla daha da artırdığı bildirilmektedir (Velázquez-Corral vd., 2022; Wang vd., 2026). Bunun yanı sıra, sonlu elemanlar yöntemi (FEM) tabanlı sayısal simülasyonlar ile makine öğrenimi algoritmalarının entegrasyonu; deneysel çalışmaların maliyetini düşürmek, süreç parametrelerini optimize etmek ve yüzey bütünlüğü çıktılarını tahmin etmek amacıyla giderek yaygınlaşmaktadır (Becerra-Becerra vd., 2023; Torres vd., 2023).

Bu çalışmada, literatürde yer alan deneysel, teorik ve sayısal çalışmalar sistematik biçimde incelenerek bilyalı dövme parametrelerinin çelik alaşımlarındaki tribolojik performansa etkileri kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü, sertlik, artık gerilmeler, aşınma direnci ve korozyon direnci temel çıktı parametreleri olarak ele alınmış; deneysel ve sayısal bulgular karşılaştırmalı biçimde sunulmuştur.

2. BİLYALI DÖVME SÜRECİ VE TEMEL PARAMETRELERİ

Bilyalı dövme işlemi; önceden işlenmiş bir iş parçası yüzeyine, serbest dönen sert bir top aracılığıyla yüksek basınç uygulanması esasına dayanmaktadır. Uygulanan basınç altında, yüzeyin pürüzlülük profilindeki tepeler plastik deformasyona uğrayarak çukurlara itilmekte ve böylece daha düzgün, daha sert ve daha yüksek basma artık gerilmelerine sahip bir yüzey tabakası elde edilmektedir. İşlem, malzeme uzaklaştırmadan gerçekleştiği için üretim maliyeti düşük ve çevresel etkisi asgari düzeydedir (Becerra-Becerra vd., 2023; Priyadarsini vd., 2019). Bilyalı dövme işlemi başlıca mekanik yaylı ve hidrostatik olmak üzere iki farklı takım tasarımıyla uygulanmaktadır.

Priyadarsini vd. (2019), bilyalı dövme, silindir dövme ve düşük plastisiteli dövme (LPB) süreçlerini karşılaştırmalı olarak incelemiş; her üç yöntemin de yüzey sertliği, yüzey pürüzlülüğü ve yorulma ömrü

üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermiştir. Çalışmada LPB yönteminin diğerlerine kıyasla daha derin basma artık gerilmesi tabakası oluşturduğu ve termal gevşemeye karşı daha yüksek direnç sergilediği vurgulanmaktadır. Bilyalı dövmede kullanılan top malzemeleri arasında seramik (alümina karbür, silisyum nitrür), tungsten karbür ve çelik öne çıkmaktadır; her malzemenin temas sertliği ve aşınma direnci açısından farklı avantajları bulunmaktadır.

Literatürde en sık incelenen süreç parametreleri şunlardır: (i) dövme kuvveti veya basıncı, (ii) ilerleme hızı, (iii) işlem hızı, (iv) geçiş sayısı, (v) top çapı ve (vi) yağlama koşulları. Bu parametreler arasında dövme kuvvetinin, yüzey pürüzlülüğü ve sertlik üzerindeki etkisi literatürde tutarlı biçimde en belirleyici faktör olarak tanımlanmaktadır (Saldaña-Robles vd., 2018; Swirad ve Wdowik, 2019; Kovács vd., 2025). Becerra-Becerra vd. (2023) tarafından yapılan kapsamlı FEM simülasyon incelemesinde de dövme kuvvetinin veya basıncının artık gerilme büyüklüğünü ve derinliğini en çok etkileyen parametre olduğu sonucuna varılmıştır.

Swirad ve Wdowik (2019), X37CrMoV5-1 çeliği üzerinde Taguchi L9 ortogonal dizisi kullanarak yaptıkları deneysel çalışmada üç farklı parametrenin (dövme basıncı, hızı ve genişliği) yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisini incelemiştir. Sonuçlar; dövme basıncının S_a ve S_z parametreleri üzerindeki etkisinin, diğer parametrelerden çok daha baskın olduğunu ortaya koymuştur (delta değeri: basınç için 3,89; genişlik için 0,85; hız için yalnızca 0,20). Optimum yüzey pürüzlülüğünün 10 MPa dövme basıncı, 1000 mm/dak hız ve 0,04 mm genişlik koşullarında elde edildiği belirtilmiştir.

Saldaña-Robles vd. (2018), AISI 1045 çeliği üzerinde 3^3 faktöryel tasarım ve Yüzey Yanıt Yöntemi (RSM) kullanarak yaptıkları çalışmada dövme kuvvetinin hem yüzey pürüzlülüğü hem de Brinell sertliği üzerinde en belirleyici parametre olduğunu istatistiksel olarak doğrulamıştır. Optimum koşullar (294 N kuvvet, 0,2 mm/dev ilerleme, 71 m/dak hız) altında yüzey pürüzlülüğünün 3,51 μm 'den 0,61 μm 'ye düşürülebildiği (%83 iyileşme) ve sertliğin 202 HB'den 236 HB'ye yükseldiği (%14 artış) bildirilmiştir. Bu çalışmada geliştirilen regresyon modelinin R^2 değeri yaklaşık %96 olup model ile deneysel veriler arasındaki maksimum hata %8 olarak belirlenmiştir.

3. TRIBOLOJİK PERFORMANSA ETKİLER

3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkiler

Yüzey pürüzlülüğü, bilyalı dövme sürecinin en kapsamlı biçimde incelenen çıktı parametrelerinden biridir. Tribolojik açıdan ele alındığında, düşük yüzey pürüzlülüğü; temas alanını artırarak gerçek temas yüzeyini yüzey nominal alanına yaklaştırmakta, dolayısıyla sürtünme katsayısını ve aşınma hızını azaltmaktadır. Literatür, dövme kuvvetinin artmasıyla birlikte R_a ve R_z gibi pürüzlülük parametrelerinin belirgin şekilde düştüğünü tutarlı biçimde ortaya koymaktadır; ancak belirli bir eşik değerin üzerinde kuvvet uygulanması, malzeme yüzeyinde çatlama ve pullanma oluşturabileceğinden pürüzlülük değerlerinin yeniden artmasına yol açabilmektedir (Becerra-Becerra vd., 2023; Saldaña-Robles vd., 2018; Swirad ve Wdowik, 2019).

Becerra-Becerra vd. (2023), bilyalı dövme FEM simülasyonlarını derledikleri kapsamlı incelemede; 2D modellerde %59–90, 3D modellerde ise %47'ye varan yüzey pürüzlülüğü iyileşmelerinin elde edildiğini bildirmiştir. İncelenen çalışmaların yaklaşık %43'ünün başlangıç yüzey geometrisini modele dahil ettiği ve bu yaklaşımın simülasyon doğruluğunu belirgin biçimde artırdığı vurgulanmıştır. Pürüzlülük profili modellemesinde en yaygın kullanılan geometrik formların; üçgen, sinüzoidal ve yarı dairesel periyodik profiller olduğu belirtilmektedir.

Torres vd. (2023), UNS S46500 martensitik paslanmaz çelik üzerinde freze sonrası yüzeye uygulanan bilyalı dövme işlemini hem deneysel hem de sayısal olarak incelemiştir. Farklı yükleme koşullarında (270 N ve 470 N) sürtünme katsayısının ve başlangıç yüzey topografyasının 3D FEM modeline dahil edilmesiyle S_a ve S_q parametreleri için deney-simülasyon uyumunun önemli ölçüde iyileştiği gösterilmiştir. 470 N yük altında

malzeme birikmesi (pile-up) gözlenirken 270 N yük koşulunda yüzey düzgünleşmesinin daha homojen olduğu belirlenmiştir.

Wang vd. (2026), 42CrMo çeliği üzerinde gerçekleştirdikleri titreşim destekli bilyalı dövme (VABB) deneylerinde, statik basıncın yüzey pürüzlülüğü üzerindeki en baskın parametre olduğunu belirlemiştir. Statik basıncın aşırı artırılmasının Sq değerini olumsuz etkileyebildiği gözlemlenmiştir; en düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri daha düşük statik basınç koşullarında elde edilmiştir. İlerleme hızının ikinci derecede etkili parametre olduğu, ultrasonik frekansın ise yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisinin görece sınırlı kaldığı rapor edilmiştir. Kovács vd. (2025) ise manyetik destekli bilyalı dövme (MABB) çalışmalarında frezelenmiş başlangıç yüzeyine kıyasla Ra değerinde yaklaşık 17 kat iyileşme elde ettiklerini bildirmiş; bu sonucun takım yolu stratejisi ile teknolojik parametrelerin birlikte optimize edilmesiyle mümkün olduğunu vurgulamıştır.

3.2. Yüzey Sertliği ve Artık Gerilmeler

Bilyalı dövme işlemi, yüzey tabakasında yoğun plastik deformasyon ve buna bağlı iş pekleşmesi (strain hardening) meydana getirerek mikrosertliği artırmaktadır. Aynı zamanda yüzey katmanında derin ve homojen basma artık gerilmeleri oluşturarak yorulma çatlağı başlangıcını ve yayılımını geciktirmektedir (Saldaña-Robles vd., 2018; Torres vd., 2023; Maximov vd., 2024).

Torres vd. (2023), martensitik paslanmaz çelik üzerindeki FEM simülasyonlarında, 470 N yük altında 270 N yük koşuluna kıyasla dövme yönüne paralel bileşende artık gerilme artışının %95'e ulaştığını, dik yönde ise %73 oranında bir artış elde edildiğini bildirmiştir. Bu bulgular, yüksek temas basıncının iki yönlü basma etkisi oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Saldaña-Robles vd. (2018), AISI 1045 çeliğinde 294 N kuvvet uygulamasıyla yüzey sertliğinin 202 HB'den 236 HB'ye yükseldiğini tespit etmiştir. XRD analizleriyle de örgü parametresinin genişlediği ve tane iyileşmesiyle mikroyapısal dönüşümlerin gerçekleştiği doğrulanmıştır.

Maximov vd. (2024), AISI 316 östenitik paslanmaz çeliği üzerinde silindir dövme ve kaymalı silindir dövme yöntemlerini teorik ve deneysel olarak karşılaştırmıştır. Her iki yöntemin de yüzey mikrosertliğini ve basma artık gerilmelerini artırdığı, ancak kaymalı silindir dövmenin daha derin bir sertleşme derinliği sağladığı belirlenmiştir. Becerra-Becerra vd. (2023)'nın kapsamlı incelemesinde de belirtildiği üzere, artan dövme kuvveti/basıncı; artık gerilmelerin büyüklüğünü ve derinliğini artıran en etkili parametre konumundadır. İlerleme hızı ve geçiş sayısı ise artık gerilme profili üzerinde ikincil etkiye sahip parametreler olarak tanımlanmaktadır.

3.3. Aşınma Direnci

Bilyalı dövmenin yüzey pürüzlülüğünü azaltması, yüzey sertliğini artırması ve basma artık gerilmeleri oluşturması, aşınma direncini birbirini tamamlayıcı mekanizmalarla olumlu yönde etkilemektedir. Düzgün yüzey; abrasif ve adhesif aşınma kayıplarını azaltırken, yüksek sertlik çizilme direncini artırmakta ve basma artık gerilmeleri ise yorulma kaynaklı yüzey hasarını geciktirmektedir (Swirad ve Pawlus, 2020; Velázquez-Corral vd., 2022).

Swirad ve Pawlus (2020), 42CrMo4 çeliği üzerinde kuru kayma koşullarında gerçekleştirdikleri aşınma deneylerinde, bilyalı dövme sonrası yüzeyin aşınma izinin derinliğini ve hacimsel aşınma kaybını önemli ölçüde azalttığını göstermiştir. Dövme işleminin hem Ra hem de Rsk parametrelerini iyileştirdiği, pürüzlülük profili bakımından daha olumsuz çarpıklık (negatif Rsk) sağladığı ve bunun yağ tutma kapasitesini artırdığı belirtilmiştir. Benzer şekilde Dzierwa ve Markopoulos (2019), sertleştirilmiş çelikte bilyalı dövmenin yüzey topografyası parametrelerini iyileştirdiğini ve Abbott-Firestone eğrisi bazlı analizlerle aşınma direncinin artışı sayısal olarak desteklediğini göstermiştir.

Velázquez-Corral vd. (2022), AISI 1045 çeliği üzerinde titreşim destekli bilyalı dövmenin (VABB) geleneksel bilyalı dövmeyle kıyaslandığında sürtünme katsayısını %39,4 ve aşınmayı %15,9 oranında daha fazla azalttığını

bildirmiştir. VABB işleminin geleneksel dövmeyle kıyasla yüzey tabakasında daha derin plastik deformasyon bölgesi oluşturduğu ve bu durumun aşınma direncine ek katkı sağladığı vurgulanmıştır. Artırılan dövme kuvveti ve geçiş sayısının aşınma direncini daha da iyileştirdiği, geçiş sayısının etkisinin sınırlı düzeyde de olsa pozitif yönde olduğu rapor edilmiştir.

Kovács vd. (2025), manyetik destekli bilyalı dövme (MABB) çalışmalarında farklı takım yolu stratejilerinin tribolojik özellikler üzerindeki etkisini Rsk-Rku tribolojik haritası aracılığıyla değerlendirmiştir. Eliptik modifiye trokoid (EMTTTB) stratejisinin, tüm ölçüm yönlerinde en uygun tribolojik profili sağladığı ve $R_{vk} > R_{pk}$ koşulunu karşıladığı belirlenmiştir. Bu sonuç, belirli bir aşınma direnci için en uygun takım yolu stratejisinin belirlenmesinin önemine işaret etmektedir.

3.4. Korozyon Direnci

Bilyalı dövmenin korozyon direnci üzerindeki etkisi, plastik deformasyon ile gerçekleşen tane incilmesi ve yüzey tabakasındaki mikroyapısal dönüşümlerle açıklanmaktadır. Dövme işleminin yüzey porozitesini azaltması, korozyon başlangıç noktalarını ortadan kaldırması ve basma artık gerilmeleri oluşturarak gerilim korozyonu çatlamasını engellemesi; korozyon direncinin iyileşmesine katkıda bulunan temel mekanizmalardır (Saldaña-Robles vd., 2018; Labuda vd., 2011).

Saldaña-Robles vd. (2018), AISI 1045 çeliği üzerinde Tafel polarizasyon ve elektrokimyasal empedans spektroskopisi (EIS) analizlerini gerçekleştirmiştir. Optimum bilyalı dövme koşullarında (294 N kuvvet, 0,2 mm/dev ilerleme) yük transfer direncinin $2.537 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 'den $15.690 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 'ye yükseldiği, korozyon akım yoğunluğunun ise $13,99 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^2$ 'den $1,15 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^2$ 'ye düştüğü belirlenmiştir. Bu bulgular, dövme yüzeyinin Cl^- iyonlarına karşı yaklaşık 12 kat daha dirençli hale geldiğine işaret etmektedir. XRD analizlerinde de örgü parametresinin genişlediği gözlenmiş ve bu durum tane iyileşmesi ile metalurjik dönüşümlerle ilişkilendirilmiştir.

Labuda vd. (2011), deniz suyu pompası millerine uygulanan dövme işleminin korozyon özelliklerine etkisini incelemiştir. Çalışmada dövmenin, yüzey tabakasında ince taneli bir yapı oluşturduğu ve bu sayede korozyon direncini artırdığı sonucuna varılmıştır. Benzer bulgular; manyetik destekli bilyalı dövme ve titreşim destekli dövme çalışmalarında da rapor edilmiş olup korozyon direncinin iyileşmesinde yüzey pürüzlülüğünün azalması ve tane incelmesinin birlikte etkili olduğu görülmektedir (Kovács vd., 2025; Wang vd., 2026).

4. SAYISAL SİMÜLASYON VE MODELLEMEDEKİ GELİŞMELER

Bilyalı dövme sürecinin sayısal modellenmesi, süreç parametrelerinin optimizasyonunda ve yüzey bütünlüğü çıktılarının maliyetli deneyler gerçekleştirilmeksizin tahmin edilmesinde önemli bir araç hâline gelmiştir. Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM), bilyalı dövme simülasyonlarında en yaygın kullanılan sayısal teknik olma özelliğini korumaktadır. Becerra-Becerra vd. (2023) tarafından gerçekleştirilen kapsamlı incelemede, bilyalı dövme FEM simülasyonlarında çelik alaşımlarının en yaygın iş parçası malzemeleri (%43) olduğu ve ABAQUS® (%38) ile ANSYS® (%17) yazılımlarının baskın biçimde tercih edildiği bildirilmiştir.

İzotropik pekileşmeli elastoplastik malzeme modeli, dövme simülasyonlarında en sık kullanılan malzeme davranışı tanımıdır. Johnson-Cook viskoplastik modeli ise sıcaklık etkisinin önemli olduğu ya da dövme ile tornalama gibi süreçlerin birlikte modellendiği durumlarda tercih edilmektedir. 2D modeller hesaplama süresini önemli ölçüde kısaltmakla birlikte, malzeme akışının enine yönde simüle edilememesi nedeniyle bazı sınırlılıklar içermektedir. Buna karşın 3D modeller, gerçek temas geometrisini ve malzeme akışını daha doğru biçimde temsil edebilmektedir (Becerra-Becerra vd., 2023; Torres vd., 2023).

Torres vd. (2023), UNS S46500 martensitik paslanmaz çelik için geliştirdikleri 3D FEM modelinde, ANSYS yazılımında artırılmış Lagrange temas algoritması ve Coulomb-Mohr sürtünme modeli kullanmıştır. Deneysel sürtünme katsayısı ve başlangıç yüzey topografyasının modele dahil edilmesiyle hem yüzey makro dokusu hem

de artık gerilme tensörü bileşenleri için deneysel verilerle iyi uyum sağlanmıştır. Özellikle yüksek yükte (470 N) dövme yönünde basma artık gerilmesindeki artışın (%95) başarıyla modellendiği rapor edilmiştir. Bu çalışma, sürtünme ve başlangıç yüzey koşullarının modele dahil edilmemesinin simülasyon doğruluğunu olumsuz etkilediğini açıkça ortaya koymaktadır.

Wang vd. (2026), 42CrMo çeliği için veri odaklı makine öğrenimi yaklaşımını VABB deneysel verileriyle entegre etmiştir. RSM, Bayes optimizasyonlu destek vektör makinesi (BO-SVM) ve rastgele orman destekli geri yayılım sinir ağı (RF-BPNN) yöntemlerini karşılaştırmış; RF-BPNN modelinin Sa için $R^2=0,9573$, Sq için $R^2=0,7764$, Spk için ise $R^2=0,8293$ değerleriyle diğer yöntemlere kıyasla belirgin üstünlük sergilediğini göstermiştir. RF algoritmasının özellik seçimi sürecinde gereksiz girdi değişkenlerini elimine etmesi, sinir ağının hem eğitim verimliliğini hem de genelleme kapasitesini artırmaktadır.

Kovács vd. (2025), manyetik destekli bilyalı dövme için özgün bir görüntü işleme tabanlı simülasyon yaklaşımı önermiştir. Bu yöntemde iş parçası yüzeyi pikselleştirilerek bir matrise dönüştürülmekte; topun temas alanı bir çekirdek (kernel) matris olarak tanımlanmakta ve takım yolunun oluşturduğu kümülatif dövme etkisi konvolüsyon işlemiyle hesaplanmaktadır. Gri tonlamalı görüntü çıktısından elde edilen standart sapma değerinin yüzey homojenliğini başarıyla temsil ettiği ($R^2=0,853$) ve simülasyonun gerçek yüzey pürüzlülüğü ölçümleriyle iyi bir korelasyon gösterdiği doğrulanmıştır. Bu yöntemin, mevcut FEM simülasyonlarında hesaplanamayan kümülatif dövme etkilerini modelleyebildiği için takım yolu planlamasında önemli bir katkı sağladığı belirtilmektedir.

5. TİTREŞİM DESTEKLİ BİLYALI DÖVME (VABB)

Titreşim destekli bilyalı dövme (Vibration Assisted Ball Burnishing – VABB), geleneksel bilyalı dövmenin gelişmiş bir versiyonu olup yüksek frekanslı mekanik titreşimlerin dövme takımına entegre edilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemde genellikle 20 kHz'in üzerinde çalışan piezoelektrik sonotrod sistemleri kullanılmakta; titreşim amplitüdü ve frekansı kontrollü biçimde ayarlanabilmektedir. VABB'ın temel avantajı, ultrasonik enerji girdisi sayesinde malzemedeki akma sınırını geçici olarak düşürmesi (ultrasonik yumuşama etkisi) ve bunun sonucunda daha düzgün, daha derin plastik deformasyon tabakası oluşturmasıdır (Velázquez-Corral vd., 2022; Wang vd., 2026; Travieso-Disotuar vd., 2025).

Velázquez-Corral vd. (2022), AISI 1045 çeliği üzerinde VABB ve geleneksel bilyalı dövmeyi karşılaştırmıştır. VABB işleminin sürtünme katsayısını %39,4 ve aşınmayı %15,9 daha fazla azalttığını bildirmiştir. Artırılan dövme kuvveti ve geçiş sayısının her iki yöntemde de tribolojik iyileşmeyi desteklediği, ancak VABB'ın bu iyileşmeyi daha belirgin biçimde sağladığı görülmüştür.

Wang vd. (2026), 42CrMo çeliği üzerinde gerçekleştirdikleri 12 gruplu ortogonal deney dizisinde, VABB ile işlenen yüzeylerin geleneksel dövmeye kıyasla belirgin biçimde daha düşük Spk (tepe yüksekliği) değerleri sergilediğini ve yüzey taşıma hacmi parametrelerinin iyileştiğini gözlemlemiştir. Bu durum, VABB ile elde edilen yüzeylerin daha iyi yağ tutma kapasitesine ve daha kararlı temas özelliklerine sahip olduğuna işaret etmektedir.

Travieso-Disotuar vd. (2025), seçici lazer ergitme (SLM) ile üretilen maraging çeliği üzerinde VABB uygulamalarının yüzey bütünlüğüne etkisini incelemiştir. SLM sürecinden kaynaklanan yüzey pürüzlülüğünün VABB ile önemli ölçüde azaltıldığı ve özellikle en üst katmanlarda yoğun basma artık gerilmeleri oluşturulduğu rapor edilmiştir. Bu çalışma, VABB'ın katmanlı imalat sonrası yüzey iyileştirme işlemlerinde potansiyel bir uygulama alanı bulabileceğini göstermektedir.

Jerez-Mesa vd. (2018), AISI 1038 çeliği üzerinde titreşim destekli bilyalı dövme sonrası yüzey bütünlüğünü kapsamlı biçimde incelemiştir. Titreşim parametrelerinin (frekans ve genlik) yüzey topografyası, sertlik profili

ve artık gerilme dağılımı üzerindeki etkilerini değerlendiren bu çalışmada, VABB'ın yüzey tabakasında geleneksel dövmeyle kıyasla daha belirgin plastik deformasyon izleri bıraktığı ortaya konmuştur.

6. TARTIŞMA VE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

İncelenen çalışmalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, bilyalı dövme parametrelerinin tribolojik performans üzerinde belirleyici ve çok yönlü etkiler gösterdiği anlaşılmaktadır. Tablo 1'de özetlendiği üzere, dövme kuvveti; yüzey pürüzlülüğü, sertlik, artık gerilmeler ve aşınma direnci üzerinde en baskın etkiye sahip parametre olarak tutarlı biçimde öne çıkmaktadır (Saldaña-Robles vd., 2018; Swirad ve Wdowik, 2019; Kovács vd., 2025; Swirad ve Pawlus, 2020). Kuvvetin artmasıyla tribolojik özellikler iyileşmekte; ancak belirli bir eşik değerin üzerinde kuvvet uygulanması, malzeme yüzeyinde çatlama ve pullanma riskini ortaya çıkarmaktadır (Becerra-Becerra vd., 2023; Swirad ve Wdowik, 2019). Bu durum, her malzeme ve uygulama için optimum dövme kuvvetinin ayrıca belirlenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

İlerleme hızı, yüzey pürüzlülüğü üzerinde ikincil düzeyde etkili bir parametre olarak tanımlanmaktadır (Saldaña-Robles vd., 2018; Swirad ve Wdowik, 2019). Düşük ilerleme değerlerinde top, yüzey profilindeki her bir noktada daha uzun süre baskı uygulayarak daha düzgün bir yüzey elde etmektedir. Buna karşın işlem hızının etkisi, incelenen çalışmaların büyük bölümünde istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur (Saldaña-Robles vd., 2018; Swirad ve Wdowik, 2019). Geçiş sayısının artırılmasının yüzey kalitesini iyileştirdiği, ancak belirli bir sayıdan sonra ek kazanımların azaldığı görülmektedir (Wang vd., 2026; Travieso-Disotuar vd., 2025).

Farklı çelik türleri karşılaştırıldığında, martensitik çeliklerin (UNS S46500, 42CrMo4, X37CrMoV5-1) bilyalı dövmeyle, ferritik ve östenitik çeliklere kıyasla farklı yanıt verdiği görülmektedir. Torres vd. (2023), martensitik mikroyapının daha az şekillendirilebilir özelliği nedeniyle dövme sonrası düzensiz başlangıç pürüzlülük profilinin oluşturduğu ek güçlükleri vurgularken, FEM modelinin bu farklılığı yüksek doğrulukla temsil edebildiğini göstermiştir. AISI 316 paslanmaz çeliği üzerinde gerçekleştirilen silindirik dövme çalışmasında ise bu malzemenin yüksek iş pekleşme kapasitesinin sertlik artışını desteklediği görülmüştür (Maximov vd., 2024).

Sayısal simülasyon yöntemleri açısından değerlendirildiğinde, FEM modellemesine sürtünme katsayısı ve başlangıç yüzey koşullarının dahil edilmesinin simülasyon doğruluğunu kritik biçimde artırdığı görülmektedir (Torres vd., 2023). Bu bulgu, gerçekçi bir süreç modeli oluşturmak için deneysel triboloji karakterizasyonunun da göz ardı edilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Makine öğrenimi yöntemlerinin FEM ile entegrasyonu ise özellikle sınırlı deney verisiyle yüksek tahmin doğruluğu sağlamak açısından gelecek vadede bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Wang vd., 2026).

7. SONUÇLAR

Bu literatür incelemesi, bilyalı dövme parametrelerinin çelik alaşımlarındaki tribolojik performans üzerindeki etkilerine ilişkin kapsamlı ve güncel bir değerlendirme sunmaktadır. Elde edilen temel bulgular aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Dövme kuvveti, yüzey pürüzlülüğü, sertlik, artık gerilmeler ve aşınma direnci üzerinde en belirleyici süreç parametresidir. Kuvvetin artmasıyla tribolojik özellikler iyileşmekte; ancak optimum değerin aşılması durumunda yüzey hasarı oluşma riski ortaya çıkmaktadır. İlerleme hızı yüzey pürüzlülüğü üzerinde ikincil düzeyde etkili iken işlem hızı büyük ölçüde anlamsız bulunmuş; düşük ilerleme değerleri ve yüksek geçiş sayısı ise yüzey kalitesini artıran yardımcı parametreler olarak öne çıkmaktadır. Titreşim destekli bilyalı dövme (VABB); geleneksel bilyalı dövmeyle kıyasla daha derin plastik deformasyon tabakası, daha düşük sürtünme katsayısı, daha iyi aşınma direnci ve daha yüksek basma artık gerilmeleri sağlamaktadır. VABB'ın özellikle katmanlı imalat sonrası yüzey iyileştirme uygulamalarında önemli bir potansiyel taşıdığı görülmektedir. FEM tabanlı sayısal simülasyonlar, sürtünme katsayısı ve başlangıç yüzey topografyasının modele dahil edilmesi koşuluyla yüksek doğrulukla sonuç vermektedir. Makine öğrenimi yöntemlerinin (özellikle RF-BPNN) FEM ile

entegrasyonu, sınırlı deney verisiyle yüzey bütünlüğü parametrelerinin başarılı biçimde tahmin edilmesine olanak tanımaktadır. Bilyalı dövme işlemi, yük transfer direncini önemli ölçüde artırarak ve korozyon akım yoğunluğunu azaltarak çelik alaşımlarının korozyon direncini iyileştirmektedir; bu iyileşmenin temel mekanizmaları tane incelmesi ve mikroyapısal dönüşümlerdir.

Gelecekteki çalışmalarda; farklı çelik türleri üzerinde VABB'ın tribolojik etkilerini sistematik biçimde karşılaştıran deneysel çalışmaların yapılması, hibrit makine öğrenimi-FEM simülasyon modellerinin geliştirilmesi ve endüstriyel uygulamalarda bilyalı dövmenin diğer yüzey bitirme yöntemleriyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Becerra-Becerra, E., Aguilera Ojeda, C. O., Saldaña-Robles, A., Reveles-Arredondo, J. F., Barco-Burgos, J., & Vidal-Lesso, A. (2023). A review of numerical simulation of ball burnishing process. *Finite Elements in Analysis and Design*, 218, 103926. doi:10.1016/j.finel.2023.103926
- Dzierwa, A., & Markopoulos, A. P. (2019). Influence of ball-burnishing process on surface topography parameters and tribological properties of hardened steel. *Machines*, 7(1), 11. doi:10.3390/machines7010011
- Jerez-Mesa, R., Landon, Y., Travieso-Rodriguez, J. A., Dessein, G., Llumà-Fuentes, J., & Wagner, V. (2018). Topological surface integrity modification of AISI 1038 alloy after vibration-assisted ball burnishing. *Surface & Coatings Technology*, 349, 364–377. doi:10.1016/j.surfcoat.2018.05.061
- Kovács, Z., Kónya, G., Markó, B., & Póka, G. (2025). Experimental and theoretical investigation of the influence of tool paths and burnishing parameters on the quality of the burnished surface by magnetic assisted ball burnishing. *Results in Engineering*, 27, 105779. doi:10.1016/j.rineng.2025.105779
- Labuda, W., Starosta, R., & Charchalis, A. (2011). The analysis of the influence of the burnishing process on corrosion properties of steel applied to sea water pump shafts. *Journal of KONES Powertrain and Transport*, 18(4), 221–228.
- Maximov, J., Duncheva, G., Anchev, A., Dunchev, V., Anastasov, K., & Daskalova, P. (2024). Effect of roller burnishing and slide roller burnishing on surface integrity of AISI 316 steel: Theoretical and experimental comparative analysis. *Machines*, 12(1), 51. doi:10.3390/machines12010051
- Priyadarsini, C., Ramana, V. V., Prabha, K. A., & Swetha, S. (2019). A review on ball, roller, low plasticity burnishing process. *Materials Today: Proceedings*, 18, 5087-5099.
- Saldaña-Robles, A., Plascencia-Mora, H., Aguilera-Gómez, E., Saldaña-Robles, A., Marquez-Herrera, A., & Diosdado-De la Peña, J. A. (2018). Influence of ball-burnishing on roughness, hardness and corrosion resistance of AISI 1045 steel. *Surface & Coatings Technology*, 339, 191–198. doi:10.1016/j.surfcoat.2018.02.013
- Swirad, S., & Pawlus, P. (2020). The effect of ball burnishing on tribological performance of 42CrMo4 steel under dry sliding conditions. *Materials*, 13(9), 2127. doi:10.3390/ma13092127
- Swirad, S., & Wdowik, R. (2019). Determining the effect of ball burnishing parameters on surface roughness using the Taguchi method. *Procedia Manufacturing*, 34, 287–292. doi:10.1016/j.promfg.2019.06.152
- Torres, A., Amini, C., Cuadrado, N., Travieso-Rodriguez, J. A., Llumà, J., & Vilaseca, M. (2023). Experimental validation of ball burnishing numerical simulation on ball-end milled martensitic stainless-steel considering friction and the initial surface topography. *Journal of Materials Research and Technology*, 22, 3352–3361. doi:10.1016/j.jmrt.2022.12.100
- Travieso-Disotuar, A., Jerez-Mesa, R., Vilaseca, M., & Travieso-Rodriguez, J. A. (2025). Surface integrity enhancement through vibration-assisted ball burnishing of maraging steel produced by selective laser melting. *Journal of Materials Research and Technology*, 39, 493–505. doi:10.1016/j.jmrt.2025.09.078
- Velázquez-Corral, E., Jerez-Mesa, R., Llumà, J., Wagner, V., Dessein, G., & Travieso-Rodriguez, J. A. (2022). Wear resistance enhancement of AISI 1045 steel by vibration assisted ball burnishing process. *Procedia CIRP*, 108, 287–292. doi:10.1016/j.procir.2022.03.049
- Wang, H., Velázquez-Corral, E., Wang, X., & Jerez-Mesa, R. (2026). Data-driven prediction and optimization of surface roughness in vibration-assisted ball burnishing of 42CrMo steel. *Materials & Design*, 261, 115320. doi:10.1016/j.matdes.2025.115320

HANEHALKI ENERJİ KULLANIMINDA YEŞİL TEŞVİKLER: DİNAMİK FİYATLANDIRMA DENEYLERİNDEN KANITLAR

Prof.Dr.Utku Altunöz

Sinop Üniversitesi, utkual@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0232-3108>

Özet

Bu çalışma, davranışsal yeşil dürtülerin konut elektrik talep yönetiminde dinamik fiyatlandırmanın etkinliğini ne ölçüde artırabildiğini incelemektedir. Çalışmada, ortak bir zaman dilimine göre fiyatlandırma (TOU) tarifesinin farklı davranışsal tasarımlarla birleştirildiği önceden kayıt altına alınmış çok kollu bir rastgele kontrollü deney kurgulanmıştır. DeneySEL kollar; aktif tercihli kayıt, varsayılan katılım ve çıkış seçeneği, sosyal norm geri bildirimi, gerçek zamanlı tepe uyarıları ve hafif otomasyon uygulamalarından oluşmaktadır. Yüksek frekanslı akıllı sayaç verileri ile hanehalkı ve zaman sabit etkilerini içeren ekonometrik modeller kullanılarak intention-to-treat ve treatment-on-the-treated etkileri tahmin edilmiştir. Bulgular, yalnızca TOU fiyatlandırmasının tepe dönem tüketimini azaltmakla birlikte etkinin görece sınırlı kaldığını göstermektedir. Buna karşılık davranışsal tasarım müdahaleleri etkileri belirgin biçimde güçlendirmektedir. Varsayılan katılım katılım oranlarını ve toplam tepe yük azaltımını artırırken, gerçek zamanlı uyarılar kısa dönemde fiyat esnekliğini yükseltmekte ancak zaman içinde zayıflamaktadır. En büyük ve en kalıcı etki ise otomasyon kolunda gözlenmektedir. Heterojenlik bulguları, etkilerin özellikle yüksek başlangıç tüketimine sahip ve klima kullanan hanelerde yoğunlaştığını göstermektedir. Refah ayrıştırması ise dikkat yoğun müdahalelerin zaman ve konfor maliyetleri doğurabildiğini, otomasyonun ise daha yüksek net refah ürettiğini ortaya koymaktadır. Sonuçlar, ölçeklenebilir, adil ve refah artırıcı dinamik fiyatlandırma programlarının tasarımına yönelik güçlü politika çıkarımları sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: dinamik fiyatlandırma, yeşil dürtüler, hanehalkı elektrik talebi, talep tarafı yönetimi, davranışsal iktisat.

HOUSEHOLD ENERGY USE AND GREEN INCENTIVES: EVIDENCE FROM DYNAMIC PRICING EXPERIMENTS

Abstract

This study examines whether behavioral green nudges can strengthen the effectiveness of dynamic electricity pricing in residential demand response. It develops a pre-registered multi-arm randomized controlled experiment in which a common time-of-use (TOU) tariff is combined with alternative behavioral designs, including active-choice enrollment, default enrollment with opt-out, social-norm feedback, real-time peak alerts, and light automation. Using high-frequency smart-meter data and household-by-time fixed-effects models, the analysis estimates both intention-to-treat and treatment-on-the-treated effects. The findings show that TOU pricing alone reduces peak-period electricity consumption, but the magnitude of the response remains modest. Behavioral design substantially amplifies this effect. Default enrollment increases program participation and aggregate peak shaving, while real-time alerts raise short-run price responsiveness but weaken over time. Automation produces the largest and most persistent decline in peak demand. Heterogeneity analyses indicate that effects are stronger among high-baseline users and households with air-conditioning, which is consistent with the central role of cooling loads in residential peaks. A welfare decomposition further suggests that attention-intensive interventions may generate non-trivial comfort and hassle costs, whereas automation achieves the highest net welfare gains by reducing the need for continuous consumer attention. Overall, the results provide policy-relevant evidence for designing scalable, equitable, and welfare-enhancing dynamic pricing programs.

Keywords: dynamic pricing, green nudges, residential electricity demand, demand-side management, behavioral economics.

GİRİŞ

Elektrik sistemlerinin karbonsuzlaştırılması yalnızca daha temiz üretim teknolojilerine geçişle değil, aynı zamanda talep tarafının daha etkin yönetilmesiyle mümkündür. Hanehalkları toplam elektrik tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturmakta; özellikle tepe talep dönemlerinde kapasite gereksinimini, şebeke sıkışıklığını ve emisyon yoğunluğunu artırmaktadır. Bu nedenle konut talebinin zaman boyutunda yeniden dengelenmesi, enerji dönüşümünün kritik bileşenlerinden biridir.

Bu bağlamda zaman değişkenli tarifeler; zaman dilimine göre fiyatlandırma (TOU), kritik tepe fiyatlandırması ve gerçek zamanlı fiyatlandırma gibi araçlarla tüketicileri pahalı saatlerden daha ucuz saatlere yönlendirmeyi amaçlamaktadır. Ancak fiyat sinyallerinin davranışı dönüştürmesi çoğu zaman sınırlı kalmaktadır. Tüketiciler karmaşık tarifeleri takip etmekte zorlanmakta, sınırlı dikkat göstermekte ve kullanım anında marjinal fiyatların farkına her zaman varmamaktadır (Ito, 2014; Jessoe & Rapson, 2014).

Bu noktada tercih mimarisine dayalı yeşil dürtüler, dinamik fiyatlandırmayı tamamlayıcı bir politika aracı olarak öne çıkmaktadır. Varsayılan seçenekler, sosyal karşılaştırmalar, gerçek zamanlı uyarılar ve hafif otomasyon gibi müdahaleler, tüketici özerkliğini korurken davranışsal sürtünmeleri azaltabilir. Mevcut literatür, özellikle düşük maliyetli bilgi ve sosyal norm müdahalelerinin enerji tüketiminde anlamlı fakat sınırlı tasarruflar sağlayabildiğini göstermektedir (Allcott, 2011; Allcott & Kessler, 2019; Andor et al., 2020).

Bu çalışma, dinamik fiyatlandırmaya eklenen farklı davranışsal tasarımların tepe dönem elektrik tüketimi, etkinin kalıcılığı, program katılımı ve refah üzerindeki etkilerini birlikte incelemektedir. Çalışmanın temel katkısı, fiyatlandırma ile davranışsal tasarımı aynı deneysel çerçevede test etmesi ve hangi müdahale bileşiminin hem sistem verimliliği hem de tüketici refahı açısından daha başarılı olduğunu göstermesidir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Dinamik fiyatlandırma ve davranışsal mekanizmalar

Standart iktisadi yaklaşım, hanehalklarının zaman değişkenli fiyatlara tepki vererek tüketimlerini tepe saatlerden tepe dışı saatlere kaydıracağını varsayar. Bununla birlikte ampirik bulgular, beklenen talep tepkisi ile gerçekleşen talep tepkisi arasında sistematik bir fark olduğunu ortaya koymaktadır. Bu farkın önemli bir bölümü teknik yetersizliklerden değil; sınırlı dikkat, düşük fiyat görünürlüğü ve tepki vermenin yarattığı uğraş maliyetlerinden kaynaklanmaktadır (Bejan et al., 2021; Gillan, 2017).

Gerçek zamanlı uyarılar ve anlık bildirimler, tepe fiyatlarını karar anında görünür kılarak sınırlı dikkat sorununu hedeflemektedir. Sosyal norm geri bildirimi, bireylerin davranışlarını benzer hanelerle karşılaştırmasına imkân vererek tüketim alışkanlıklarını dönüştürebilir. Varsayılan katılım, aktif tercih gerektirmeden programa katılımı ölçeklendirir. Hafif otomasyon ise termostatlar veya akıllı prizler aracılığıyla yük kaydırmasını tüketicinin sürekli dikkatine ihtiyaç duymadan mümkün hale getirir.

Bu çerçeve üç temel beklenti üretmektedir. Birincisi, görünürlük temelli müdahaleler kısa vadeli fiyat esnekliğini yükseltir; ancak sürekli dikkat gerektirdiği için zaman içinde zayıflayabilir. İkincisi, varsayılan katılım katılım oranını yükselterek toplam program etkisini büyütür. Üçüncüsü, otomasyon daha kalıcı tepe yük azaltımı sağlarken aynı zamanda tüketici refahı üzerinde daha olumlu sonuçlar üretir.

1.2. İlgili literatür ve test edilebilir beklentiler

Home Energy Reports türü sosyal karşılaştırma programları, konut enerji tüketiminde ortalama olarak %1 ile %3 arasında değişen tasarruflar sağlayabilmektedir (Allcott, 2011; Allcott & Kessler, 2019). ABD dışındaki bulgular ise etkinin bağlama duyarlı olduğunu ve başlangıç tüketimi, gelir ve enerji altyapısı gibi değişkenlere bağlı olarak farklılaşabildiğini göstermektedir (Andor et al., 2020).

Dinamik fiyatlandırma deneyleri, özellikle sıcak günlerde ve klima yükünün baskın olduğu bölgelerde daha yüksek tepe azaltımları üretebilmektedir. Ancak bu etkinin boyutu; fiyat sinyalinin görünürlüğü, katılım biçimi ve destekleyici teknoloji kullanımı tarafından şekillenmektedir (Faruqui & Sergici, 2010; Fu et al., 2024). Varsayılan kayıt ve otomasyon gibi araçların programa katılımı ve gerçek tepkiyi artırdığı da literatürde güçlü biçimde vurgulanmaktadır (Fowlie et al., 2017; Liebe et al., 2021).

Bu literatüre dayanarak çalışmanın beklentisi şudur: yalnızca TOU fiyatlandırması mütevazı bir tepe azaltımı yaratacak; buna karşılık varsayılan katılım, gerçek zamanlı uyarılar ve özellikle otomasyon tepe saatlerde daha büyük ve daha kalıcı etkiler üretecektir. Sosyal norm geri bildiriminin ise toplam tüketim üzerinde daha küçük ama daha geniş zamana yayılan bir etkisi olması beklenmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Deneysel tasarım ve örneklem

Çalışma, akıllı sayaç kullanımının yaygın olduğu ve yaz aylarında soğutma talebine bağlı olarak belirgin tepe yük baskısı yaşayan bir elektrik piyasasında tasarlanmış çok kollu bir rastgele kontrollü deneydir. Örneklem, en az on iki ay kesintisiz fatura geçmişine sahip konut abonelerinden oluşmaktadır. Net ölçüm sözleşmesine sahip müşteriler ve mevcut talep yönetimi programlarına katılan aboneler analiz dışı bırakılmıştır.

Rastgele atama iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada haneler kontrol grubu ile dinamik fiyatlandırma uygunluğu arasında dağıtılmıştır. İkinci aşamada dinamik fiyatlandırma grubundaki haneler beş kola ayrılmıştır: (i) yalnızca TOU, (ii) varsayılan TOU katılımı, (iii) TOU + sosyal norm geri bildirimi, (iv) TOU + gerçek zamanlı uyarılar ve (v) TOU + hafif otomasyon. Atama sürecinde başlangıç tüketimi, konut tipi, gelir göstergesi ve soğutma cihazı sahipliği dikkate alınarak tabakalı rastgeleleştirme uygulanmıştır.

2.2. Değişkenler ve ekonometrik strateji

Temel sonuç değişkeni, tepe dönem elektrik tüketimidir. Buna ek olarak program katılımı, kısa dönem fiyat esnekliği, etkinin kalıcılığı ve refah bileşenleri incelenmektedir. Refah ayrıştırmasında fatura tasarrufu, konfor maliyeti ve dikkat/uğraş maliyeti ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Ampirik strateji üç tamamlayıcı adımdan oluşmaktadır. İlk olarak intention-to-treat (ITT) tahminleri ile rastgele atamanın ortalama etkisi ölçülmektedir. İkinci olarak, treatment-on-the-treated (TOT) tahminleri ile fiilen programa katılan haneler için yerel ortalama tedavi etkileri hesaplanmaktadır. Üçüncü olarak olay-çalışması yaklaşımı kullanılarak etkilerin zaman içindeki kalıcılığı analiz edilmektedir. Tüm modellerde hanehalkı ve zaman sabit etkileri kullanılmakta, standart hatalar hane düzeyinde kümelenmektedir.

3. BULGULAR

3.1. Başlangıç dengesi

Deney grupları arasında müdahale öncesi ortalamalar birbirine oldukça yakındır. Başlangıç dönem elektrik tüketimi, tepe dönem payı, konut tipi, klima sahipliği ve gelir göstergesi bakımından sistematik fark bulunmaması, rastgele atamanın başarılı biçimde uygulandığını göstermektedir.

Tablo 1. Deney grupları arasında başlangıç özellikleri

Değişken	Kontrol	Yalnızca TOU	Varsayılan TOU	TOU + Sosyal normlar	TOU + Uyarılar	TOU + Otomasyon
Aylık tüketim (kWh)	342.6	340.9	343.8	341.7	344.1	343.0
Tepe payı (%)	32.1	31.9	32.0	31.8	32.2	32.1
Apartman oranı (%)	61.4	60.9	61.7	61.2	60.8	61.5
Klima sahipliği (%)	58.3	57.9	58.6	58.1	58.8	58.5
Gelir endeksi	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02

Not: Müdahale öncesi ortalamalar arasındaki farklar küçük ve istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu durum, deneysel tasarımın içsel geçerliliğini desteklemektedir.

3.2. ITT etkileri

Yalnızca TOU fiyatlandırması tepe dönem tüketimini azaltmaktadır; ancak davranışsal destek olmaksızın etki sınırlı kalmaktadır. En güçlü ITT etkileri otomasyon ve gerçek zamanlı uyarı kollarında gözlenmektedir.

Tablo 2. Dinamik fiyatlandırma ve davranışsal dürtülerin tepe dönem tüketimi üzerindeki ITT etkileri

Tedavi kolu	Tepe kWh (β)	Tepe etkileşimi (θ)
Yalnızca TOU	-0.031***	-0.054***
Varsayılan TOU	-0.044***	-0.082***
TOU + sosyal normlar	-0.028**	-0.049***
TOU + gerçek zamanlı uyarılar	-0.036***	-0.097***
TOU + otomasyon	-0.041***	-0.128***

Not: Bağımlı değişken tepe dönem kWh tüketiminin logaritmasıdır. Hanehalkı ve zaman sabit etkileri modele dâhil edilmiştir. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$.

3.3. Dinamik tepkiler ve kalıcılık

Olay-çalışması tahminleri, tepe dönem azaltımlarının tedavi başlangıcından hemen sonra ortaya çıktığını ve müdahale öncesi eğilimlerde anlamlı bir ayrışma bulunmadığını göstermektedir. Bu sonuç, tanımlama varsayımını desteklemektedir.

Gerçek zamanlı uyarı kolunda elde edilen azaltımlar zaman içinde kademeli olarak zayıflarken, otomasyon kolunda etki büyük ölçüde korunmaktadır. Dolayısıyla davranışsal müdahalelerin başarısı yalnızca ilk tepkiye değil, aynı zamanda müdahalenin sürdürülebilirliğine de bağlıdır.

3.4. Katılım, TOT etkileri ve fiyat esnekliği

Araç değişken yaklaşımıyla elde edilen sonuçlar, varsayılan katılımın programa dâhil olma olasılığını güçlü biçimde yükselttiğini göstermektedir. Programa fiilen katılan haneler bakımından en büyük etki yine otomasyon kolunda ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3. Katılım etkileri ve TOT tahminleri

Sonuç değişkeni	Varsayılan TOU	Uyarılar	Otomasyon
Katılım (birinci aşama)	+0.42***	+0.18***	+0.15***
Tepe kWh (TOT)	-0.112***	-0.164***	-0.213***

Not: Birinci aşama F-istatistikleri geleneksel eşik değerlerin üzerindedir. TOT tahminleri, uyum gösteren haneler için yerel ortalama tedavi etkisini göstermektedir.

Fiyat görünürlüğü boyutunda bakıldığında, yalnızca TOU altında tepe dönem fiyat esnekliği sınırlıdır. Gerçek zamanlı uyarılar ve otomasyon, tüketicilerin marjinal fiyat sinyaline verdiği tepkiyi belirgin biçimde artırmaktadır.

Tablo 4. Tedavi kollarına göre tepe dönem kısa vadeli fiyat esneklikleri

Müdahale kolu	Esneklik
Yalnızca TOU	-0.11
TOU + sosyal normlar	-0.13
TOU + uyarılar	-0.21
TOU + otomasyon	-0.24

Not: Daha negatif esneklik katsayıları, tepe dönem fiyat artışlarına karşı daha güçlü tüketim tepkisini ifade etmektedir.

3.5. Heterojenlik ve refah etkileri

Etkiler tüm haneler için aynı değildir. Yüksek başlangıç tüketimine sahip ve klima kullanan hanelerde tepe dönem azaltımları daha güçlüdür. Bu durum, konut tepe talebinde soğutma yüklerinin merkezi rolüyle uyumludur.

Tablo 5. Alt gruplara göre tepe yük etkileri

Alt grup	Uyarılar	Otomasyon
Yüksek başlangıç tüketicileri	-0.142***	-0.196***
Düşük başlangıç tüketicileri	-0.061**	-0.084**
Klimalı haneler	-0.158***	-0.221***
Klimasız haneler	-0.034	-0.052*

Not: Tepe dönem azaltımları esnek yük kapasitesi daha yüksek olan hanelerde yoğunlaşmaktadır. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.10$.

Refah ayrıştırması, dikkat yoğun müdahalelerin yarattığı bilişsel ve konfor maliyetlerinin göz ardı edilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Otomasyon, güçlü tepe azaltımı ile daha düşük uğraş maliyetini birlikte sağlayarak en yüksek net refahı üretmektedir.

Tablo 6. Tedavi kollarına göre refah ayrıştırması

Müdahale kolu	Fatura tasarrufu	Konfor maliyeti	Uğraş maliyeti	Net refah
Yalnızca TOU	+	–	–	~0
TOU + uyarılar	++	--	--	+
TOU + otomasyon	++	–	–	++

Not: Tablo, refah bileşenlerinin yönünü ve göreceli büyüklüğünü özetlemektedir. Otomasyon kolu en yüksek net refahı sağlamaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, dinamik fiyatlandırmanın başarısının yalnızca fiyat yapısına değil, aynı zamanda bu fiyatların tüketiciye nasıl sunulduğuna bağlı olduğunu göstermektedir. Yalnızca TOU fiyatlandırması istatistiksel olarak anlamlı ancak sınırlı bir tepe azaltımı üretmektedir. Davranışsal tasarım unsurları eklendiğinde ise programın hem kapsamı hem de etkinliği artmaktadır.

Bulgular üç önemli politika sonucuna işaret etmektedir. İlk olarak, varsayılan katılım mekanizmaları program katılımını artırarak toplam sistem etkisini büyütebilir. İkinci olarak, gerçek zamanlı uyarılar kısa dönemde etkili olsa da, dikkat yorgunluğu nedeniyle kalıcılık sorunu yaratabilmektedir. Üçüncü olarak, hafif otomasyon hem daha güçlü hem de daha sürdürülebilir talep tepkisi ürettiği için ölçeklenebilir talep yönetimi programlarında öncelikli araç olarak değerlendirilmelidir.

Dağılımsal açıdan bakıldığında, etkilerin yüksek tüketimli ve klima kullanan hanelerde yoğunlaşması, hedefli program tasarımının etkinliği artırabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, düşük tüketimli haneler üzerinde aşırı yük yaratmayan ve tüketici refahını koruyan otomasyon destekli tasarımlar, adalet boyutunu güçlendirmektedir.

Gelecek çalışmalar, gelir grupları arasındaki refah farklarını daha ayrıntılı biçimde inceleyebilir; farklı iklim bölgelerinde dış geçerliliği test edebilir ve karbon emisyonu üzerindeki dolaylı etkileri ölçebilir. Bununla birlikte mevcut bulgular, enerji dönüşümünde fiyatlandırma ile davranışsal tasarımın birlikte düşünülmesi gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Allcott, H. (2011). Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics*, 95(9–10), 1082–1095. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2011.03.003>
- Allcott, H., & Kessler, J. B. (2019). The welfare effects of nudges: A case study of energy use social comparisons. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1), 236–276. <https://doi.org/10.1257/app.20170328>
- Andor, M. A., Gerster, A., Peters, J., & Schmidt, C. M. (2020). Social norms and energy conservation beyond the US. *Journal of Environmental Economics and Management*, 103, 102351. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102351>
- Bejan, I., Jensen, C. L., Andersen, L. M., & Hansen, L. G. (2021). Inducing flexibility of household electricity demand: The overlooked costs of reacting to dynamic incentives. *Applied Energy*, 284, 116391. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116391>
- Burkhardt, J., Gillingham, K., Kopalle, M., & Rapson, D. (2023). Field experimental evidence on the effect of pricing on residential electricity conservation. Working paper.
- Faruqui, A., & Sergici, S. (2010). Household response to dynamic pricing of electricity: A survey of 15 experiments. *Journal of Regulatory Economics*, 38(2), 193–225. <https://doi.org/10.1007/s11149-010-9127-y>
- Fowlie, M., Wolfram, C., Spurlock, C. A., Todd, A., Baylis, P., & Cappers, P. (2017). Default effects and follow-on behavior: Evidence from an electricity pricing program. Working paper.
- Fu, Z., Gilbert, B., Houde, S., & Novgorodsky, D. (2024). Do time-of-use prices deliver energy savings at the right time? *Energy Economics*, 132, 107449.
- Gillan, J. (2017). Dynamic pricing, attention, and automation: Evidence from a field experiment. Haas Working Paper.
- Ito, K. (2014). Do consumers respond to marginal or average price? Evidence from nonlinear electricity pricing. *American Economic Review*, 104(2), 537–563. <https://doi.org/10.1257/aer.104.2.537>
- Jessoe, K., & Rapson, D. (2014). Knowledge is (less) power: Experimental evidence from residential energy use. *American Economic Review*, 104(4), 1417–1438. <https://doi.org/10.1257/aer.104.4.1417>
- Liebe, U., Gewinner, J., & Diekmann, A. (2021). Large and persistent effects of green energy defaults in the household and business sectors. *Nature Human Behaviour*, 5(5), 576–585. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01054-1>
- Wolak, F. A. (2010). An experimental comparison of critical peak and hourly pricing: The PowerCentsDC program. Working paper, Stanford University.

DATA-DRIVEN MATHEMATICAL MODELLING, EXPERIMENTAL VALIDATION, AND PID CONTROL OF AN INCUBATOR**Ersagun Kürşat Yaylacı / Hüseyin Kayalı****Karabuk University, Department of Electrical and Electronics Engineering, ekyaylaci@karabuk.edu.tr
0000-0003-0358-5617****Karabuk University, Department of Electrical and Electronics Engineering,
huseyinhus123918@gmail.com, 0009-0000-6907-6757****Abstract**

This paper presents a data-driven, engineering-oriented investigation of the thermal regulation of an egg incubator. Maintaining stable environmental conditions inside an incubator is essential for successful embryo development, hatchability, and overall system efficiency. For this reason, the study focuses on developing a practical, control-oriented model that accurately describes the dominant dynamics of chamber temperature while remaining simple enough for real-time implementation. A low-order mathematical model is formulated to capture the coupled behavior of heating and humidification processes within the incubator chamber. The unknown parameters of the proposed model are identified through step-response experiments conducted on a laboratory-scale incubator equipped with an electric heater, an air circulation fan, a humidification unit, and digital temperature-sensing devices. Experimental data collected from these tests are used to estimate the system parameters and capture the main transient characteristics of the process. After parameter estimation, the obtained model is validated by comparing simulated outputs with measured experimental responses under representative operating conditions. Validation performance is evaluated using standard time-domain error metrics to determine the accuracy and reliability of the identified model. Based on the validated dynamic model, a PID controller is designed for temperature regulation. The control system is analyzed using key performance indicators such as overshoot, settling time, and steady-state error. Results indicate that the proposed framework offers an effective and practical basis for designing incubator control systems that are accurate, computationally efficient, easy to tune, and well-suited for embedded hardware implementation in low-cost agricultural and laboratory applications.

Index Terms: Incubator, mathematical modeling, experimental validation, PID control, temperature control.

1. INTRODUCTION

Artificial incubation is widely used in poultry production, hatchery automation, and laboratory research where the environmental conditions required for embryo development must be maintained within narrow limits. Among the most important variables, chamber temperature and relative humidity directly affect hatchability, embryo growth rate, chick quality, and posthatch adaptation. Experimental and review studies over the last decade have consistently shown that inappropriate incubation temperature or humidity degrades embryonic development, alters physiological responses, and reduces hatching performance [1]–[3]. Many practical incubators are still operated using simple on-off logic, fixed hysteresis bands, or empirically tuned controllers. Although these approaches are easy to implement, they may lead to oscillatory behavior, slow recovery under disturbances, and inefficient energy use in low-cost systems [4], [5]. A model-based approach is more desirable because it enables systematic parameter identification, simulation-based design, and quantitative controller tuning. In addition, a validated dynamic model can support future upgrades such as adaptive, robust, or predictive control [4], [5]. The main objective of this paper is to establish a complete data-driven workflow for incubator analysis and control design. First, a mathematical model of the incubator is derived from first principles. Second, the model parameters are identified and validated using experimental measurements. Third, a PID controller is designed and evaluated for reference tracking and disturbance rejection. The primary focus of the present study is the derivation of the mathematical model and the temperature-control design; although humidity is included in the overall system description, closed-loop humidity control is outside the scope of this work. The contributions of the study can be summarized as follows: i) development of a compact control-oriented model for incubator temperature, ii) formulation of an experimental validation procedure, and iii) presentation of a PID control results that can be directly implemented in low-cost embedded platforms.

2. LITERATURE REVIEW

Previous studies on incubator systems generally focus on thermal regulation, humidity conditioning, airflow distribution, or the integration of low-cost sensing and embedded hardware. In many cases, the thermal behavior is approximated by a firstorder or second-order model because the dominant chamber dynamics are slow compared with sensor sampling rates and actuator switching frequencies. Such simplified models are particularly useful for controller design because they preserve interpretability while avoiding excessive computational burden [4], [5].

The humidity subsystem is often more difficult to model due to evaporation, ventilation, leakage, and the temperature dependence of relative humidity. Recent physiological and experimental studies have shown that humidity is not merely a secondary variable; rather, it strongly affects egg water loss, gas exchange, and embryo adaptation, which motivates its inclusion in incubator modeling and validation workflows [1], [2]. Experimental system identification has also been widely adopted, especially when the physical geometry of the incubator or the airflow pattern makes analytical modeling difficult [4], [5].

Regarding control strategies, PID controllers remain popular because of their robustness, simplicity, and ease of deployment in microcontroller-based systems. Recent incubator studies also rely on PID-based regulation, often together with lowcost sensing, remote monitoring, or energy-aware actuation. This trend confirms the practical relevance of PID control for agricultural incubation systems [4], [6], [7].

3. SYSTEM DESCRIPTION AND PHYSICAL STRUCTURE

The incubator considered in this work consists of a thermally insulated chamber, an electrical heater, a forced-air circulation fan, a humidification mechanism, and temperaturehumidity sensors positioned inside the enclosure. The heater supplies thermal energy to the chamber air, while the fan promotes mixing so that the internal temperature remains as uniform as possible. The humidification unit injects moisture into the chamber in order to maintain a target relative humidity level suitable for incubation [4], [6].

From a control perspective, the manipulated inputs are the heater power command and, when available, the humidifier actuation level. The main measured outputs are chamber temperature $T_{actual}(t)$ and relative humidity $H(t)$. The principal disturbances include ambient temperature $T_a(t)$, ambient humidity, door opening events, air leakage, and supply voltage fluctuations. Because the thermal mass of the enclosure and internal components is significantly larger than the sensor response time, the dominant system behavior can be represented using low-order dynamic equations [4], [5].

4. MATHEMATICAL MODELING

For control-oriented identification, thermal processes are also frequently approximated by a first-order plus dead-time (FOPDT) model because this structure captures the dominant lag behavior while directly supplying the parameters required for practical PID tuning and reaction-curve-based design procedures [8]–[10]. The corresponding transfer function is written as

$$G(s) = \frac{Ke^{-Ls}}{\tau s + 1} \quad (1)$$

where K is the static gain, L is the dead time, τ is the time constant, and s is the Laplace variable. In order to estimate the FOPDT parameters reliably, an open-loop step test was performed while the closed-loop PID action remained inactive. In this representation, the dead time L denotes the interval between the application of an input and the first observable response of the output, and in thermal systems it is commonly associated with transport delay, sensing delay, actuator-to-sensor separation, and finite heat-transfer paths [10], [11]. The time constant τ characterizes the inertia of the dominant firstorder mode and is conventionally interpreted through the time needed for the response to reach 63.2% of its final value after the dead-time interval [8], [9]. Consequently, larger values of τ correspond to slower thermal dynamics and motivate more conservative PID tuning.

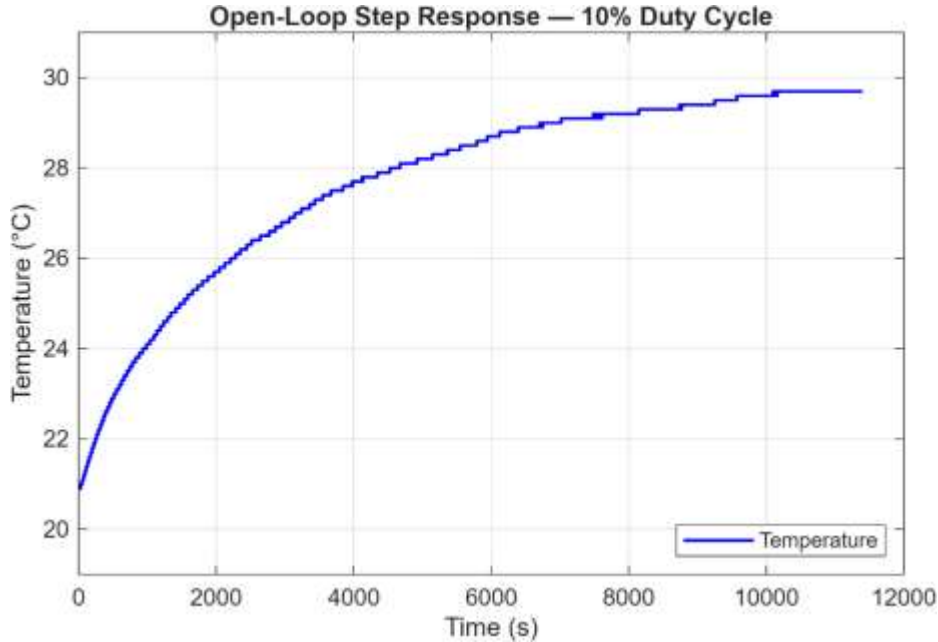


Figure 1. Open-loop temperature step response for a duty-cycle change from

Figure 1 presents the open-loop temperature response obtained for a duty-cycle step from 0% to 10%. This experimental response forms the basis for estimating the FOPDT parameters K , L , and τ . As observed from Fig. 1, the initial temperature was measured as $T_{init} = 20.9^\circ\text{C}$ and the steady-state temperature was measured as

$T_{ss} = 29.7^{\circ}\text{C}$. The experiment was allowed to continue until the system had sufficiently settled to its final temperature value. Accordingly, the temperature change was obtained as $\Delta T = T_{ss} - T_{init} = 8.8^{\circ}\text{C}$. Since the applied duty-cycle step was $\Delta D = 10\%$, these values provide the necessary basis for deriving the mathematical model of the system and estimating the corresponding process gain. The static gain K given in (1) is defined as the ratio of the steady-state temperature change to the applied duty-cycle change during the transition from one steady operating point to another. This quantity corresponds to the DC gain of the process and is a system-specific parameter. Therefore,

$$K = \frac{\Delta T}{\Delta D} = \frac{T_{ss} - T_{init}}{D_{final} - D_{initial}} \quad (2)$$

Using the measured values from the step test, the static gain is calculated as,

$$K = \frac{8.80}{10} = 0.88 \quad (3)$$

A. Estimation Methods for L and τ

Two independent methods were applied to the same experimental data set, and the results were compared for crossvalidation purposes.

1) Tangent Method: To identify the FOPDT parameters of the incubator thermal process, the open-loop step response was analyzed using the classical tangent (process reaction curve) method. This approach provides practical estimates of the dead time L and time constant τ directly from experimental data. The measured temperature response exhibits a monotonic Sshaped rise after the heater duty-cycle step input. The derivative of the measured response was evaluated, and the time instant corresponding to the maximum slope was identified as the inflection point t_{inf} , where t denotes time, $T(t)$ denotes the measured chamber temperature, and $T(t_{inf})$ denotes the temperature value at the inflection point. A tangent line was drawn through the response curve at this inflection point. The equation of the tangent line can be expressed as

$$T_{tan}(t) = T(t_{inf}) + m_{max}(t - t_{inf}) \quad (4)$$

where m_{max} denotes the maximum slope of the step response, $T_{tan}(t)$ is the tangent-line approximation of the temperature response, and t_{inf} is the time coordinate of the inflection point. The tangent line was then extrapolated to intersect the initial steady-state temperature level T_{init} and the final steady-state temperature level T_{ss} . The time coordinate of the intersection with T_{init} was taken as the apparent dead time, where $t_{init,int}$ denotes the time at which the tangent line intersects the initial steady-state level.

$$L = t_{init,int} \quad (5)$$

while the time coordinate of the intersection with T_{ss} was taken as

$$t_{ss-int} = L + \tau \quad (6)$$

where $t_{ss,int}$ denotes the time at which the tangent line intersects the final steady-state level. Therefore, the process time constant was obtained as

$$\tau = t_{ss-int} - L \quad (7)$$

This geometric construction is consistent with the standard process reaction curve method widely used for control-oriented identification of thermal systems. For verification purposes, the obtained value of τ may also be compared with the measured time at which the response reaches 63.2% of the total temperature rise:

$$T_{63.2\%} = T_{init} + 0.632 (T_{ss} - T_{init}) \quad (8)$$

Using (4)–(6) together with the step response shown in Fig. 1, the process parameters were obtained as follows: the inflection time was identified as $t_{inf}=188.0$ s, the dead time was estimated as $L=26$ s, and the time constant was found as $\tau_{tangent}=1769$ s. In addition, the 63.2% reference temperature level used for the tangent-based time-constant calculation was determined as $T_r=26.46$ °C. However, the real time constant measured by experimental data was found as $\tau_{real}=2642$ s. Comparing these results, the model using τ_{real} has a better similarity with an experimental curve. Therefore, it was chosen to modelling the system.

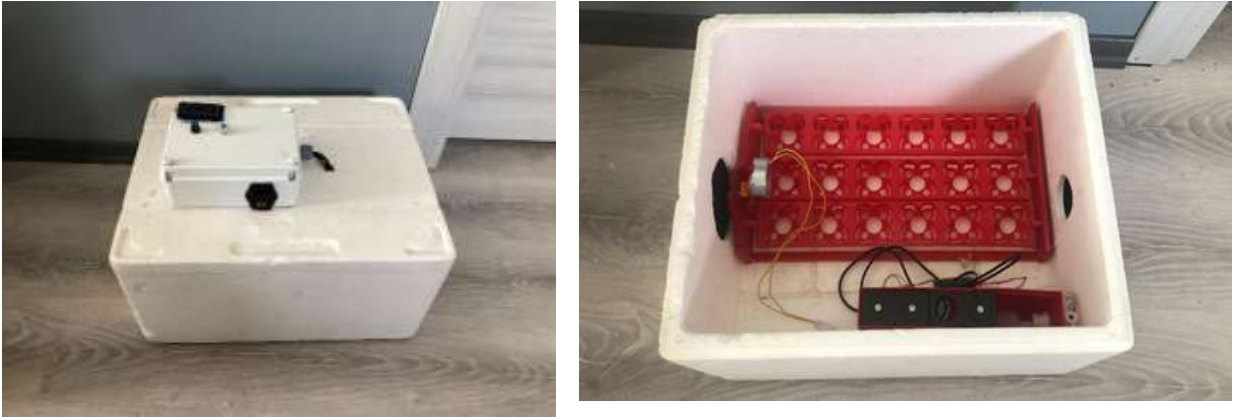


Figure 2. Experimental setup of the incubator platform used for the identification and validation studies.

2) Smith Two-Point Method: Unlike the tangent-based approach, the Smith method does not require differentiation of the measured response. Instead, it uses the time instants t_{28} and t_r at which the output reaches the 28.3% and 63.2% response levels, respectively. These points are derived from the analytical solution of a first-order process response and are commonly used in process reaction-curve-based FOPDT identification [12]:

$$T_{actual}(t) = T_{init} + K\Delta D \left(1 - e^{-\frac{t-L}{\tau}} \right) \text{ where } t > L \quad (9)$$

The Smith formulas are obtained to get dead-time and time constant as follows in [12]:

$$\tau_{Smith} = 1.5 (t_r - t_{28}) \quad (10)$$

$$L_{Smith} = t_r - \tau_{Smith} \quad (11)$$

For the present data set, the measured response reached the 28.3% and 63.2% levels at $t_{28}=662$ s and $t_r=2642$ s, respectively. Accordingly, using (9), (10), and (11), the Smith method parameters were obtained as

$$L_{Smith} = 0.0 \text{ s} , \quad \tau_{Smith} = 2970.0 \text{ s} \quad (12)$$

Substituting into (11) yields $L_{\text{Smith}} = 2642 - 2970 = -328\text{s}$, which is physically inadmissible. Since the Smith two-point method does not enforce a non-negativity constraint on L , a negative estimate indicates that the measured response does not exhibit a perceptible dead-time interval separable from the dominant lag. Following standard practice, L_{Smith} is therefore set to zero, and the full delay is absorbed into the time constant. This outcome confirms the earlier observation that the tangent-based estimate provides a more informative characterisation of the dead-time characteristic for this data set.

5. EXPERIMENTAL VALIDATION OF THE MODEL

The experimental setup used in this study is shown in Fig. 2. The photographs document the incubator chamber, the embedded electronics, and the physical test environment used during model identification and controller validation. After parameter estimation, the identified models were validated by directly comparing the measured step response with the responses reconstructed from the tangent-based and Smith-based FOPDT parameter sets. Figure 3 presents both the temperature trajectories and the corresponding model errors.

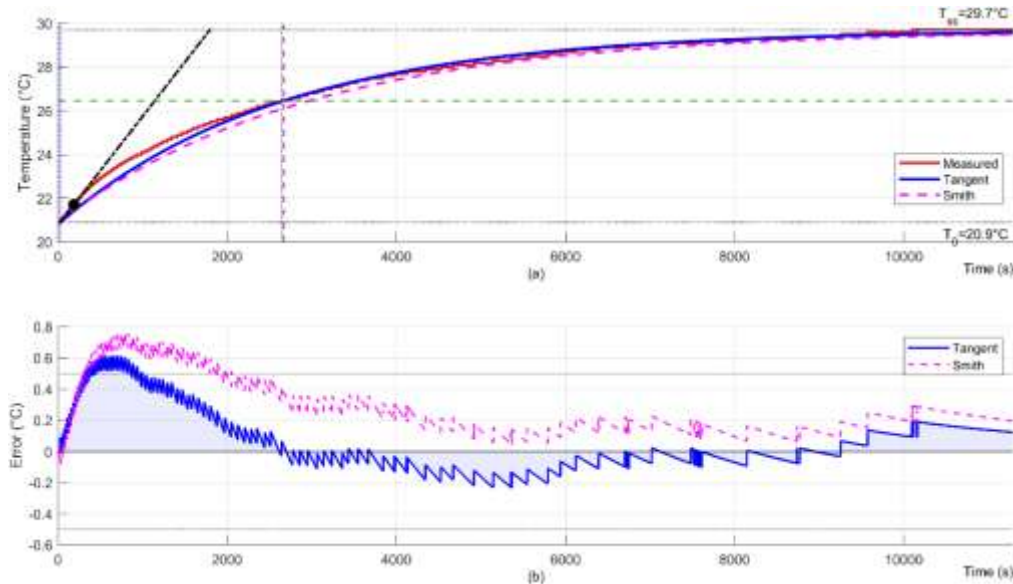


Figure 3. Experimental validation of the identified temperature models: (a) measured and model-predicted step responses, and (b) corresponding temperature errors for the tangent-based and Smith-based FOPDT models.

Such a comparison is particularly important because, for controller design, not only the final value but also the transient mismatch determines the quality of the resulting PID tuning [4], [5]. As seen in Fig. 3(a), both low-order models reproduce the overall monotonic heating trend and converge to the measured steady-state temperature of approximately $T_{ss} = 29.7^\circ\text{C}$. The tangent-based model shows a slightly slower rise during the early transient, whereas the Smith-based model follows the measured curve somewhat more closely around the midresponse region near the 63.2% level. In the long-time region, the two model responses become almost indistinguishable and both remain close to the measured steady-state value. The error plot in Fig. 3(b) provides a clearer view of the validation quality. The tangent-based model exhibits a larger positive error during the initial heating phase, with a peak on the order of 0.7°C , while the Smith-based model remains lower, around 0.5°C . During the intermediate interval, both models cross the zero-error line and produce a moderate negative bias, approximately within the range of -0.3°C to -0.1°C . At later times, the errors remain bounded and gradually approach a small positive offset, indicating that the dominant thermal behavior is still captured satisfactorily despite minor mismatch in the transient shape. To quantify the post-step modelling errors, the

root-meansquare error (RMSE) and the mean absolute error (MAE) were also evaluated over the validation interval. These metrics are defined as

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (T_{meas,k} - T_{model,k})^2} \quad (13)$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |T_{meas,k} - T_{model,k}| \quad (14)$$

where N is the number of sampled data points, $T_{meas,k}$ is the measured temperature, and $T_{model,k}$ is the corresponding model-predicted temperature. For the step-response validation shown in Fig. 3, the tangent-based model yielded $RMSE=0.1980$ °C and $MAE=0.1415$ °C, whereas the Smith-based model yielded $RMSE=0.3184$ °C and $MAE = 0.2659$ °C. Overall, the validation results show that both identified models are adequate for control-oriented analysis, since they preserve the dominant rise behavior, the effective process delay, and the steady-state temperature level. However, the error metrics indicate that the tangent-based model provides the more accurate overall fit for the post-step response, while also remaining more informative for the physical interpretation of the dead-time characteristic. Therefore, both models are useful in a complementary sense: the tangent method offers better interpretability of L together with lower RMSE and MAE, whereas the Smith method still provides an acceptable low-order empirical representation of the observed response [3], [7].

6. PID CONTROL

The objective of the control is to regulate the incubator temperature around a prescribed reference $T_{ref}(t)$ while minimizing overshoot and reducing settling time. In incubation applications, large overshoot is undesirable because embryo development is highly sensitive to prolonged overheating. Therefore, the controller should achieve accurate setpoint tracking, disturbance rejection, and zero steady-state error under nominal operating conditions [1], [3]. The control error is defined as the difference between the reference temperature and the measured chamber temperature:

$$e(t) = T_{ref}(t) - T_{actual}(t) \quad (15)$$

where $e(t)$ denotes the instantaneous tracking error. For the present incubator, the nominal temperature setpoint is taken as $T_{ref}=37.6$ °C, which is representative of chicken-egg incubation, and the controller output is interpreted as the heater PWM duty ratio in percent. The temperature loop is implemented by a standard PID controller in continuous time,

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\lambda) d\lambda + K_d \frac{de(t)}{dt}, \quad (16)$$

where K_p , K_i , and K_d denote the proportional, integral, and derivative gains, respectively. In the embedded realization, a discrete-time form is used. Let T_s denote the sampling interval. Then the implemented update equations become

$$e[k] = T_{ref} - T_{actual}[k] \quad (17)$$

$$u[k] = K_p e[k] + K_i T_s \sum_{j=0}^n e[j] + K_d \left(\frac{e[k] - e[k-1]}{T_s} \right) \quad (18)$$

In this implementation, the derivative action is computed from the error signal rather than from the measured temperature.

Since setpoint changes are rare in thermal incubation systems, this choice remains acceptable and provides additional damping during the transient regime. To avoid integrator windup, the integral term is clamped whenever the controller output $u[k]$ hits its limits (0% or 100%). This prevents the integral from growing excessively during saturation, ensuring a smoother recovery with minimal overshoot once the system returns to its normal operating range. Based on the identified FOPDT model and the desired closed-loop response characteristics, the temperaturecontroller parameters were selected as $K_p=22.77$, $K_i=0.00443$, and $K_d=477.5473$. The nominal controller update period was chosen as $T_s = 500$ ms.

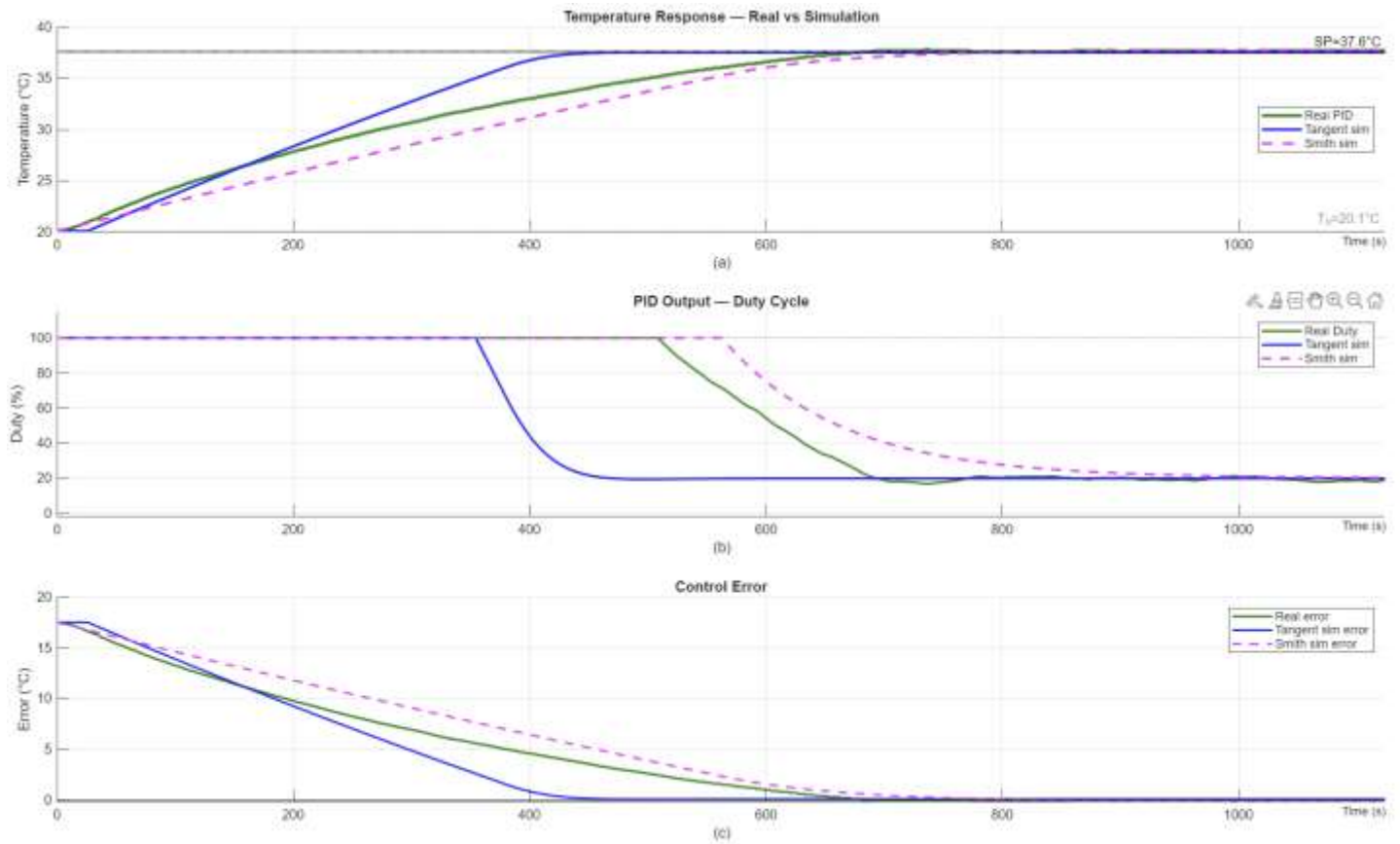


Figure 4. Closed-loop PID comparison between the real system and the tangent-based and Smith-based simulations: (a) temperature response, (b) duty-cycle

7. REAL-TIME IMPLEMENTATION AND EXPERIMENTAL CONTROL RESULTS

The designed PID controller was evaluated in closed loop by comparing the measured temperature response with the responses predicted by the tangent-based and Smith-based FOPDT models under the same controller parameters. Figure 4 summarizes the resulting temperature trajectories, heater duty-cycle histories, and model errors. As seen in Fig. 4(a), all three responses converge to the desired setpoint of approximately 37.6 °C without noticeable overshoot. The real temperature response rises slightly faster than the two simulated responses during the early stage, while the tangent-based simulation remains consistently closer to the measured trajectory than the Smith-based simulation over most of the transient. After approximately 650 s to 750 s, all three curves approach one another and become nearly indistinguishable near steady state. The heater-duty

comparison in Fig. 4(b) shows that the control action remains saturated at 100 % up to about 500 s for all three cases. After this instant, the tangent-based simulation predicts the fastest duty-cycle reduction, whereas the Smithbased simulation decreases more slowly and stays above the measured duty for a longer period. The real duty response exhibits a sharper drop after 550 s, reaches a minimum slightly below 20 % around the late transient, and then recovers toward the steady operating level. In the final stage, all duty signals converge to values close to 20 %, indicating that only moderate heater effort is required to maintain the incubation temperature once the chamber is warmed up. The control-error curves in Fig. 4(c) further clarify the closed-loop agreement. The real error decreases monotonically from the initial condition toward zero, and the tangent-based simulation follows this trend more closely than the Smithbased simulation throughout most of the response. In particular, the Smith-based error remains visibly higher during the mid-transient interval, whereas the tangent-based error nearly overlaps the measured error after approximately 500 s. In the late stage, all error signals approach zero, confirming satisfactory steady-state regulation despite the transient mismatch of the Smith-based model. Overall, the closed-loop results confirm that the selected PID gains provide stable and well-damped temperature regulation for the incubator. The experimental response supports the conclusion that the controller can drive the chamber temperature to the target value without excessive overshoot, while the comparison with the two FOPDT models shows that the dominant closed-loop dynamics are captured satisfactorily. Among the two identified models, the tangent-based model appears to provide a slightly better representation of the later transient and error decay, whereas the Smith-based model remains competitive in the temperature-tracking comparison around the mid-response interval.

8. CONCLUSION

This paper has outlined a complete data-driven methodology for the mathematical modeling, experimental validation, and PID controller design of an incubator. Starting from energy and mass balance principles, a low-order dynamic model was formulated for temperature and humidity regulation. The model parameters were then estimated from experimental data and assessed using standard validation metrics. Based on the validated temperature model, a PID controller structure was introduced for practical real-time regulation. The proposed framework is suitable for low-cost incubator applications where computational efficiency and implementation simplicity are critical. In particular, this study concentrates on mathematical model development and temperature regulation, while humidity-control implementation is intentionally left for future investigation. Future work may include the use of coupled multivariable control, adaptive tuning, improved humidity regulation, and experimental studies involving different egg loads and ambient conditions.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) under the 2209-A Program, Project No.1919B012471193. The authors gratefully acknowledge TÜBİTAK for its valuable support. During the preparation of this manuscript, artificial intelligence tools were used for page layout editing, literature scanning, and grammar improvement. The authors reviewed and edited the generated outputs and take full responsibility for the final content of the article.

Katılımcılar	Cinsiyet	Branş
Ersagun Kürşat Yaylacı	Erkek	Mühendislik
Hüseyin Kayalı	Erkek	Mühendislik

REFERENCES

- [1] Tona, K., Voemesse, K., N'nanlé, O., Oke, O. E., Kouame, Y. A. E., Bilalissi, A., ... & Oso, O. M. (2022). Chicken incubation conditions: role in embryo development, physiology and adaptation to the post-hatch environment. *Frontiers in Physiology*, 13, 895854.
- [2] Branum, S., Tazawa, H., & Burggren, W. (2022). Physiological regulation of growth, hematology and blood gases in chicken embryos in response to low and high incubation humidity. *Frontiers in Physiology*, 13, 880737.
- [3] Li, M., Shi, Z., Bai, Z., Hu, Y., & Han, G. (2026). Egg-level temperature monitoring and CFD-guided structural optimization improve thermal uniformity and hatch performance in a single-stage tunnel incubator. *Poultry Science*, 105(5), 106666.
- [4] Kapen, P. T., Youssoufa, M., Foutse, M., Manfouo, H., & Mbakop, F. O. N. (2020). Design and prototyping of a low-cost, energy efficient eggs incubator in developing countries: A case study of Cameroon. *Scientific African*, 10, e00618.
- [5] Matamoros, M., Gómez, J. C., & Sánchez, A. J. (2020). *Temperature and humidity PID controller for a bioprinter atmospheric enclosure system*. *Micromachines*, 11 (11): 999.
- [6] Cheepati, K. R., & Balal, N. (2024). Solar powered thermoelectric air conditioning for temperature control in poultry incubators. *Sustainability*, 16(11), 4832.
- [7] Untiveros, L. E. A., Aguirre, E. H., & Aranda, K. E. R. (2026). Smart Agro-Technological System for Rural Poultry Incubation: Automation, Monitoring and Energy Efficiency. *Journal of Agriculture and Food Research*, 102801.
- [8] Åström, K. J., & Hägglund, T. (2004). Revisiting the Ziegler–Nichols step response method for PID control. *Journal of process control*, 14(6), 635-650.
- [9] Dalen, C., & Di Ruscio, D. L. (2018). A novel process-reaction curve method for tuning PID controllers.
- [10] Huba, M., Bistak, P., Vrancic, D., & Zakova, K. (2021). Dead-time compensation for the first-order dead-time processes: towards a broader overview. *Mathematics*, 9(13), 1519.
- [11] Peker, F. (2026). Optimal gain-scheduled proportional integral-derivative (PI-D) control of asymmetrical thermal processes. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, 240(3), 447-462.
- [12] Smith, C. A. and Corripio, A. B., *Principles and Practice of Automatic Process Control*, 3rd ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2006.

FİLAMENT SARIM YÖNTEMİ İLE ÜRETİLEN BASINÇLI KAP GÖVDELERİNİN TASARIMI VE YAPISAL ANALİZİ**Makine Mühendisi, Enes COŞAR¹ / Doç.Dr., Recep KILIÇ² / Dr.öğr.üyesi, Emel ÇELİK³****¹MKE, Mekanik Tasarım Mühendisi, enescosar13044@gmail.com, 0000-0002-6718-7928****²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği, Mekanik
Titreşimler ve Gürültü, recepkilic@subu.edu.tr, 0000-0003-1580-1997****³Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sakarya Meslek Yüksek Okulu, Makine Bölümü, Enerji
emelcelik@subu.edu.tr, 0009-0007-1589-9089****Özet**

Bu çalışmada, filament sarım yöntemiyle üretilen Tip IV kompozit basınçlı kapların yapısal tasarımı ve sonlu eleman analizi incelenmiştir. Kompozit basınçlı kaplar, yüksek özgül dayanım ve düşük ağırlık avantajları nedeniyle özellikle havacılık, uzay ve enerji uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmada, basınçlı kap tasarımında kritik öneme sahip olan dome geometrisi, filament sarım açısı ve katman kalınlığı parametreleri sistematik olarak değerlendirilmiştir.

Kubbe (dome) bölgesi tasarımında jeodezik ve jeodezik olmayan sarım yaklaşımları karşılaştırılmıştır. İç basınç altında daha uygun gerilme dağılımı sağlaması, farklı dome açıklıklarına uyarlanabilmesi ve tasarım esnekliği sunması nedeniyle jeodezik olmayan yöntem tercih edilmiştir. Bu kapsamda, liflerin yüzey üzerindeki kayma davranışını dikkate alan diferansiyel denklemler kullanılarak sayısal çözümler gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre fiber yönelimleri ile dome profili belirlenmiştir.

Tasarlanan kompozit basınçlı kap modeli, ANSYS sonlu elemanlar yazılımı kullanılarak yapısal analizlere tabi tutulmuştur. Analizlerde Tsai-Wu, Maksimum Gerinim (Maximum Strain) ve Maksimum Gerilme (Maximum Stress) hasar kriterleri değerlendirilmiş, yapısal güvenlik kriteri olarak IRF değerinin 1'in altında olması esas alınmıştır. Analiz sonuçları, maksimum gerilme yığılmalarının özellikle dome bölgesi ile silindirik bölge arasındaki geçiş bölgelerinde meydana geldiğini göstermiştir. Bu durum, geometrik süreksizlikler ve lif yönelimi değişimlerinin yapısal davranış üzerinde önemli etkiler oluşturduğunu ortaya koymuştur.

Ayrıca sürtünme katsayısı ve filament sarım açısının yapısal davranış üzerindeki etkileri parametrik olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, sürtünme katsayısının artmasıyla birlikte lif kaymasının azaldığını ve yük aktarımının daha dengeli hale geldiğini göstermiştir. Böylece kompozit basınçlı kapların yapısal dayanımının iyileştirilebildiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Basınçlı Kap, Filament Sarım, Jeodezik Olmayan Tasarım, Dome Profili, Sonlu Elemanlar Analizi.

**DESIGN AND STRUCTURAL ANALYSIS OF PRESSURE VESSEL BODIES PRODUCED BY
FILAMENT WINDING METHOD****Makine Mühendisi, Enes COŞAR¹ / Doç.Dr., Recep KILIÇ² / Dr.öğr.üyesi, Emel ÇELİK³****¹MKE, Mekanik Tasarım Mühendisi, enescosar13044@gmail.com, 0000-0002-6718-7928****²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği, Mekanik
Titreşimler ve Gürültü, recepkilic@subu.edu.tr, 0000-0003-1580-1997****³Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sakarya Meslek Yüksek Okulu, Makine Bölümü, Enerji
emelcelik@subu.edu.tr, 0009-0007-1589-9089****Abstract**

This study presents the robustness design and finite element analysis of Type IV composite containers produced using successful filament winding methods. Composite containers are widely used, particularly in aperture, space, and energy applications, due to their high specific strength and low weight. In this study, the dome geometry, filament winding angle, and layer fracture system, which have recently become critical in container design, were evaluated.

Geodesic and non-geodesic winding approaches were compared in the design of the dome region. The non-geodesic method was preferred because it provides a more suitable stress distribution under internal pressure, can be adapted to different dome spans, and offers design flexibility. In this context, numerical solutions were performed using differential equations that consider the shear behavior of the fibers on the surface, and the fiber orientations and dome profile were determined according to the obtained results.

The designed composite pressure vessel model was subjected to structural analysis using ANSYS finite element software. In the analyses, Tsai-Wu, Maximum Strain, and Maximum Stress failure criteria were evaluated, with an IRF value below 1 being considered the structural safety criterion. The analysis results showed that maximum stress concentrations occurred particularly in the transition zones between the dome and cylindrical regions. This revealed that geometric discontinuities and changes in fiber orientation have significant effects on the structural behavior.

Furthermore, the effects of friction coefficient and filament winding angle on structural behavior were investigated parametrically. The results showed that as the friction coefficient increased, fiber slippage decreased and load transfer became more balanced. Thus, it was determined that the structural strength of composite pressure vessels could be improved.

Key Words: Composite Pressure Vessel, Filament Winding, Non-Geodetic Design, Dome Profile, Finite Element Analysis.

GİRİŞ

Kompozit basınçlı kaplar, karbon fiber takviyeli polimer (CFRP) gibi ileri mühendislik malzemeleri kullanılarak üretilmekte olup yüksek basınçlı gazların depolanması ve taşınmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu malzemeler; yüksek özgül dayanım, düşük ağırlık, yorulma direnci ve korozyon dayanımı gibi üstün özellikleri sayesinde geleneksel metalik basınçlı kaplara kıyasla önemli avantajlar sunmaktadır (Hegde, Satish Shenoy, and Chethan 2019). Özellikle hafiflik ve yüksek dayanım gerektiren uygulamalarda kompozit basınçlı kaplar güvenilir ve verimli bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.

Tip IV kompozit basınçlı kaplar, polimer iç astar ve tamamen kompozit sarım yapısından oluşmaları nedeniyle diğer basınçlı kap tiplerine göre önemli ağırlık avantajı sağlamaktadır. Tip I, Tip II ve Tip III basınçlı kaplarla karşılaştırıldığında, Tip IV kapların yaklaşık %75'e varan ağırlık tasarrufu sağlayabildiği bildirilmektedir (Liu ve ark. 2012). Bu nedenle otomotiv, savunma, havacılık ve enerji sektörlerinde yaygın biçimde tercih edilmektedir.

Kompozit basınçlı kapların tasarımı; malzeme özellikleri, sarım açıları ve geometrik parametreler arasındaki ilişkinin doğru şekilde belirlenmesini gerektiren önemli bir mühendislik problemidir. Özellikle patlama basıncının tahmini ve gerilme dağılımlarının belirlenmesi, kompozit malzemelerde görülen matris çatlaması, delaminasyon ve lif kopması gibi karmaşık hasar mekanizmaları nedeniyle oldukça zordur. Ayrıca kompozit yapıların anizotropik davranış göstermesi, rijitlik matrislerinin doğru şekilde modellenmesini gerekli kılmaktadır (Boonluang ve ark. 2024).

Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte sonlu eleman analizi (Finite Element Analysis, FEA), kompozit yapıların davranışlarının incelenmesinde yaygın olarak kullanılan etkili bir yöntem haline gelmiştir (Mali ve ark. 2008). Literatürde filament sarım açısının kompozit basınçlı kapların gerilme dağılımı ve yapısal davranışı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar bulunmasına rağmen, özellikle Tip IV basınçlı kaplarda farklı sarım açılarına bağlı yapısal davranışın sonlu elemanlar yöntemi ile detaylı olarak incelendiği çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Bu çalışmada, farklı filament sarım açılarına sahip Tip IV kompozit basınçlı kapların yapısal davranışları sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak incelenmiş, gerilme dağılımları ve hasar kriterleri değerlendirilerek optimum sarım açısının belirlenmesi amaçlanmıştır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Kompozit basınçlı kaplar (Composite Pressure Vessels, CPV), yüksek basınçlı gazların depolanması ve taşınmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle Tip IV kompozit basınçlı kaplar, polimer iç astar ve karbon fiber takviyeli kompozit sarım yapısı sayesinde hafif ve yüksek dayanımlı çözümler sunmaktadır. Yüksek dayanım/ağırlık oranı, kırılma direnci, korozyon dayanımı ve tasarım esnekliği gibi üstün özellikleri nedeniyle otomotiv, savunma, havacılık ve enerji sektörlerinde yaygın biçimde tercih edilmektedir (Azeem ve ark. 2024).

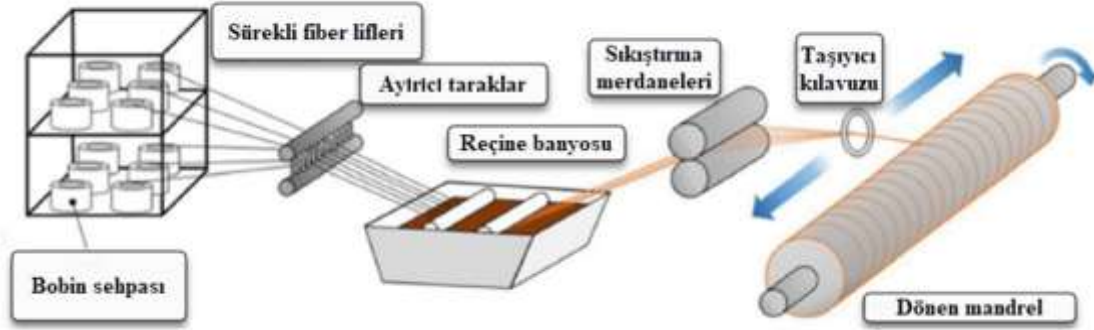
Filament sarım açısı, kompozit basınçlı kapların eksenel ve çevresel yük taşıma davranışını doğrudan etkileyen önemli parametrelerden biridir. Lif yönelimi ve sarım geometrisi, gerilme dağılımı ile yapısal dayanımı belirleyen temel tasarım değişkenleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle filament sarım prosesinin ve sarım tekniklerinin doğru şekilde modellenmesi, kompozit basınçlı kap tasarımında kritik öneme sahiptir.

1.1. Filament Sarma Prosesi

Geleneksel ıslak filament sarma prosesinde, reçine emdirilmiş lifler dönen bir mandrel (kalıp) etrafına belirli bir sarım açısıyla yerleştirilmekte ve ardından kürleme işlemi uygulanmaktadır. Termoset polimer matris için

istenen sarım katmanına ulaşıldıktan sonra mandrel, filament sarılmış yapıdan çıkarılmaktadır (Altınbay, Dogu, and Ünal 2025).

Şekil 1’de geleneksel yatay ıslak filament sarma prosesinde kullanılan temel üniteler gösterilmektedir. Bu sistem; lif besleme ünitesi, gerdirme mekanizması, reçine banyosu ve CNC kontrollü lif yerleştirme sisteminden oluşmaktadır (Ökten 2022).



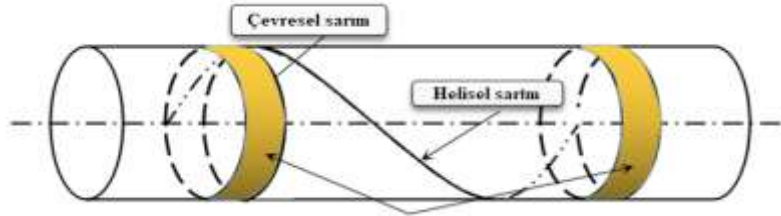
Şekil 1. Filament sarma yöntemi prosesi

Geleneksel ıslak filament sarım yönteminde karşılaşılan temel zorluklardan biri, işlem sırasında reçine/takviye oranının hassas şekilde kontrol edilmesidir (Akovali 2001). Bunun yanı sıra filament sarım prosesi, karmaşık geometrilere sahip kompozit yapıların üretiminde çeşitli kısıtlamalarla karşı karşıya kalmaktadır. Silindirik bir mandrelin tamamen kaplanması dahi jeodezik (en kısa yol) yörüngelerden sapmayı gerektirebilmektedir. Bu nedenle, karmaşık geometrilere lif yerleşimini optimize edebilmek amacıyla jeodezik olmayan sarım yollarına yönelik çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiştir (Vargas Rojas ve ark. 2014).

1.2. Filament Sarma Yöntemi Çeşitleri

Filament sarma tekniğinde çevresel (hoop), helisel ve polar sarma olmak üzere üç temel sarma deseni bulunmaktadır. Filament sarımlı kompozit yapıların büyük çoğunluğu helisel sarım yöntemi kullanılarak üretilmektedir. Helisel sarım yönteminde elyaf demeti, mandrelin uzunlamasına eksenine göre belirlenen bir sarım açısıyla yerleştirilmektedir. Bu yöntemde temel amaç, silindirik yüzeyin istenen kalınlıkta ve düzgün lif dağılımı ile kaplanmasını sağlamaktır (Quanjin ve ark. 2018).

Şekil 2’de boru tipi yapılarda kullanılan helisel ve çevresel sarım teknikleri gösterilmektedir. Kompozit tüpler ve basınçlı kaplar genellikle helisel sarım yöntemiyle üretilmektedir. Bu yöntemde lifler, mandrel eksenine göre genellikle 20° – 80° arasında değişen açılarla sarılmaktadır. Çevresel (hoop) sarım yönteminde ise lifler mandrel eksenine dik olacak şekilde 90° sarım açısıyla yerleştirilmektedir. Basınçlı kaplarda oluşan eksenel ve çevresel yüklerin etkin şekilde taşınabilmesi için helisel ve çevresel katmanların birlikte kullanılması büyük önem taşımaktadır (Rousseau ve ark. 1999).



Şekil 2. Hoop ve helisel sarım teknikleri

2. YÖNTEM

Kompozit basınçlı kapların dome bölgesi tasarımında jeodezik ve jeodezik olmayan sarım yöntemleri kullanılabilmektedir. Bu çalışmada, lif kaymasını dikkate alan jeodezik olmayan sarım yaklaşımı tercih edilmiştir. Tasarlanan Tip IV kompozit basınçlı kap modeli, ANSYS sonlu elemanlar yazılımı kullanılarak yapısal analizlere tabi tutulmuştur.

2.1. Jeodezik Olmayan Yöntem

Literatürde kompozit basınçlı kapların kubbe (dome) bölgesi tasarımında farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler temel olarak jeodezik ve jeodezik olmayan sarım yöntemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Jeodezik sarım yönteminde lifler, başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki en kısa yolu takip ederek kubbe yüzeyine yerleştirilmektedir. Bu durumda lifler yüzey üzerinde kayma eğilimi göstermemektedir. Jeodezik olmayan sarım yönteminde ise lifler belirli bir kayma eğilimine sahip yollar boyunca ilerlemektedir (Erturan 2019).

Meridyen profiline ait boyutsuz diferansiyel denklem Denklem (1)'de verilmiştir (Denost 1988).

$$\frac{d^2 \rho}{d\xi^2} = \left[\frac{(1-(1-k)\cos^2 \alpha)}{(k+(1-k)\cos^2 \alpha)} - 2 \right] \left(\frac{1+\rho'^2}{\rho} \right) \quad (1)$$

Burada ρ ve ξ sırasıyla yerel yarıçapın ve eksenel mesafenin boyutsuz biçimlerini ifade etmektedir.

$$\xi = \frac{z}{R} \quad \rho = \frac{r}{R} \quad (2)$$

Fiber yörüngesinin belirlenmesinde kullanılan diferansiyel denklem ise Denklem (3)'te verilmiştir.

$$\frac{d\alpha}{d\xi^2} = \lambda \left[\frac{(k+2(1-k)\cos^4 \alpha)}{(\rho \cos \alpha (k+(1-k)\cos^2 \alpha))} \right] - \frac{\rho' \tan \alpha}{\rho} \quad (3)$$

Denklem (1) ve Denklem (3), basınçlı kap eksenli boyunca kubbe profilinin ve lif yörüngelerinin belirlenmesi amacıyla eş zamanlı olarak çözülmüştür. Çözüm işlemlerinde belirlenen sınır koşulları altında dördüncü dereceden Runge-Kutta algoritması kullanılmıştır. Kubbe geometrisi, belirli bir kayma katsayısı (λ) değeri için malzeme özellikleri ve geometrik tasarım kısıtları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Katman kalınlığı ise kubbe-silindir geçiş bölgesindeki sarım açısına bağlı olarak belirlenmiştir (Erturan 2019).

2.2. Basınçlı Kap Tasarım Parametreleri

Bu çalışmada kompozit basınçlı kap geometrisi, Tablo 1'de verilen geometrik ve mekanik tasarım parametrelerine göre oluşturulmuştur. Tasarımda polar açıklık oranı (r_p/r_c) 0,4 olarak alınmıştır. Analizlerde karbon fiber takviyeli epoksi kompozit malzeme kullanılmıştır. Basınçlı kap modeli için çalışma basıncı 30 MPa olarak tanımlanmış ve analizler emniyet katsayısı dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1- Basınçlı kap tasarım parametreleri

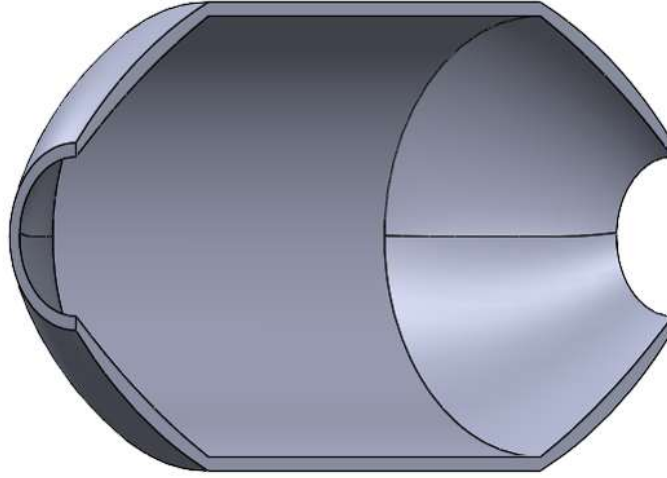
Parametre	Değer
Silindirik bölge çapı	500 mm
Basınçlı kap gövdesi uzunluğu	700 mm
Polar açıklık çapı	200 mm
Çalışma basıncı	30 MPa

2.3. Basınçlı Kap Tasarımı Modeli

Basınçlı kap tasarımında, dome bölgesindeki yapısal dayanımın artırılması ve çevresel gerilmelerin etkin şekilde taşınabilmesi amacıyla helisel ve çevresel (hoop) sarım katmanları birlikte kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan karbon fiber/epoksi kompozit malzemeye ait çekme dayanımı değerleri literatür verileri esas alınarak

belirlenmiştir. Bu kapsamda hoop katmanları için çekme dayanımı 805 MPa, helisel katmanlar için ise 685 MPa olarak kabul edilmiştir.

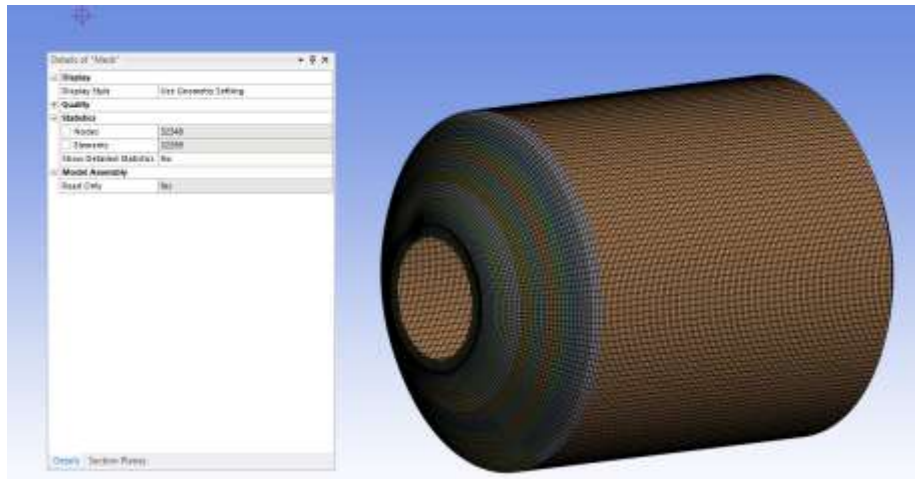
Tasarlanan kompozit basınçlı kap modelinde toplam kompozit kalınlığı yaklaşık 30 mm olarak hesaplanmıştır. Oluşturulan Tip IV kompozit basınçlı kap geometrisinin üç boyutlu modeli Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Tip IV kompozit basınçlı kap geometrisinin üç boyutlu model

2.4. Mesh Yapısı

Sonlu eleman modelinde hesaplama maliyetini azaltmak amacıyla katı (solid) model, kabuk (shell) modele dönüştürülmüştür. Mesh yapısı oluşturulurken her bölgede yeterli çözünürlüğün sağlanabilmesi amacıyla en az iki eleman sırası kullanılmıştır. Mesh kalitesi değerlendirilmiş ve orthogonal quality değeri minimum 0,7 olacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca mesh yoğunluğunun analiz sonuçları üzerindeki etkisi kontrol edilerek uygun mesh yapısı belirlenmiştir. Oluşturulan mesh modeli Şekil 4'te gösterilmiştir.

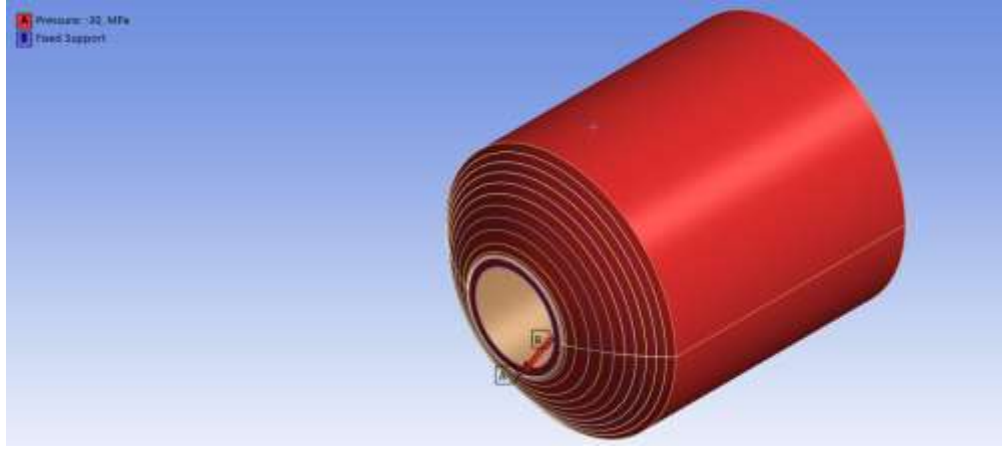


Şekil 4. Mesh modeli

A. 2.5. Sınır Şartlarının Belirlenmesi

Sonlu eleman analizlerinde basınçlı kap modelinin iç yüzeyine 30 MPa iç basınç uygulanmıştır. Yapının rijit cisim hareketini engellemek ve eksenel hareketleri sınırlandırmak amacıyla modelin her iki ucuna sabit mesnet

(fixed support) sınır şartı tanımlanmıştır. Analizlerde tam geometrik model kullanılmış olup eksensimetrik (axisymmetric) yaklaşım tercih edilmemiştir. Uygulanan sınır şartları Şekil 5’te gösterilmiştir.



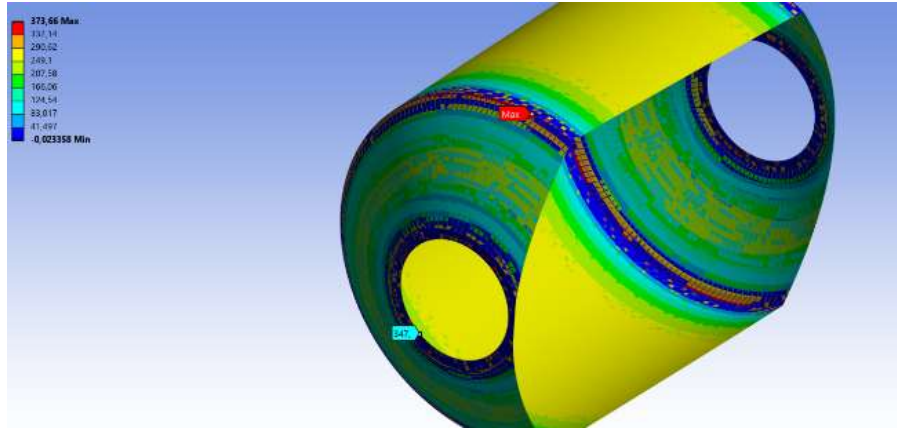
Şekil 5. Sınır şartları

3. BULGULAR

3.1. Sürtünme Katsayısının Sonlu Eleman Analizi Üzerindeki Etkisi

Bu çalışmada, jeodezik olmayan dome tasarım yaklaşımı kullanılarak oluşturulan Tip IV kompozit basınçlı kap modelinde sürtünme katsayısının (λ) yapısal davranış üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kompozit analizlerinde Tsai-Wu, Maksimum Gerinim (Maximum Strain) ve Maksimum Gerilme (Maximum Stress) hasar kriterleri değerlendirilmiştir. Yapısal güvenliğin sağlanabilmesi için IRF değerinin 1’in altında olması kriteri esas alınmıştır.

Analizlerde sürtünme katsayısı (λ) 0,1 ile 0,5 arasında değiştirilmiş ve her bir durum için serim açıları Denklem (2) ve Denklem (3) kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan serim açıları ANSYS ACP modülüne tanımlanarak ilgili sarım katmanları modellenmiş ve sonlu eleman analizleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 6’da kompozit basınçlı kapta meydana gelen gerilme dağılımı gösterilmektedir.

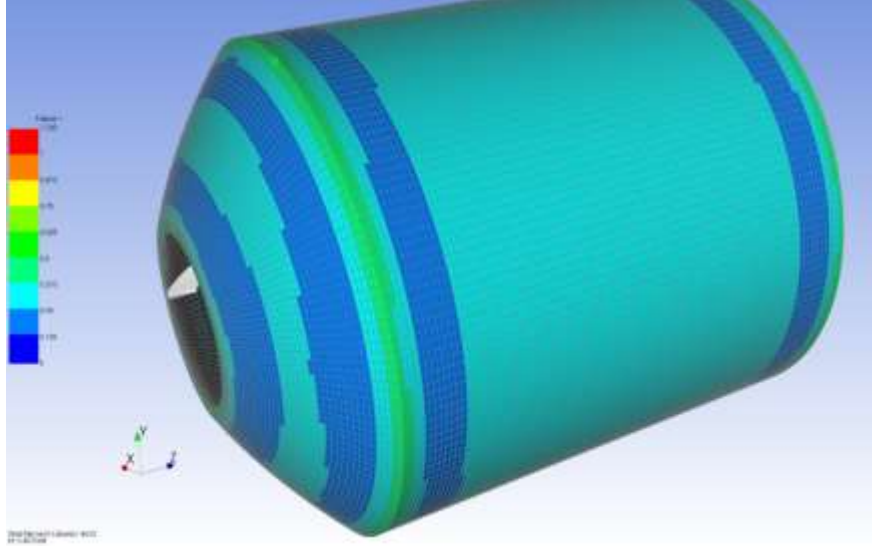


Şekil 6. Gerilme bölgesi geçişi

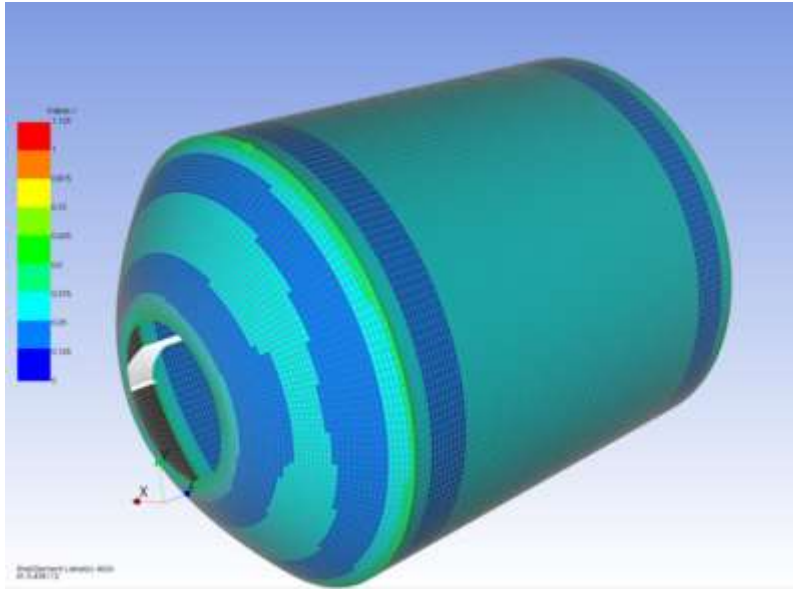
Şekil 6 incelendiğinde maksimum gerilme değerlerinin özellikle dome bölgesi ile silindirik bölge arasındaki geçiş bölgesinde yoğunlaştığı görülmüştür. Bu durum, geometri değişiminden kaynaklanan gerilme yığılmalarının söz konusu bölgede arttığını göstermektedir. Özellikle polar açıklık çevresinde ve dome geçiş bölgesinde lif yöneliminin değişmesi nedeniyle gerilme dağılımlarında farklılıklar meydana geldiği

belirlenmiştir. Benzer şekilde Zhou ve ark. (2025), kompozit basınçlı kapların dome bölgesinde iç basınç altında önemli gerilme yoğunlaşmalarının meydana geldiğini ve bu bölgenin yapısal açıdan kritik davranış sergilediğini rapor etmiştir. Ayrıca Jois ve ark. (2021), dome-silindir geçiş bölgesinde oluşan ikincil gerilmelerin hasar mekanizması üzerinde belirleyici etkiye sahip olduğunu belirtmiştir.

Şekil 7 ve Şekil 8’de sırasıyla $\lambda = 0,1$ ve $\lambda = 0,2$ durumları için elde edilen IRF dağılımları verilmiştir.



Şekil 7. Sürtünme katsayısı 0,1 için IRF değeri



Şekil 8. Sürtünme katsayısı 0,2 için IRF değeri

Şekil 7 ve Şekil 8’de her iki durumda da maksimum IRF değerlerinin dome geçiş bölgesinde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte sürtünme katsayısının artmasıyla birlikte IRF dağılımlarının daha homojen hale geldiği ve kritik bölgelerdeki gerilme yoğunluğunun azaldığı gözlemlenmiştir. $\lambda = 0,1$ durumunda bazı bölgelerde IRF değerlerinin kritik sınıra yaklaştığı görülürken, $\lambda = 0,2$ durumunda yapısal davranışın daha kararlı hale geldiği belirlenmiştir. Bu durum, sürtünme katsayısının artmasıyla birlikte liflerin yüzey üzerindeki kayma eğiliminin azalması ve yük aktarımının daha dengeli gerçekleşmesiyle ilişkilendirilmektedir. Elde edilen

sonuçlar, jeodezik olmayan sarım yaklaşımında sürtünme katsayısının kompozit basınçlı kapların yapısal dayanımı üzerinde önemli bir parametre olduğunu göstermektedir. Özellikle dome bölgesindeki serim açılarının ve lif yönelimlerinin gerilme dağılımını doğrudan etkilediği belirlenmiştir. Benzer şekilde Reda ve ark. (2024), filament sarım açılarının Tip IV kompozit basınçlı kapların gerilme dağılımı ve yapısal performansı üzerinde önemli etkileri olduğunu rapor etmiş ve lif yöneliminin maksimum asal gerilmeleri doğrudan etkilediğini belirtmiştir. Ayrıca Wang ve ark. (2025), filament sarım deseninin ve lif örtüşme dağılımının yapısal performansı doğrudan etkilediğini ve uygun sarım parametreleri ile daha homojen gerilme dağılımı elde edilebildiğini ifade etmiştir

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, jeodezik olmayan sarım yaklaşımı kullanılarak tasarlanan Tip IV kompozit basınçlı kapların yapısal davranışı sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiştir. Analizlerde sürtünme katsayısının (λ) kompozit basınçlı kap üzerindeki gerilme dağılımları ve hasar davranışı üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Tsai-Wu, Maksimum Gerinim ve Maksimum Gerilme hasar kriterleri dikkate alınarak gerçekleştirilen analizlerde, yapısal güvenlik kriteri olarak IRF değerinin 1'in altında olması esas alınmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre sürtünme katsayısının artmasıyla birlikte liflerin yüzey üzerindeki kayma eğiliminin azaldığı ve yük aktarımının daha dengeli hale geldiği belirlenmiştir. Buna bağlı olarak kompozit basınçlı kabın yapısal dayanımının arttığı gözlemlenmiştir. Özellikle dome bölgesi ile silindirik bölge arasındaki geçiş bölgesinde gerilme yoğunlaşmalarının meydana geldiği ve bu bölgenin yapısal açıdan kritik davranış sergilediği belirlenmiştir.

Analiz sonuçları, dome bölgesindeki serim açılarının gerilme dağılımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Polar açıklık çevresinde lif kaymasının azaltılması amacıyla serim açılarının 90°'ye yakın seçilmesinin yapısal dayanımı olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bu durum, çevresel gerilmelerin daha etkin taşınmasına katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak, jeodezik olmayan sarım yaklaşımında sürtünme katsayısının ve lif yönelimlerinin kompozit basınçlı kapların yapısal performansı üzerinde önemli tasarım parametreleri olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, dome bölgesi geometrisinin ve sarım açılarının optimize edilmesinin yapısal güvenlik açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Gelecek çalışmalarda, polar açıklık oranının ve farklı sarım açılarının yapısal davranış üzerindeki etkisinin deneysel ve sayısal yöntemlerle birlikte incelenmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akovali, G. 2001. *Handbook of Composite Fabrication*. Smithers Rapra Publishing
- Altınbay A., Dogu, M., and Ünal, A. 2025. “Cam Elyaf/Polipropilen Melez İpliklerinden Elyaf Sarma Yöntemiyle Termoplastik Kompozit Boru Üretimi.” *Black Sea Journal of Engineering and Science* 8 (3): 793–798. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1569246>.
- Azeem M., Ya, H. H., Alam, M. A., Kumar, M., et al. 2024. “Influence of Winding Angles on Hoop Stress in Composite Pressure Vessels: Finite Element Analysis.” *Results in Engineering* 21: 101667. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101667>
- Boonluang T., Phabjanda, S., Saidarasamoot, S., and Gositanon, A. 2024. “Design and Analysis of Hybrid Composite-Aluminum Rocket Motor Case.” In *Proceedings of The 4th International Conference on Science Technology & Innovation (ICSTI 2024)*. Maejo University
- Denost J. P. 1988. “Design of Filament-Wound Rocket Cases.” In *Design Methods in Solid Rocket Motors*, 22. AGARD.
- Erturan Y. 2019. *Development of a Structural Design Methodology for Filament Winding Composite Rocket Motor Case*. Middle East Technical University.
- Gupta S. R., and Vora, C. P. 2014. “A Review Paper on Pressure Vessel Design and Analysis.” 3 (3): 295–300.
- Hegde S., Shenoy, B. S., and Chethan, K. N. 2019. “Review on Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) and Their Mechanical Performance.” *Materials Today: Proceedings* 19: 658–662. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.07.749>
- Jois, K. et al. 2021. “Numerical Analysis of Filament Wound Cylindrical Composite Pressure Vessels Accounting for Variable Dome Contour.” *Composite Structures*.5, 56.
- Liu P. F., Chu, J. K., Hou, S. J., Xu, P., and Zheng, J. Y. 2012. “Numerical Simulation and Optimal Design for Composite High-Pressure Hydrogen Storage Vessel: A Review.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (4): 1817–1827. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.006>
- Mali A., Bhosale, H., Singh Bedi, D., and Modasara, A. 2008. “A Review Paper on Study of Pressure Vessel Design and Analysis.” *International Research Journal of Engineering and Technology*, 1369.
- Ökten Y. K. 2022. *Use of Carbon/Epoxy Towpregs during Dry Filament Winding of Composite Flat Specimens and Pressure Vessels*. Middle East Technical University.
- Quanjing M., Rejab, M. R., Kaige, J., Idris, M. S., and Harith, M. N. 2018. “Filament Winding Technique, Experiment and Simulation Analysis on Tubular Structure.” In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 342.
- Rousseau, J., Perreux, D., and Verdière, N. 1999. “The Influence of Winding Patterns on the Damage Behaviour of Filament-Wound Pipes.” *Composites Science and Technology* 59 (9): 1439–1449. [https://doi.org/10.1016/S0266-3538\(98\)00184-5](https://doi.org/10.1016/S0266-3538(98)00184-5)
- Reda R., Khamis M., Ragab A. E., Elsayed A., and Negm A. M. 2024. “Numerical Analysis of the Impact of Winding Angles on the Mechanical Performance of Filament Wound Type 4 Composite Pressure Vessels for Compressed Hydrogen Gas Storage.” *Heliyon* 10(13): e33796. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33796>
- Vargas Rojas, E., Chapelle, D., Perreux, D., Delobelle, B., and Thiebaud, F. 2014. “Unified Approach of Filament Winding Applied to Complex Shape Mandrels.” *Composite Structures* 116: 805–813.
- Zhou Y., Zou Y., Xia Q., Cao L., Zhang M., Shen T., & Du J. (2025). Simulation Analysis and Optimization Design of Dome Structure in Filament Wound Composite Shells. *Polymers*,17(10), 1421. <https://doi.org/10.3390/polym17101421>
- Wang T., Ge P., Gao D., Gao G., and Qi T. 2025. “Winding Pattern Design for Composite Pressure Vessels Based on Fiber Overlap and Stacking Optimization.” *Journal of Composite Materials* 60(13). <https://doi.org/10.1177/00219983251379937>

LIGHTWEIGHT TWO-STAGE SKIN LESION SEGMENTATION BASED ON YOLO26 AND MOBILESAM**Ahmet Faruk YILDIZ¹, Prof. Dr. Mustafa Zahid YILDIZ², Assoc. Prof. Dr. Süleyman UZUN³**¹Sakarya University of Applied Sciences, Graduate Education Institute, ahmetyildiz@subu.edu.tr, ORCID: 0009-0009-5500-2357²Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Electrical and Electronics Engineering, mustafayildiz@subu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1870-288X³Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Computer Engineering, suleymanuzun@subu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8246-6733**Abstract**

Today, skin lesion segmentation is of considerable importance for the early diagnosis of skin cancers, the development of clinical decision support systems, and the facilitation of treatment planning processes. The use of deep learning-based architectures to improve segmentation accuracy has become widely adopted in the academic literature. In particular, hybrid approaches in which the lesion region is automatically identified by object detection models and this information is transferred to prompt-based segmentation models such as SAM have demonstrated high-accuracy segmentation results. However, SAM and similar large-scale models contain a large number of parameters to maintain their high generalization capabilities, which increases both inference time and computational cost. Therefore, there is a need for lighter and faster alternative architectures, especially in clinical systems with limited hardware resources. In this study, a computationally efficient two-stage hybrid method combining YOLO26m and MobileSAM models is proposed for skin lesion segmentation on the ISIC datasets. In the proposed architecture, the lesion region is automatically detected by YOLO26m in the first stage, and in the second stage, the obtained bounding box coordinates are transferred to the MobileSAM model to generate the final segmentation mask. The proposed method was evaluated on a combined dataset of 4,075 images, constructed by removing duplicate images from the ISIC2016, ISIC2017, and ISIC2018 datasets. During the data splitting process, the distribution of duplicate images across different subsets was prevented, and the test set was kept independent from the training process. On an independent test set of 612 images, the proposed system achieved a lesion localization accuracy of 98.4% according to the defined correct detection criterion. In terms of segmentation performance, the proposed method achieved a Dice score of 0.836 and an IoU value of 0.746 on the test set. In inference tests conducted on an NVIDIA A100 GPU, the proposed pipeline completed processing in approximately 41.8 ms in total, with 12.9 ms for detection and 28.9 ms for segmentation; this result demonstrates the method's capability for high-speed inference. Employing a lighter segmentation component compared to the standard SAM model, this approach offers a balanced performance between accuracy and inference speed. The obtained findings indicate that the proposed two-stage YOLO26m-MobileSAM-based architecture offers a balanced performance between accuracy and inference speed in skin lesion segmentation and can constitute a viable technical infrastructure for real-time clinical decision support systems.

Keywords: Skin Lesion Segmentation, YOLO26, MobileSAM, ISIC Dataset, Hybrid Model.

YOLO26 VE MOBILESAM TABANLI HAFİF İKİ AŞAMALI CİLT LEZYONU SEGMENTASYONU**Ahmet Faruk YILDIZ¹, Prof. Dr. Mustafa Zahid YILDIZ², Doç. Dr. Süleyman UZUN³****¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ahmetyildiz@subu.edu.tr, ORCID: 0009-0009-5500-2357****²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, mustafayildiz@subu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1870-288X****³Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, suleymanuzun@subu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8246-6733****Özet**

Günümüzde cilt lezyonu segmentasyonu, deri kanserlerinin erken tanısı, klinik karar destek sistemlerinin geliştirilmesi ve tedavi planlama süreçlerinin desteklenmesi açısından oldukça önemlidir. Segmentasyon doğruluğunu artırmak amacıyla derin öğrenme tabanlı mimarilerin kullanımı akademik literatürde yaygın bir yaklaşım haline gelmiştir. Özellikle nesne tespit modelleriyle lezyon bölgesinin otomatik olarak belirlenmesi ve bu bilginin SAM gibi prompt tabanlı segmentasyon modellerine aktarıldığı hibrit yaklaşımlar, yüksek doğrulukta segmentasyon sonuçları ortaya koymaktadır. Ancak SAM ve benzeri büyük ölçekli modeller, yüksek genelleme kabiliyetleri nedeniyle çok sayıda parametre içermekte ve bu durum çıkarım süresini ve hesaplama maliyetini artırmaktadır. Bu nedenle, özellikle düşük donanım kaynaklarına sahip klinik sistemlerde daha hafif ve hızlı çalışabilen alternatif mimarilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, ISIC veri setleri üzerinde cilt lezyonu segmentasyonu gerçekleştirmek amacıyla YOLO26m ve MobileSAM modellerini birleştiren, hesaplama açısından verimli iki aşamalı bir hibrit yöntem önerilmiştir. Önerilen mimaride ilk aşamada YOLO26m ile lezyon bölgesi otomatik olarak tespit edilmekte, ikinci aşamada ise elde edilen sınırlayıcı kutu koordinatları MobileSAM modeline aktarılmakta ve nihai segmentasyon maskesi üretilmektedir. Önerilen yöntem, ISIC2016, ISIC2017 ve ISIC2018 veri setlerinden elde edilen, tekrar eden görüntülerin çıkarılmasıyla oluşturulmuş toplam 4.075 görüntülük birleşik bir veri seti üzerinde değerlendirilmiştir. Veri bölme sürecinde görüntü tekrarlarının farklı kümelerle dağılması engellenmiş ve test kümesi eğitim sürecinden bağımsız tutulmuştur. 612 görüntüden oluşan bağımsız test kümesinde, önerilen sistem tanımlanan doğru tespit kriterine göre %98,4 oranında lezyon lokalizasyon başarıları elde etmiştir. Segmentasyon performansı değerlendirildiğinde, önerilen yöntem test kümesinde 0,836 Dice skoru ve 0,746 IoU değerine ulaşmıştır. NVIDIA A100 GPU üzerinde yapılan çıkarım testlerinde, önerilen işlem hattı ortalama 12,9 ms tespit ve 28,9 ms segmentasyon süresiyle toplamda yaklaşık 41,8 ms işlem süresi elde etmiştir. Bu sonuç yöntemin yüksek hızlı çıkarım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Standart SAM modeline kıyasla daha hafif bir segmentasyon bileşeni kullanan bu yaklaşım, doğruluk ve çıkarım hızı arasında dengeli bir performans sunmaktadır. Elde edilen bulgular, önerilen YOLO26m-MobileSAM tabanlı iki aşamalı mimarinin cilt lezyonu segmentasyonunda doğruluk ve çıkarım hızı arasında dengeli bir performans sunduğunu ve gerçek zamanlı klinik karar destek sistemleri için kullanılabilir bir teknik altyapı oluşturabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Cilt Lezyonu Segmentasyonu, YOLO26, MobileSAM, ISIC Veri Seti, Hibrit Model.

INTRODUCTION

Skin cancer is one of the most common malignant tumor types worldwide (Sung et al., 2021). Although melanoma constitutes only approximately 10 percent of skin cancer cases, it is responsible for the vast majority of skin cancer related deaths. Reliable early detection with high accuracy is a critical factor in treatment success. Treatment outcomes are considerably better for early stage cancers. In clinical practice, cancer detection is initially performed through dermoscopic imaging. Dermoscopic imaging is a standard noninvasive method in which a high magnification image of a suspicious lesion is obtained using a handheld dermatoscope. Delineation of the lesion boundary is an important step for both classification and treatment planning. The conventionally preferred manual boundary delineation is a slow and operator dependent process. Moreover, the appearance of skin lesions varies considerably from patient to patient in terms of shape, color, texture, hair coverage, illumination, and skin tone. Furthermore, a lesion may occupy an area ranging from a small portion to the entirety of the dermoscopic field of view. This diversity has driven a long-standing research effort in automatic lesion segmentation and the development of various scientific methodologies. A significant portion of this research has been shaped around publicly available datasets published by the International Skin Imaging Collaboration (ISIC).

In the current literature, two fundamental approaches stand out for skin lesion segmentation. Single-stage segmentation networks, primarily U-Net and its attention mechanism and transformer-based variants, directly convert an input image into a binary mask (Li et al., 2024; Liu et al., 2025; Ronneberger et al., 2015). These architectures yield strong results when the lesion is centered or near-centered and occupies a significant portion of the image. However, their performance has been observed to decline for off-center lesions, images containing multiple lesions, and domain shifts. Prompt-based models in the Segment Anything Model (SAM) family separate localization from segmentation (Kirillov et al., 2023). Given a spatial prompt in the form of a point or bounding box, they can produce a high quality binary mask without task-specific training. The primary practical limitations of these models are their inability to perform localization on their own and the heavy computational footprint of their image encoders. This situation requires hundreds of milliseconds of inference time on GPUs and tens of millions of parameters, which is challenging for systems with limited hardware capacity.

To achieve high performance segmentation results using SAM variants, a hybrid approach has been developed in which they are combined with a high performing object detection model (Gül et al., 2025; Nagaoka, 2025). In this approach, the object detection model will identify the bounding box coordinates for the object in the image and pass this information as a prompt to the SAM variants. In this study, this approach is implemented with two lightweight components selected with low computational cost in mind. For the detection stage, YOLO26, the most recent version of the YOLO family, was chosen. Within the YOLO26 family, the YOLO26m model was deemed appropriate considering the balance between lightness and performance. For the segmentation stage, MobileSAM (Zhang et al., 2023) was selected. It is a lightweight version of SAM in which the heavy ViT-H image encoder is replaced with a TinyViT encoder of approximately 10 million parameters while the original SAM mask decoder is preserved.

In this study, skin lesion segmentation is performed using a two-stage YOLOv26m + MobileSAM hybrid system on a combined ISIC 2016/2017/2018 dataset. Although studies exist in the literature that employ SAM together with various YOLO variants for skin lesion segmentation (Gül et al., 2025; Nagaoka, 2025), no similar study has been identified for MobileSAM. Furthermore, the use of the most recent YOLO26 model for object detection is considered one of the novel aspects of the method in the context of skin lesion segmentation. Moreover, it has been observed that YOLO-SAM hybrid design studies in the literature generally report only segmentation performance metrics, it has also been observed that there is a lack of reporting regarding inference time. In this study, inference time and performance metrics for both the object detection and segmentation stages are presented.

1. THEORETICAL FRAMEWORK

1.1. The YOLO Family and YOLO26

YOLO introduced a paradigm shift in the literature by modeling object detection as a direct regression problem through a single feedforward neural network in contrast to traditional two-stage object detection approaches (Redmon et al., 2016). Since its initial introduction in 2016, the YOLO family has been continuously evolving, distinguished by its ability to combine speed and accuracy. Introduced in September 2025, YOLO26 is the most recent version of this series and one of the most edge device compatible releases (Chakrabarty, 2026; Sapkota et al., 2025). The architectural philosophy of YOLO26 sets aside increasing model complexity and instead focuses on direct deployment and hardware efficiency. One of the greatest advantages of YOLO26 is that it largely eliminates complex post-processing steps and heavy algorithmic computations that were present in previous versions and created processing overhead. Thanks to this simplification, the model can produce direct and uninterrupted results with much lower latency, and integration with various edge devices and hardware is considerably facilitated. YOLO26 is supported by novel approaches that make the training process more stable and facilitate the detection of small and difficult targets such as small lesions in medical images. In particular, a small-target-aware label assignment strategy has been developed for challenging targets such as unmanned aerial vehicle images and small medical lesion images. This method has been shown to significantly improve the model's detection performance by prioritizing small objects with limited pixel representation or occluded objects. Furthermore, YOLO26 can successfully execute not only object detection but also various tasks such as classification, oriented object detection, and instance segmentation under a single framework. These capabilities make it a preferred model option for both single-stage and hybrid applications.

1.2. Segment Anything and MobileSAM

The Segment Anything Model, developed by Meta, is regarded as the computer vision counterpart of foundation models in natural language processing (Kirillov et al., 2023). The Segment Anything Model is a highly successful model capable of performing object segmentation based on user-specified point or box prompts without requiring label data. However, the original model relies on a heavy vision transformer encoder with over 600 million parameters. This situation makes it impossible to use on resource-constrained mobile or edge devices. MobileSAM, developed to address this problem, was created by integrating an extremely lightweight encoder in place of the original model's heavy image encoder (Wu et al., 2022). During the construction of the MobileSAM architecture, the features of the heavy SAM model were transferred to the lightweight model while the lightweight mask decoder architecture of the original model structure was preserved without degradation. In terms of performance and speed, MobileSAM demonstrates nearly equivalent segmentation performance to the original despite being more than 60 times smaller. In tests conducted with the model, an average inference operation takes only 12 ms in total, comprising 8 ms for image encoding and 4 ms for mask decoding. Its high speed and low footprint characteristics make MobileSAM a highly suitable architecture for real-time hybrid diagnostic and segmentation systems in clinical settings.

1.3. ISIC Dataset and Lesion Segmentation

Skin cancer is increasingly regarded as a growing epidemic worldwide, and its early diagnosis is of vital importance. ISIC provides one of the largest open-access data repositories in this field for machine learning and medical image analysis researchers (Codella et al., 2018; Tschandl et al., 2018). The ISIC datasets contain tens of thousands of high-resolution digital dermoscopic lesion photographs collected and verified from around the world. These images are supplemented with various metadata such as the patient's age, sex, and the anatomical site of the lesion, in addition to gold-standard diagnostic labels prepared by experts. However, the images in the datasets also contain various structural artifacts that can affect the performance of deep learning algorithms. The images frequently include elements such as clinical pen markings used by dermatologists, measurement rulers,

dense hair coverage, size reference labels, and fluid-induced air bubbles, and these environmental factors complicate the segmentation of lesion boundaries. The intended uses and contents of the ISIC datasets have varied over the years. Although recent datasets and challenges focus more on lesion classification tasks, the datasets published in 2016, 2017, and 2018 provided data specifically prepared for lesion segmentation tasks. The datasets from these three years contain segmentation masks in which lesion boundaries were precisely delineated by experts and are of great importance for lesion localization. Although the provision of data directly targeting segmentation did not continue in challenges after 2019, these data from the 2016, 2017, and 2018 period still constitute a highly important resource for segmentation studies in the literature.

2. METHOD

2.1. Dataset

The proposed hybrid model was trained on a dataset constructed by merging data from different years available in the open-source ISIC skin lesion archive. The dataset used in this study is a combined collection consisting of the ISIC 2016, 2017, and 2018 challenge editions, organized under a single target class (lesion). The combined dataset contains 4,075 dermoscopic images, split into 2,852 training, 611 validation, and 612 test images. All performance and latency values for the object detection and segmentation tasks reported in this study were obtained from this fully held-out test subset of 612 images. The data diversity created by merging data from different years enabled the model to be trained more robustly against environmental structural artifacts present in the images, such as dermatologist pen markings, dense hair coverage, or measurement rulers, and to learn lesion boundaries more precisely.

2.2. Object Detection Stage - YOLOv26m

The first stage of the pipeline is object detection using YOLOv26m. The objective at this stage is to detect the location of the skin lesion in the image using YOLO object detection models. The ISIC archive provides lesion annotations in the form of binary masks. This annotation format cannot be directly used in the YOLO object detection training process. The data format required by YOLO consists of coordinate information for the polygon formed by the corresponding mask. To convert the mask images in the ISIC dataset to this format, rectangular bounding boxes were generated from each segmentation polygon. For each polygon, the minimum and maximum coordinates along four axes were taken to define the box (x_{min} , y_{min} , x_{max} , y_{max}), which was then expressed in YOLO format (as x_{center} , y_{center} , width, height). If a single image contains multiple polygons, each one generates a separate bounding box.

Training of the object detection network was initialized from the publicly shared YOLOv26m weights and conducted for 100 epochs. Training was performed on Google Colab using a single NVIDIA A100 GPU. The model parameters used are presented in Table 1.

Table 1. YOLO26m model training parameters.

Hyperparameter	Value
Number of epochs	100
Batch size	16
Input image size (pixels)	640
Optimization algorithm	AdamW
Initial learning rate	0,01
Weight decay	0,0005

During inference, a confidence threshold of 0.25 and an NMS IoU threshold of 0.7 are applied. YOLO26m generates a list of candidate boxes for each image, and the box with the highest confidence score is passed as a

prompt to the segmentation stage. Images for which the detector fails to return a box are recorded as misses and reflected in the segmentation statistics as zero Dice and zero IoU.

2.3. Segmentation Stage - MobileSAM

In the second stage, the detection box identified by YOLOv26 is converted into a binary mask through MobileSAM (Zhang et al., 2023). MobileSAM is a lightweight version of SAM in which the ViT-H image encoder is replaced with a TinyViT encoder of approximately 10 million parameters and the original SAM mask decoder is preserved (Wu et al., 2022; Zhang et al., 2023). The bounding box obtained from the detection stage is provided as the sole prompt. No point or mask prompts are used. The MobileSAM architecture, due to its segment anything design, performs segmentation specifically within the area where the box is located and generates the segmentation mask. No additional training process is required for this. In the rare cases where the detection stage returns multiple boxes, MobileSAM is queried separately for each box and the resulting masks are merged to form a single output mask.

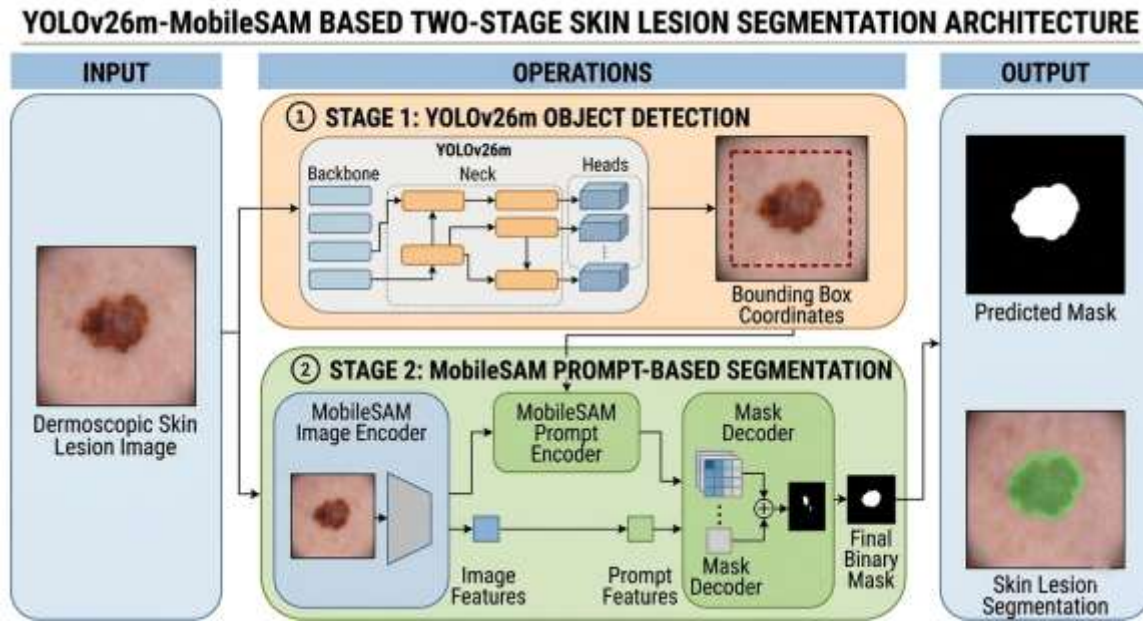


Figure 1. Two-stage skin lesion segmentation architecture.

2.4. Evaluation Metrics

Segmentation performance was evaluated using two standard regional overlap metrics defined over the binary prediction mask A and the reference (ground truth) mask B, and the mathematical formula for Dice is given in Equation 1 and the mathematical formula for IoU is given in Equation 2.

$$\text{Dice}(A, B) = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|} \quad (1)$$

$$\text{IoU}(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (2)$$

Both metrics were computed at the image level and reported with mean $\pm$ standard deviation and median values. Results are presented from two perspectives: (i) the full set of 612 test images where undetected lesions are included as zero scores, and (ii) the subset of 602 images where detection was successful.

The detection stage was additionally evaluated using standard object detection metrics. When the IoU value between a predicted bounding box and a reference box exceeds the specified threshold, the detection is classified as a true positive (TP), otherwise it is classified as a false positive (FP). Reference boxes that are not matched by any prediction are considered false negatives (FN). Based on these values, the following metrics were computed:

$$P = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

$$R = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

$$F1 = \frac{2 \cdot P \cdot R}{P+R} \quad (5)$$

Equation 3 presents the mathematical formula for P (precision), Equation 4 for R (recall), and Equation 5 for F1, the harmonic mean-based F1 score. mAP@50 represents the average precision (AP) at the IoU ≥ 0.50 threshold, while mAP@50-95 represents the arithmetic mean of AP values across ten different IoU thresholds ranging from 0.50 to 0.95 in increments of 0.05. Inference latency was reported in milliseconds (ms) per image. Network forward-pass times for the detection and segmentation stages were recorded separately. The first three test images were run for warm-up purposes and excluded from the latency statistics. All measurements were conducted with single-image input on the NVIDIA A100 GPU also used during training.

3. RESULTS

3.1. YOLOv26m Detection Performance

The detection performance of the trained model on the 612-image ISIC test subset is summarized in Table 2. The detection model achieves 0.981 precision, 0.908 recall, 0.944 F1 score, and mean average precision (mAP) values of 0.944 at the IoU 0.50 threshold and 0.722 at the IoU [0.50–0.95] range. These values are very close to the best values observed on the validation set during training. Consequently, no measurable generalization gap is observed between the validation and test subsets.

Table 2. Detection performance of the YOLO26m model on the 612-image ISIC test subset.

Subset	Precision	Recall	F1	mAP@50	mAP@50-95
Test	0,9815	0,9085	0,9436	0,9444	0,7222

The losses and metrics for the 100-epoch training process of the YOLOv26m lesion detector are shown in Figure 2. Both training and validation losses decrease steadily after an initial warm-up phase of 5–10 epochs. The validation mAP@50 metric rises above 0.90 after epoch 30 and stabilizes in the 0.93–0.95 band, while the mAP@50-95 value fluctuates around 0.70 in the second half of training. The fact that the training and validation curves remain close to each other after epoch 20 indicates that overfitting did not emerge during the current training duration.

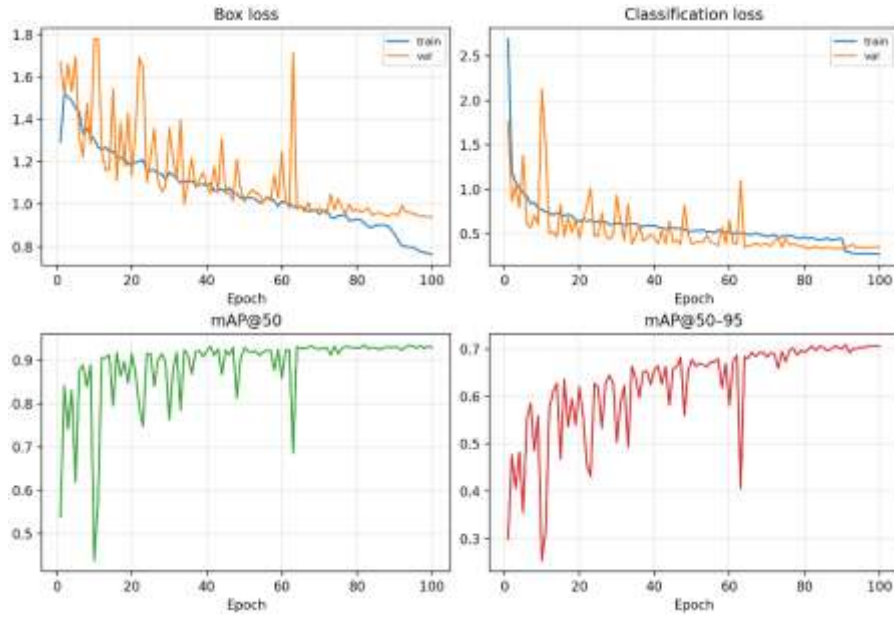


Figure 2. YOLOv26m training and validation curves. Top row: box and classification losses; bottom row: mAP@50 and mAP@50-95 metrics.

The precision-recall curve obtained on the test subset is presented in Figure 3. The curve remains close to the upper-right corner across a broad confidence threshold range, and high precision and high recall values can be maintained simultaneously. This behavior indicates that the operating point of the detection model is robust to small changes in the confidence threshold and suggests that it would not be overly sensitive to threshold tuning in a clinical use scenario.

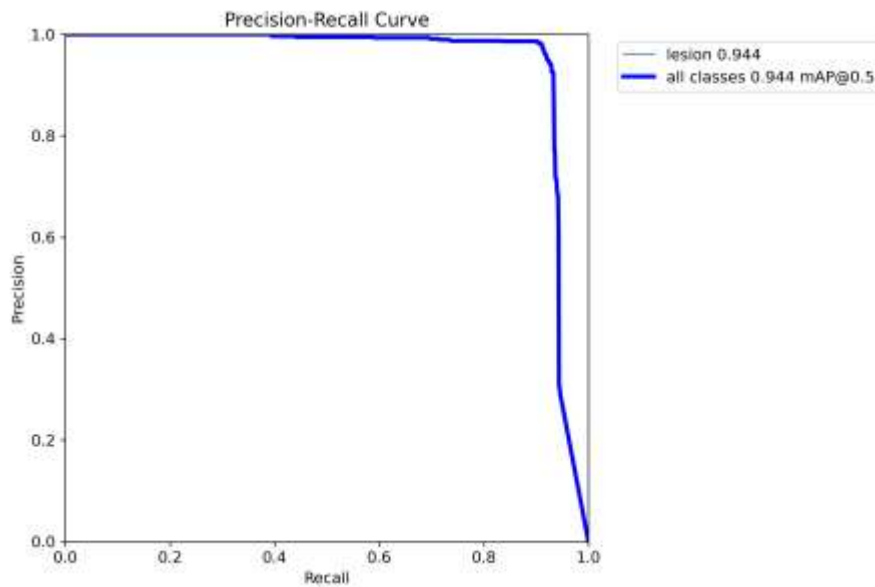


Figure 3. YOLOv26m precision-recall curve on the ISIC test subset.

3.2. MobileSAM Segmentation Results

The per-image Dice and IoU results of the proposed hybrid segmentation model on the 612-image ISIC test subset are presented in Table 3. Including the 10 images for which the detection model failed to return a box and therefore received zero Dice and zero IoU, the YOLOv26m + MobileSAM pipeline achieved a mean Dice of 0.836 and a mean IoU of 0.746 across all 612 images. When only the detected subset of 602 images is evaluated, the mean Dice increases to 0.850 and the mean IoU to 0.758. The detection stage success rate on the test subset is 98.4%.

Table 3. Per-image Dice and IoU values.

Subset	Metric	Mean	Median
All images (n=612)	Dice	0,8361	0,8808
All images (n=612)	IoU	0,7457	0,7870
Only detected images (n=602)	Dice	0,8500	0,8827
Only detected images (n=602)	IoU	0,7581	0,7900

As shown in Figure 4, the per image Dice distribution is strongly concentrated toward 1.0. Beyond a distinct clustering in the 0.85–0.95 band, a small secondary cluster at zero corresponds to several severe errors where the prediction mask had no overlap with the lesion mask due to missed detections. Excluding this zero cluster, fewer than 30 of the 612 images fall below a Dice value of 0.6. This demonstrates that zero and near-zero values reduce the mean Dice and IoU figures. The higher median values compared to the mean values strongly support this inference.

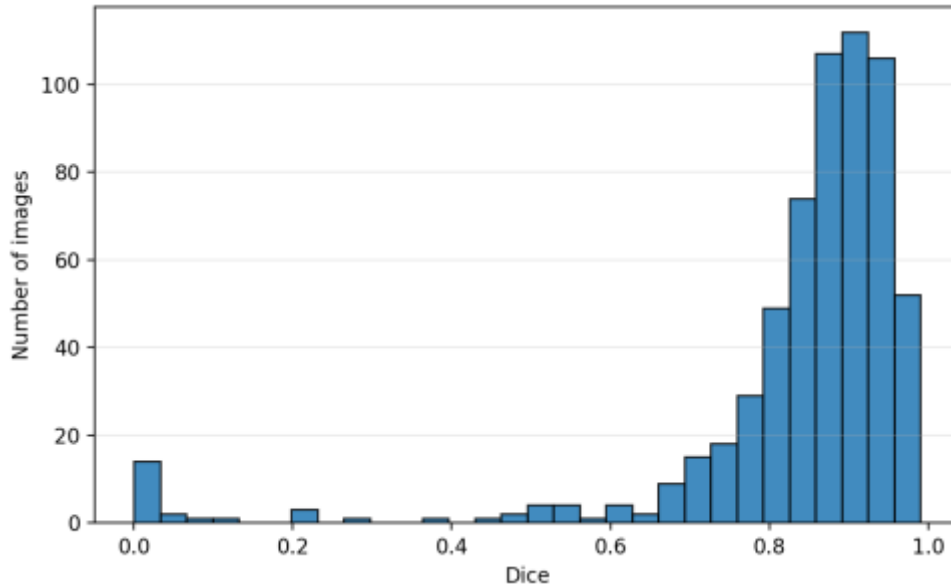


Figure 4. Per-image Dice histogram on the ISIC test subset.

3.3. Inference Latency

Table 4 presents the per image inference times on detected images. Inference times of 12.9 ± 0.4 ms per image were measured for the detection stage and 28.9 ± 0.6 ms per image for the segmentation stage. These values confirm that the lightweight TinyViT image encoder delivers high speed performance. A total GPU

computation time of 41.8 ms per image was measured in the hybrid system, corresponding to a processing speed of approximately 24 frames per second on the A100 GPU.

Table 4. Per-image latency on a single NVIDIA A100 GPU.

Stage	Mean (ms)	Median (ms)
YOLO26m Object Detection	12,93	12,94
MobileSAM Segmentation	28,89	28,80

Timing measurements were also conducted using the classic SAM model's ViT-H image encoder instead of MobileSAM in the same pipeline, and the results are shown in Figure 5. When the original SAM is used, the segmentation inference time increases to 245.0 ms per image. This value corresponds to approximately 8.5 times the MobileSAM inference time and can be considered a high inference latency.

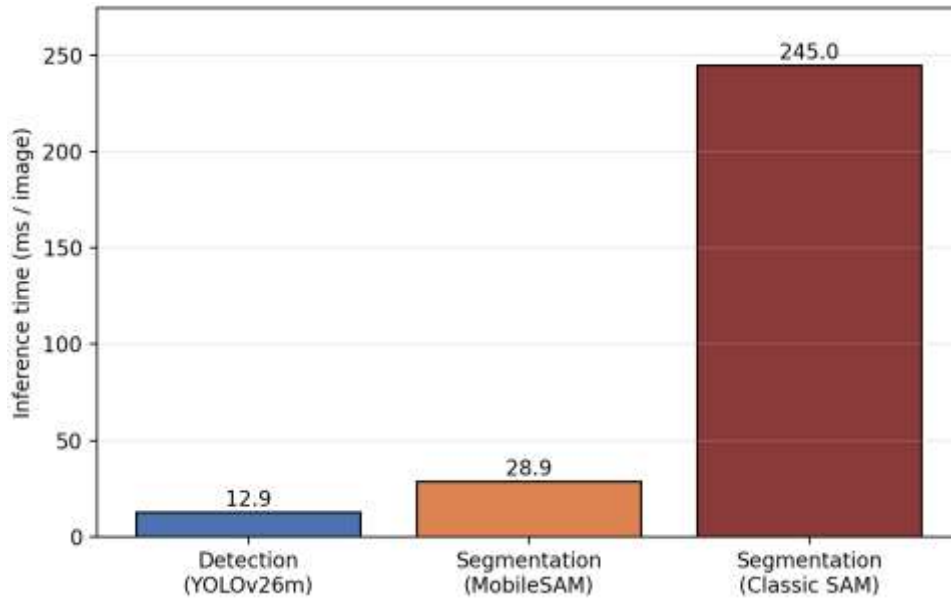


Figure 5 Per-image inference times on the ISIC test subset.

3.4. Performance Comparison Among SAM Models

To evaluate the accuracy of the MobileSAM model used in the refinement stage of the proposed pipeline relative to alternative SAM variants, two separate tests were conducted in which the segmentation stage was replaced with the classic SAM (ViT-H image encoder) and SAM 2 (Hiera-L image encoder) variants while keeping the same YOLOv26m detection model fixed. The per image mean Dice and IoU values on the 612 image ISIC test subset are shown in Figure 6. MobileSAM, with a Dice of 0.836 and IoU of 0.746, exhibits performance very close to SAM 2's Dice of 0.837 and IoU of 0.754. The classic SAM, with a Dice of 0.821 and IoU of 0.725, falls behind on both metrics. When evaluated together with the inference time advantage shown in Figure 5, the selection of MobileSAM for the segmentation stage is an appropriate choice in terms of the accuracy speed trade-off.

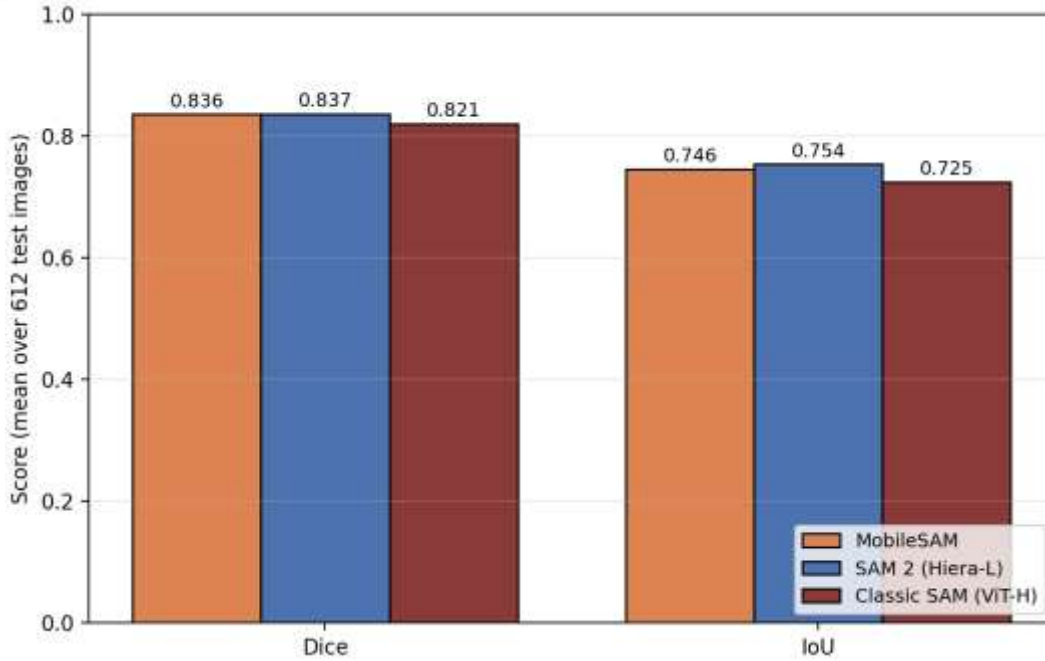


Figure 6. Per-image mean Dice and IoU values for MobileSAM, SAM 2 (Hiera-L), and classic SAM (ViT-H) on the ISIC test subset.

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this study, a two-stage pipeline is presented that combines the precise localization capability of the YOLOv26m detection model with the lightweight and powerful segmentation ability of the MobileSAM model. The Dice score of 0.836 and IoU of 0.746 obtained on the combined ISIC 2016/2017/2018 dataset indicate that the proposed method exhibits segmentation performance close to recent works in the literature. The experimental findings confirm that the detection model provides a successful bounding box in 98.4% of the images and that the segmentation model converts these boxes into clinically high quality masks. Model inference times are one of the important findings of this study. The total inference time of approximately 41.8 ms per image indicates that the system can operate at a reliably predictable speed in clinical interfaces. In the comparison of MobileSAM with alternative SAM variants, segmentation performance was found to be nearly equivalent to SAM 2 and superior to the classic SAM. Furthermore, inference was found to be approximately 8.5 times faster than the classic SAM. This demonstrates that the proposed lightweight architecture offers an optimal solution in terms of the accuracy-speed trade-off. The primary limitations of this study are that the results are based on a single combined dataset and that the system currently processes only a single lesion with the highest confidence score. Therefore, external validation on independent dermoscopy archives and the addition of multi-lesion management mechanisms are needed to strengthen clinical claims. In conclusion, this study reports the first integrated use of YOLOv26m and MobileSAM on the ISIC benchmark, presenting an efficient technical infrastructure for real-time dermoscopic segmentation. Future work aims to investigate the impact of different YOLO versions on performance and to optimize the segmentation stage through fine-tuning processes specific to dermoscopic data."

REFERENCES

- Chakrabarty, S. (2026). *YOLO26: An analysis of NMS-free end-to-end framework for real-time object detection*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2601.12882>
- Codella, N. C. F., Gutman, D., Celebi, M. E., Helba, B., Marchetti, M. A., Dusza, S. W., Kalloo, A., Liopyris, K., Mishra, N., Kittler, H., & Halpern, A. (2018). Skin lesion analysis toward melanoma detection: A challenge at the 2017 International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI), hosted by the International Skin Imaging Collaboration (ISIC). *2018 IEEE 15th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2018)*, 168–172. <https://doi.org/10.1109/ISBI.2018.8363547>
- Gül, S., Cetinel, G., Aydin, B. M., Akgün, D., & Öztaş Kara, R. (2025). YOLOSAMIC: A hybrid approach to skin cancer segmentation with the Segment Anything Model and YOLOv8. *Diagnostics*, 15(4), 479. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15040479>
- Kirillov, A., Mintun, E., Ravi, N., Mao, H., Rolland, C., Gustafson, L., Xiao, T., Whitehead, S., Berg, A. C., Lo, W.-Y., Dollár, P., & Girshick, R. (2023). Segment anything. *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 4015–4026.
- Li, Y., Tian, T., Hu, J., & Yuan, C. (2024). SUTrans-NET: A hybrid transformer approach to skin lesion segmentation. *PeerJ Computer Science*, 10, e1935. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1935>
- Liu, Z., Hu, J., Gong, X., & Li, F. (2025). Skin lesion segmentation with a multiscale input fusion U-Net incorporating Res2-SE and pyramid dilated convolution. *Scientific Reports*, 15, 7865. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-92447-1>
- Nagaoka, T. (2025). Improved skin lesion segmentation in dermoscopic images using object detection and semantic segmentation. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 18, 1191–1198. <https://doi.org/10.2147/CCID.S518751>
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 779–788. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>
- Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In N. Navab, J. Hornegger, W. M. Wells, & A. F. Frangi (Eds.), *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2015* (pp. 234–241). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28
- Sapkota, R., Flores-Calero, M., Qureshi, R., Badgujar, C., Nepal, U., Poullose, A., Zeno, P., Vaddevolu, U. B. P., Khan, S., Shoman, M., & Karkee, M. (2025). *YOLO26: Key architectural enhancements and performance benchmarking for real-time object detection*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2509.25164>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Tschandl, P., Rosendahl, C., & Kittler, H. (2018). The HAM10000 dataset: A large collection of multi-source dermoscopic images of common pigmented skin lesions. *Scientific Data*, 5, 180161. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.161>
- Wu, K., Zhang, J., Peng, H., Liu, M., Xiao, B., Fu, J., & Yuan, L. (2022). TinyViT: Fast pretraining distillation for small vision transformers. *European Conference on Computer Vision (ECCV)*, 68–85.
- Zhang, C., Han, D., Qiao, Y., Kim, J. U., Bae, S.-H., Lee, S., & Hong, C. S. (2023). *Faster segment anything: Towards lightweight SAM for mobile applications*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2306.14289>

ATRIAL FIBRİLASYONU OLAN İSKEMİK İNME HASTALARINDA KAROTİS DARLIK DERECEİNİN REKÜRREN İNME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**Doç.Dr.Yıldız Arslan¹, Dr.Öğretim üyesi Yeliz Çiftçi²****1. ORCID:0000-0001-8818-9423, dryildiz78@gmail.com****2. ORCID:0009-0007-6304-2944, yeliz.ciftci@yahoo.com****İzmir Bakırçay Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı****Özet**

Bu çalışmanın amacı, atriyal fibrilasyonu (AF) olan iskemik inme hastalarında karotis arter darlık derecesi ile vasküler risk faktörlerinin rekürren inme gelişimi üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Çalışmada, farklı karotis darlık derecelerine sahip hastalarda rekürren inme görülme oranları karşılaştırılması; hipertansiyon ve vasküler risk faktörlerinin rekürrens üzerindeki etkisinin araştırılması planlandı.

Metod:

Bu retrospektif kesitsel çalışma, 2022–2025 yılları arasında inme ünitesinde izlenen ve AF tanısı bulunan iskemik inme hastalarını kapsamaktadır. Çalışmaya 50–90 yaş aralığında olup kraniyal bilgisayarlı tomografi (BT) anjiyografi ile karotis arter darlığı derecesi değerlendirilen hastalar dahil edilmiştir. Karotis arter darlığı, NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) kriterlerine göre <%50, %50–70 ve >%70 olarak üç gruba sınıflandırılmıştır. Hastalar rekürren inme varlığına göre iki gruba ayrılmış; demografik özellikler, biyokimyasal parametreler, vasküler risk faktörleri ve karotis darlık dereceleri ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular :

Çalışmaya atriyal fibrilasyon (AF) tanılı toplam 55 iskemik inme hastası dahil edildi. Katılımcıların yaş ortalaması $79.6 \pm 7,7$ yıl, ortalama sol atriyum çapı ise 43.1 ± 5.2 mm idi. Hastaların %40'ında rekürren inme saptandı. Bu hastaların %95,5'i unilateral inme geçirmişti, yaklaşık %62,6 sında >%50 semptomatik karotis darlığı olduğu saptandı, ancak karotis darlık dereceleri (<%50, %50–70, >%70) açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Benzer şekilde, cinsiyet, hipertansiyon, diyabet, dislipidemi ve sessiz enfarkt öyküsü ile rekürrens arasında da anlamlı ilişki saptanmadı ($p>0.05$).

Laboratuvar parametreleri açısından yapılan karşılaştırmalarda, rekürren inme grubunda trigliserid ($145.3 \pm 146,9$ mg/dL) ve troponin T (9.2 ± 5.1 ng/L) düzeylerinin daha yüksek, LDL ve total kolesterol değerlerinin ise daha düşük olduğu gözlemlendi; ancak farklar istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Sonuç:

Bu çalışma, AF'ye bağlı iskemik inme hastalarında karotis arter darlığı derecesi ile rekürren inme riski arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı, ancak >%50 darlıklarda aynı taraf hemisferde inmenin yüksek olduğu saptandı. Ayrıca, semptomatik karotis darlığı olan olgularda rekürrens oranı daha yüksek bulunmuş ve inflamatuvar parametrelerde farklılık gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: rekürren inme, atrial fibrilasyon, karotis stenozu, vasküler risk faktörleri

ATYPICAL HEMOLYTIC UREMIC SYNDROME: SINGLE-CENTER EXPERIENCE**Dr.Öğr.Üy, Lütfi ÇETİNTEPE 1****1 Katip Çelebi University, Nephrology, lutficetintepe@ikc.edu.tr, 0000-0002-1122-6094****Abstract**

Atypical hemolytic uremic syndrome (aHUS) is a rare and serious condition associated with complement system disorders, characterized by microangiopathic hemolytic anemia, thrombocytopenia, and acute kidney injury. In this study, the genetic characteristics and treatment approaches of patients diagnosed with aHUS at our center were evaluated.

Materials and Methods: The files of 13 patients who visited the Nephrology Outpatient Clinic between 2013 and 2025 and were diagnosed with aHUS were retrospectively evaluated. The patients' values at the time of diagnosis, diagnostic tests, and treatments were recorded and examined.

Findings: Of the 13 patients diagnosed with aHUS, 7 were male (53.8%) and 6 were female (46.2%). The median age was 47 (25-70). Median hemoglobin at diagnosis: 6.7 g/dL (5.1-9.5), platelets: 59,000/mm³ (8,000-79,000), LDH: 594 IU (310-2574), indirect bilirubin: 0.8 (0.3-1.8), CRP: 2.8 (0.1-12.5), schistocytes: 3% (2-15), and ADAMS13 activity: 53.4 (36-123) were detected. At the time of diagnosis, 7 (53.8%) patients had nausea and vomiting, 4 (30.8%) had diarrhea, 1 (7.7%) had confusion, 1 (7.7%) had seizures, 2 (15.4%) had fever, and 1 (7.7%) had hematuria. Nine (69.2%) patients had neurological findings, and one patient had sinus vein thrombosis. All patients had renal dysfunction at the time of diagnosis and underwent hemodialysis. In addition, plasmapheresis was performed in all patients. Eculizumab was administered to 9 (69.2%), steroids to 6 (46.2%), and rituximab to 2 (15.4%). Complete hematologic response was achieved in all patients treated with eculizumab. Six (46.2%) patients died. Two (15.4%) continue hemodialysis, 3 (23.07%) are receiving eculizumab treatment and are under our follow-up, and 2 (15.4%) are being monitored without treatment.

In conclusion, aHUS can occur at any age and in either sex. Diagnostic delays may result from a lack of center experience and inadequate infrastructure; these delays increase the risk of acute kidney injury, the need for emergency hemodialysis, and end-stage renal disease. Timely initiation of treatment, however, can lead to complete recovery. Eculizumab has been found to be highly effective in complement-related cases, with no significant side effects observed during 5–10 years of follow-up.

Keywords: Atypical Hemolytic Uremic Syndrome, eculizumab, hemodialysis.

GİRİŞ

Atipik hemolitik üremik sendrom (aHÜS), mikroanjiyopatik hemolitik anemi, trombositopeni ve akut böbrek hasarı ile karakterize, kompleman yolunun düzensizliğinden kaynaklanan nadir ancak yaşamı tehdit eden sistemik bir hastalıktır(1). Bu çalışmanın amacı merkezimizde aHÜS tanısı alan hastaların genetik ve tedavisini değerlendirilmesidir.

YÖNTEM

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde 2013-2025 tarihleri arasında aHÜS tanısı alan 13 hastanın dosyası retrospektif olarak değerlendirildi. Hastaların tanı anındaki değerleri, tanısal testleri, tedavileri kaydedildi ve incelendi.

BULGULAR

aHÜS tanısı olan 13 hastanın 7'si erkek (%53,8) ve 6'sı kadın (%46,2) idi. Median yaş 47 (25-70) idi. Tanı anında median Hemoglobin :6,g/dl 7 (5,1-9,5), Platelet :59000/mm³ (8000-79000), LDH :594IU(310-2574), İndirek bilirubin :0,8(0,3-1,8), CRP:2,8 (0,1-12,5), Şistosit:%3(2-15), ADAMS13 aktivitesi: 53,4(36-123) saptandı. Hastaların tanı anında 7 (%53,8)sinde bulantı kusma, 4 (%30,8)'ünde diyare, 1(%7,7)'inde konfüzyon, 1(%7,7)'inde nöbet, 2(%15,4) ünde ateş , 1(%7,7)'inde hematüri mevcuttu. Hastaların 9(%69,2)unda nörolojik bulgular ve bir hastada sinüs ven trombozu vardı. Tanı anında bütün hastalarda renal disfonksiyon mevcut olup hepsine hemodiyaliz uygulandı. Ayrıca bütün hastalara plazmaferez uygulandı. 9 (%69,2) sına ekulizumab, 6 (%46,2) sına steroid, 2(%15,4) sine rituximab tedavisi verildi. Ekulizumab tedavisi uygulanan hastaların hepsinde tam hematolojik yanıt sağlanmıştı. Hastaların 6 (%46,2) sı exitus oldu. 2(%15,4) si hemodiyalize devam etmekte 3(%23,07) ü ekulizumab tedavisi almakta ve takibimiz altındadır. 2(%15,4) si tedavisiz izlenmektedir.

SONUÇ

Hastalığın tüm yaş gruplarında görülebileceği, kadın-erkek ayrımı bulunmadığı, tanı aldığı dönemde çoğunlukla ilk başvurularında, akut böbrek hasarı ve gastrointestinal yakınmalarının ön planda olduğu ve acil hemodiyaliz gereksinim oranının yüksek olduğu gözlenmiştir. Tanıya kadar geçen sürenin hastalığa ilişkin deneyimin az olduğu veya diagnostik altyapının yetersiz olduğu merkezlerde uzun olabileceği, zamanında başlanan spesifik tedavinin tam iyileşme ile sonuçlandığı, kısa zamanda tanı konulmadığında son dönem böbrek yetmezliği riskinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Kompleman ilişkili aHUS olgularında ekulizumab tedavisinin oldukça başarılı olduğu görülmüştür. Hasta grubumuzda 5-10 yıllık izlemde ekulizumab tedavisine ilişkin önemli bir yan etki saptanmamıştır.

KAYNAKLAR

1.Tseng MH, Lin SH, Tsai JD, Wu MS, Tsai IJ, Chen YC, Chang MC, Chou WC, Chiou YH, Huang CC. Atypical hemolytic uremic syndrome: Consensus of diagnosis and treatment in Taiwan. J Formos Med Assoc. 2023 May;122(5):366-375. doi: 10.1016/j.jfma.2022.10.006. Epub 2022 Oct 30. PMID: 36323601.

VİGNA UNGUICULATA L. BİTKİSİNİN YAPRAK VE TOHUMUNDA ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİ VE OKSİDATİF STRES DÜZEYLERİ**Dr. Öğretim Üyesi, Figen GÜZELGÜL¹/ Prof. Dr Ergül BELGE KURUTAŞ²****1.Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya AD,****figenguzelgul@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2796-9511****2.Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya AD,****ergulkurutas@gmail.com ORCID: 0000-0002-6653-4801****Özet**

Bitkilerle tedavi geleneksel tedavi, tamamlayıcı tedavi, doğal tedavi gibi farklı isimlerle, gelişmemiş ülkeler başta olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaktadır. *Vigna unguiculata*'nın yaprakları gıda ve tedavi amaçlı kullanılmakta ve Türkiye'de özellikle Akdeniz bölgesinde yetiştirilmektedir. İlk defa yapılan bu çalışmada, taze *Vigna unguiculata* yaprak ve tohum ekstresinde antioksidan enzimler olarak katalaz (CAT) ve superoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri ve oksidatif stresin indikatörü olarak malondialdehit (MDA) düzeylerinin terapötik potansiyelini ortaya konulması amaçlandı. Çalışma kapsamına taze *Vigna unguiculata*'nın yaprak ve tohum kısımları alındı ve bir bıçak yardımıyla parçalanması sağlandı. Bu işlem sonrası parçalanmış yaprak ve tohum kısımları %1,15 KCI ile homojenize edildi. Elde edilen bitki homojenatları 14.000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilerek supernatantlar elde edildi. Supernatant'larda antioksidan enzimler olarak SOD ve CAT aktiviteleri ile oksidatif stresin göstergesi olan MDA düzeyleri spektrofotometrik olarak ölçüldü. Taze *Vigna unguiculata*'nın yaprak ekstresinde SOD aktivitesi: $6,04 \pm 0,93$ Ü/mg protein, CAT aktivitesi: $0,977 \pm 0,08$ Ü/mg protein, ve MDA düzeyleri $2,89 \pm 0,09$ nmol/mg protein olarak bulundu. Bunun yanı sıra, taze *Vigna unguiculata*'nın tohum ekstresinde SOD aktivitesi: $3,76 \pm 0,19$ Ü/mg protein, CAT aktivitesi: $0,702 \pm 0,09$ Ü/mg protein, ve MDA düzeyleri $1,23 \pm 0,05$ nmol/mg protein olarak bulundu. Çalışma kapsamında kullanılan *Vigna unguiculata*'nın yaprak ekstresinde tohum ekstresine kıyasla yüksek antioksidan enzim kapasiteye (SOD, CAT) yüksek malondialdehit sahip olması; yaprağın yüksek metabolik aktiviteye sahip olmasından kaynaklanabilir. Bu nedenle *Vigna unguiculata*, potansiyel terapötik uygulamalara sahip doğal bir antioksidan bileşik kaynağı olarak umut vadeden bir bitki olabilir. Biyolojik olarak etkili bileşenlerinin ve etki mekanizmalarının aydınlatılması için ise daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: *Vigna unguiculata*, Yaprak, Tohum, Antioksidan, Oksidan

ANTIOXIDANT ENZYME ACTIVITIES AND OXIDATIVE STRESS LEVELS IN THE LEAVES AND SEEDS OF *VIGNA UNGUICULATA* L.**Assist. Prof. Figen GÜZELGÜL¹/ Prof. Dr Ergül BELGE KURUTAŞ²****1. Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Pharmacy, Department of Biochemistry,
figenguzelgul@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2796-9511****2. Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Medicine, Department of Medicine Biochemistry,
ergulkurutas@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6653-4801****Abstract**

Herbal-based therapies, commonly referred to as traditional, complementary, or natural treatments, are widely utilized worldwide, particularly in developing countries. *Vigna unguiculata* is an important plant consumed both as a dietary component and for its medicinal properties, and it is cultivated in Türkiye, especially in the Mediterranean region. This study aimed to evaluate the antioxidant potential of fresh *Vigna unguiculata* leaf and seed extracts by determining catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) activities, as well as malondialdehyde (MDA) levels as a marker of oxidative stress. Fresh *Vigna unguiculata* leaves and seeds were mechanically fragmented and homogenized in 1.15% KCl solution. The homogenates were centrifuged at 14.000 rpm for 30 minutes to obtain supernatants. Antioxidant enzyme activities (SOD and CAT) and MDA levels were measured spectrophotometrically. In the leaf extract, SOD and CAT activities were 6.04 ± 0.93 U/mg protein and 0.977 ± 0.08 U/mg protein, respectively, while MDA levels were 2.89 ± 0.09 nmol/mg protein. In the seed extract, SOD activity was 3.76 ± 0.19 U/mg protein and CAT activity was 0.702 ± 0.09 U/mg protein, with MDA levels of 1.23 ± 0.05 nmol/mg protein. The leaf extract demonstrated higher antioxidant enzyme activities compared to the seed extract. These findings indicate that different parts of *Vigna unguiculata* exhibit distinct antioxidant profiles. The higher antioxidant enzyme activities observed in the leaf extract suggest a greater capacity to counteract oxidative stress. *Vigna unguiculata* may therefore represent a promising natural source of antioxidant compounds with potential therapeutic applications. Further studies are needed to elucidate its bioactive components and mechanisms of action.

Key words: *Vigna unguiculata*, Leaf, Seed, Antioxidant, Oxidant

1. GİRİŞ

Küresel nüfus artışına paralel olarak, yetersiz ve tek yönlü beslenme alışkanlıkları güncel bir halk sağlığı problemi haline gelmiştir. Oysa fiziksel gelişimin yanı sıra bilişsel süreçler için de elzem olan protein ve mikrobesein ihtiyacı, bitkisel kaynaklar aracılığıyla da etkili bir şekilde sağlanabilmektedir (Ünlü& Padem, 2009). Beslenme ve sağlık arasındaki bu denge, tıbbi bitkilerin sadece temel besin kaynağı olarak değil, aynı zamanda barındırdıkları ikincil metabolitler sayesinde biyolojik koruyucular olarak değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Özellikle yüksek antioksidan kapasiteye sahip bitkisel bileşenlerin diyetle dahil edilmesi, serbest radikal kaynaklı hücresel hasarı minimize ederek birçok kronik hastalığın önlenmesinde kritik bir bariyer oluşturmaktadır. Bu bağlamda, bitkisel proteinlerin ekonomik avantajı, tıbbi bitkilerin terapötik ve koruyucu etkileriyle birleştiğinde toplum sağlığının korunması adına stratejik bir çözüm yolu sunmaktadır (Lynch ve ark, 2018, Kasote ve ark, 2015).

Vigna unguiculata L. (Börölce), Walpers, Leguminosae familyasına aittir ve kökeni Afrika Sahra çölünün güney bölgesine aittir. Gelişmemiş ülkelerde yaygın olarak bulunan börölce tohumları özellikle kuru olarak tüketilmektedir. Ekolojik stres koşullarına karşı geliştirdiği savunma mekanizmalarıyla bilinen *Vigna unguiculata* L. (Börölce), hem gıda güvenliği hem de tıbbi potansiyeli nedeniyle tropikal ve subtropikal bölgelerin en stratejik baklagillerinden biridir (Kim et al, 2025). Morfolojik olarak oldukça varyasyon gösteren, dik büyüyen veya sarılıcı formda olabilen tek yıllık bir otsu bitki olan börölce güçlü kazık kök yapısına sahiptir. Yapraklar tipik olarak üçlü yapıdadır. Yaprakçıklar geniş yumurta biçiminde veya mızrak ucu şeklindedir (Pottorff ve ark, 2012). Çiçekler beyaz, krem, sarı veya morumsu renklerde olabilir ve yaprak koltuklarından çıkan uzun saplar üzerinde yer alır. Meyveleri (baklalar) silindirik veya hafif basık, sarkık yapıda olup içindeki tohumların rengi beyazdan siyaha kadar çeşitlilik gösterir; en karakteristik olanı ise "siyah göz" (hilum) bölgesidir(Şekil 1) (Chaudhary ve ark, 2025).



Şekil 1. *Vigna unguiculata* L.(Börölce) bitkisinin morfolojik görünümü.

Börölce, sadece besleyici bir baklagil olmasının ötesinde, barındırdığı fitokimyasallar sayesinde tıbbi açıdan da oldukça kıymetli bir bitkidir. Özellikle antioksidan kapasitesi, içeriğindeki fenolik bileşikler ve flavonoidlerle doğrudan ilişkilidir (Sombié ve ark, 2018). Tohum kabuğunda yoğunlaşan kafeik asit, ferulik asit ve sinapik asit gibi fenolik asitler ile kuersetin, kemferol gibi flavonoidler açısından zengindir. Bu bileşikler, hücrelere zarar veren serbest radikalleri yakalayarak nötralize ederler (Tzanova ve ark, 2023). Börölcenin bu güçlü fitokimyasal profili, sadece ekzojen bir destek sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda organizmadaki endojen antioksidan-oksidan dengesinin korunmasında da kritik rol oynama potansiyeline sahiptir. Ancak, bitkinin bu biyoaktif bileşenlerinin farklı dokulardaki dağılımı ve oksidatif stresin modülasyonu üzerindeki net etkilerinin moleküler

düzeyde incelenmesi, onun farmasötik ve nutrasötik değerinin tam olarak anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır(Awika & Duodu, 2017).

Tüm bu bilgilerden yola çıkarak ilk kez yapılan çalışmada, taze *Vigna unguiculata* yaprak ve tohum ekstresinde antioksidan enzimler olarak katalaz (CAT) ve superoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri ve oksidatif stresin indikatörü olarak malondialdehit (MDA) düzeylerinin terapötik potansiyelini ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Bitki Materyalinin Temini ve Deney Koşulları

Çalışmada kullanılan *Vigna unguiculata* (Börülce) örnekleri, Adana ilindeki doğal yetiştirme ortamlarından vejetatif ve generatif dönemde toplanmıştır. Bitki bünyesinden ayrıştırılan yaprak ve tohum kısımları, biyokimyasal özelliklerinin korunması amacıyla uygun soğuk zincir prosedürleri izlenerek laboratuvara nakledilmiştir. Tüm deneysel protokoller ve spektrofotometrik ölçümler, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı'na ait araştırma altyapısında yürütülmüştür.

2.2. Dokuların Hazırlanması ve Ekstraksiyon Prosedürü

Taze formda elde edilen tohum ve yaprak dokuları, ekstraksiyon öncesinde fiziksel olarak parçalanarak standardize edilmiştir. Her bir doku örneği, soğuk %1,15'lik KCl çözeltisi ilavesiyle mekanik olarak homojenize edilmiştir. Hücresel bileşenlerin fraksiyonlarına ayrılması ve berrak bir sıvı elde edilmesi amacıyla homojenatlar, +4°C'de 14.000 rpm hızda 30 dakika süresince santrifüjlenmiştir. Analizlerde kullanılacak olan çözünür proteinleri ve enzimleri içeren süpernatant kısımları ayrılarak deney aşamasına kadar -80°C'de muhafaza edilmiştir.

2.3. Uygulanan Biyokimyasal Ölçüm Protokolleri

Elde edilen süpernatantlarda hücresel antioksidan savunma sistemini temsilen SOD ve CAT enzim aktiviteleri; oksidatif hasar göstergesi olarak ise MDA düzeyleri tayin edilmiştir. Tüm kantitatif ölçümler Shimadzu UV-1601 cihazı ile spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir.

2.3.1. SOD Analizi: Enzim aktivitesi, Fridovich (1995) tarafından tanımlanan metodoloji uyarınca saptanmıştır. Reaksiyon karışımındaki renk değişim hızı 505 nm dalga boyunda izlenmiş ve aktivite değerleri doku protein miktarına oranlanarak "Ü/mg protein" birimiyle tanımlanmıştır.

2.3.2. CAT Analizi: Beutler (1984) yöntemi esas alınarak yapılan ölçümlerde; 1 M Tris-HCl tamponu (pH 8,0) ve 10 mM H₂O₂ içeren reaksiyon ortamı kullanılmıştır. H₂O₂ tüketim hızı 230 nm'de 10 dakikalık periyotlarla takip edilmiş ve sonuçlar "Ü/mg protein" cinsinden normalize edilmiştir.

2.3.3. MDA Analizi: Oksidatif stresin bir sonucu olan lipid peroksidasyon derecesi, Ohkawa ve ark. (1979) yöntemiyle analiz edilmiştir. Tiyobarbitürik asit (TBA) ile oluşan renkli kompleksin şiddeti 532 nm'de ölçülmüş ve veriler "nmol/mg protein" olarak sunulmuştur.

2.3.4. Protein Miktarı Tayini: Diğer tüm parametrelerin standardizasyonu için gerekli olan toplam protein tayini, Lowry ve ark. (1951) yöntemine göre yapılmıştır. 750 nm'deki absorbans değerleri, sığır serum albümini (BSA) kullanılarak oluşturulan standart grafikler üzerinden hesaplanmıştır.

2.4. İstatistik Analizler

Araştırmadan elde edilen tüm bulgular IBM SPSS (v22.0) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde, dağılımın doğasına uygun olarak "ortalama $\pm$ standart sapma" veya "ortanca (minimum-maksimum)" gösterimleri kullanılmıştır. Grupların karşılaştırılmasında parametrik olmayan yöntemlerden Mann-Whitney U testi uygulanmış; $p < 0,05$ değeri istatistiksel açıdan anlamlılık eşiği olarak belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmamız 5 kez tekrarlanmış olup, börülce bitkisinin taze yaprağı ile tohumunda antioksidan/oksidan düzeyi araştırıldığında, taze *Vigna unguiculata*'nın yaprak ekstresinde SOD aktivitesi: $6,04 \pm 0,93$ Ü/mg protein, CAT aktivitesi: $0,977 \pm 0,08$ Ü/mg protein, ve MDA düzeyleri $2,89 \pm 0,09$ nmol/mg protein olarak bulundu. Bunun yanı sıra, *Vigna unguiculata*'nın tohum ekstresinde SOD aktivitesi: $3,76 \pm 0,19$ Ü/mg protein, CAT aktivitesi: $0,702 \pm 0,09$ Ü/mg protein, ve MDA düzeyleri $1,23 \pm 0,05$ nmol/mg protein olarak bulundu (Tablo 1). Sonuçlarımıza göre taze yapraklarında tohuma göre daha yüksek antioksidan/oksidan seviyeye sahip olduğu gözlenmiştir.

Tablo 1. *Vigna unguiculata* (Börülce) bitkisinin yaprağının ve tohumunun antioksidan/oksidan parametrelerinin değerlendirilmesi.

Parametre	Yaprak (n=5)	Tohum (n=5)	p Değeri
SOD (Ü/mg protein)	$6,04 \pm 0,93$	$3,76 \pm 0,19$	< 0,01
CAT (Ü/mg protein)	$0,977 \pm 0,08$	$0,702 \pm 0,09$	< 0,001
MDA (nmol/mg protein)	$2,89 \pm 0,09$	$1,23 \pm 0,05$	< 0,001

Bitki yaprağı ve tohumu 5 kez çalışıldı. Değerler ortalama ve SD olarak verildi.

$p < 0,05$ anlamlı olarak kabul edildi.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Hücrel metabolizma sonucu veya çevresel faktörlerle oluşan reaktif oksijen türlerinin (ROS) antioksidan savunma sistemleri tarafından yeterince elimine edilememesi durumu olan oksidatif stres; DNA hasarı, protein oksidasyonu ve lipid peroksidasyonu gibi geri dönüşsüz yıkımlara yol açarak birçok patolojinin temelini oluşturmaktadır. Oksidatif stresin hücrel bileşenler üzerindeki bu tahrip edici etkisi, sadece anlık bir hasarla sınırlı kalmayıp; kanser, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve nörodejeneratif bozukluklar gibi kompleks patolojilerin etiyolojisinde merkezi bir rol oynamaktadır. Özellikle serbest radikallerin neden olduğu kontrolsüz zincirleme reaksiyonlar, hücre sinyal yollarını bozarak kronik inflamasyonu tetiklemekte ve hücrel yaşlanmayı hızlandırarak doku disfonksiyonuna zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda, organizmanın antioksidan kapasitesinin takviye edilmesi, oksidatif stres kaynaklı patofizyolojik süreçlerin kontrol altına alınmasında kritik bir stratejik öneme sahiptir (Halliwell ve Gutteridge, 2015; Sies ve ark., 2017). Bu koruyucu mekanizmanın en zengin biyolojik kaynaklarından olan bitkiler, sentezledikleri geniş spektrumlu sekonder metabolitler aracılığıyla serbest radikalleri doğrudan nötralize etme veya endojen savunma sistemlerini modüle etme yeteneğine sahiptir (Kasote ve ark., 2015).

Türkiye, üç farklı fitocoğrafik bölgenin kesişim noktasında yer alması ve sahip olduğu iklimsel çeşitlilik sayesinde, Avrupa kıtasının tamamına yakın bir bitki çeşitliliğine ev sahipliği yapmaktadır. Bu zengin flora içerisinde, özellikle Akdeniz ekosisteminde yetişen bitkiler, yüksek ışık yoğunluğu, sıcaklık ve dönemsel kuraklık gibi çevresel stres koşullarına adaptasyon sürecinde gelişmiş sekonder metabolit profilleriyle öne çıkmaktadır. Özellikle bu bölgede yayılış gösteren tıbbi ve aromatik bitkilerin; fenolik asitler, flavonoidler ve terpenoidler bakımından zengin olduğu, bu biyoaktif bileşiklerin ise ROS'u nötralize ederek oksidatif hasarın sınırlandırılmasına katkı sağladığı bildirilmektedir. Bu nedenle Akdeniz florasında yer alan birçok bitki türü, doğal antioksidan kaynağı ve potansiyel nutrasötik ajan olarak değerlendirilmektedir. Bu doğal antioksidanlar, hücrel düzeyde oksidatif hasarı minimize ederek birçok kronik hastalığın önlenmesinde potansiyel terapötik etkiler sunmaktadır (Karadag, 2019).

Yüksek besleyici değerinin yanı sıra, çeşitli hastalıklarda yararlı etkilere sahip olduğu belirlenen börülcenin antiinflatuvar etkileri de dikkat çekicidir. Börülce özütlerinin, pro-inflatuvar sitokinlerin üretimini azalttığı ve böylece kronik inflamasyon kaynaklı hastalıklara karşı koruyucu bir bariyer oluşturduğu bilinmektedir. Tüm bu özelliklerinin yanı sıra, biyolojik aktivite gösteren zengin bir sekonder metabolit çeşitliliğine sahip olması nedeniyle fonksiyonel gıda kategorisinde değerlendirilmektedir. Bitkinin özellikle yaprak ve tohum kısımları; kuersetin, kaempferol ve mirisetin gibi güçlü flavonoidler ile ferulik asit, kafeik asit ve p-kumarik asit gibi fenolik asitler açısından oldukça konsantre bir profil sergilemektedir. Bu polifenolik bileşikler, sahip oldukları hidroksil grupları aracılığıyla serbest radikallere elektron transfer ederek onları stabilize etmekte ve hücreleri oksidatif hasardan korumaktadır. Ayrıca börülce; tokoferoller, karotenoidler ve antosiyaninler (özellikle koyu renkli tohum kabuklarında) gibi lipid peroksidasyonunu önleyen kritik antioksidan bileşenleri de bünyesinde barındırmaktadır. Bu multimetabolit içeriği, börülcenin sadece bir protein kaynağı değil, aynı zamanda reaktif ROS temizleme kapasitesi yüksek, doğal bir terapötik ajan olarak öne çıkmasını sağlamaktadır (Awaika & Duodu, 2016).

Börülce bitkisinin açık kahverengi tohumları ile koyu kahverengi tohumlarının antioksidan içeriğini inceleyen bir çalışmada açık kahverengi tohumlarda daha yüksek toplam fenolik bileşimine sahip olduğu bildirilmiştir (Siddhuraju & Becker, 2007). Bir başka çalışmada ise börülce bitkisinin özellikle renkli/pigmentli tohumların renksiz olanlara kıyasla daha yüksek fitokimyasal içerik ve koruyucu aktivite sergilediği, fenolik madde miktarı ile demir indirgeme ve lipid peroksidasyonunu önleme yetenekleri arasında güçlü bir pozitif korelasyon olduğunu ortaya koymuştur (Sombié ve ark, 2018). Elde edilen tüm bu bulgular ışığında, ilk kez tohum ve yaprakları kıyaslanan börülce bitkisi çalışmasında antioksidan/oksidan özellikleri değerlendirilmiştir. Özellikle bitkinin farklı kısımları arasında yapılan kıyaslamada; taze yaprak dokularının, tohum kısımlarına oranla daha belirgin bir antioksidan profil ve enzimatik aktivite sergilediği tespit edilmiştir. Bu veriler, börülce bitkisinin biyolojik sistemlerde oksidatif stresle mücadelede kullanılabilecek, yüksek terapötik değere sahip doğal bir antioksidan kaynağı olduğunu desteklemektedir.

Bu çalışma, börülce bitkisinin (*Vigna unguiculata*) hem tohum hem de yapraklarının güçlü bir antioksidan kaynağı olduğunu kanıtlamıştır. Literatürde ilk kez yapılan karşılaştırmalı analiz sonucunda, taze yaprakların tohumlara oranla daha yüksek enzimatik aktivite [SOD ($p<0,01$), CAT($p<0,001$)] sergilediği, bununla birlikte metabolik aktiviteye paralel olarak lipid peroksidasyonunun da (MDA) yaprak dokusunda daha belirgin olduğu saptanmıştır ($p<0,001$) (Tablo 1). Sonuç olarak, börülce yapraklarının zengin sekonder metabolit içeriğiyle oksidatif stres kaynaklı hastalıkların önlenmesinde yüksek terapötik potansiyele sahip olduğu ve fonksiyonel gıda olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Awaika JM & Duodu G. (2016). Bioactive polyphenols and peptides in cowpea (*Vigna unguiculata*) and their health promoting properties: A review. *Journal of functional foods*. 38(2017):686-697. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.12.002>.
- Beutler E. (1984). *Red cell metabolism: A manual of biochemical methods*. Grune and Starton (Editors) 2nd Edition, New York 11-12.
- Chaudhary, D., Gore, P.G., Wankhede, D.P. *et al.* (2025). Morphological variability and genetic diversity assessment of agronomic traits in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) core collection using multivariate analysis. *Genet Resour Crop Evol* 72, 6027–6042 <https://doi.org/10.1007/s10722-024-02299-3>.
- Fridovich I. (1995). Superoxide Radical and Superoxide Dismutases. *Annual Review of Biochemistry*. 64(1): 97-112. <https://doi.org/10.1146/annurev.bi.64.070195.000525>.
- Halliwell, B & Gutteridge, JMC (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001>.
- Karadag A. (2019). Türkiye’deki Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Antioksidan Potansiyelleri ve Fenolik Kompozisyonları. *European Journal of Science and Technology*. 16:631-637. <https://doi.org/10.31590/ejosat.592711>.
- Kasote, DM., Katyare, SS., Hegde, MV., & Bae, H. (2015). Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications. *International Journal of Biological Sciences*, 11(8), 982-991. <https://doi.org/10.7150/ijbs.12096>.
- Kim, D. K., Ochar, K., Iwar, K., Ha, B. K., & Kim, S. H. (2025). Cowpea (*Vigna unguiculata* L.) production, genetic resources and strategic breeding priorities for sustainable food security: a review. *Frontiers in plant science*, 16, 1562142. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1562142>.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, et al. (1951). Protein measurement with the Folin Phenol Reagent. *J Biol Chem*.193:265-275.
- Lynch, H., Johnston, C., & Wharton, C. (2018). Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. *Nutrients*, 10(12), 1841. <https://doi.org/10.3390/nu10121841>.
- Ohkawa H, Ohishi N & Yagi K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction, *Analytical Biochemistry*, 95: 351 - 358. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(79\)90738-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(79)90738-3).
- Pottorff, M., Ehlers, J. D., Fatokun, C., Roberts, P. A., & Close, T. J. (2012). Leaf morphology in Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]: QTL analysis, physical mapping and identifying a candidate gene using synteny with model legume species. *BMC genomics*, 13, 234. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-13-234>.
- Siddhuraju P& Becker K.(2007). The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. *Food Chemistry*. 101(1): 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.004>.
- Sies, H, Berndt, C, & Jones, DP. (2017). Oxidative Stress. *Annual Review of Biochemistry*, 86, 715-748. <https://doi.org/10.1146/annurev-biochem-061516-045037>.
- Sombié, PAED., Compaoré, M., Coulibaly, A. Y., Ouédraogo, JT., Tignéggré, JS., & Kiendrébéogo, M. (2018). Antioxidant and Phytochemical Studies of 31 Cowpeas (*Vigna unguiculata* (Walp L)) Genotypes from Burkina. *Foods (Basel, Switzerland)*, 7(9), 143. <https://doi.org/10.3390/foods7090143>.
- Tzanova, M. T., Stoilova, T. D., Todorova, M. H., Memdueva, N. Y., Gerdzhikova, M. A., & Grozeva, N. H. (2023). Antioxidant Potentials of Different Genotypes of Cowpea [*Vigna unguiculata* L. Walp.) Cultivated in Bulgaria, Southern Europe. *Agronomy*, 13(7), 1684. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071684>.
- Ünlü, H., & Padem, H. (2009). Börülce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanlarının Sulu ve Kurak Koşullarda Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3). <https://izlik.org/JA26LA75SK>.

VAZOPLEJİK SENDROM**Dr. Meral EKİM,****Prof. Dr. <https://orcid.org/0000-0002-7146-5935>, Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya AD, e-mail: meralekim@yahoo.com****Dr. Hasan EKİM****Prof. Dr. <https://orcid.org/0000-0002-7245-3872>, Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi AD e-mail: drhasanekim@yahoo.com****Özet**

Vazoplejik sendrom, kardiyotorasik cerrahi sonrası sık görülen ve sistemik vasküler direncin düşük olduğu yüksek debili şok durumu olarak karakterize edilen bir durumdur. En sık kardiyopulmoner bypass (KPB) uygulanan kalp ameliyatları sonrası komplikasyon olarak ortaya çıkar. Keza, bypass ameliyatı devam ederken de ortaya çıkabilir. Sepsis, kalp yetmezliği veya diğer majör cerrahiler de vazoplejik sendroma neden olabilir. Bu sendrom öncelikle düz kas hücrelerinin kasılması ve gevşemesinden sorumlu mekanizmalardaki bir işlev bozukluğundan kaynaklanır. Şiddetli vakalarda, dolaşım şokunu taklit edebilir ve hipotansiyon, metabolik asidoz, hiperlaktatemi ve vazopresörlere ve hacim genişlemesine direnç gibi sinyallerle birlikte görülebilir; ancak çoğu vakada kalp debisi normal kalır veya hafifçe yükselir.

Vazoplejinin patogenezinde, vasküler endoteli etkileyen hücresel ve humoral kaskadlardan kaynaklanan inflamatuvar medyatörler merkezi bir rol oynar. KPB başlatıldıktan sonra, endotel olmayan yüzeylerle temas eden kan, tümör nekroz faktörü alfa ve IL-1 gibi inflamatuvar medyatörlerin salınımıyla birlikte kapsamlı bir endotel disfonksiyonuna yol açar. Bu medyatörler endotel reseptörlerine bağlanarak endotel hücrelerini aktive eder. Bunun dışında, nitrik oksit (NO) düzensizliği, vazopressin tükenmesi, anormal hidrojen sülfür metabolizması ve prostaglandin salınımı da bu sürecin bir parçası olabilir. Bu sendrom genellikle reoperasyonlar, uzun süreli bypass ve uzamış aortik kors-klemp süresi ve aşırı kan transfüzyonu gibi karmaşık kalp ameliyatlarıyla ilişkilidir.

Genel olarak, vazoplejik sendromun tedavisi, katekolamin ve katekolamin dışı ajanların dikkatli kullanımıyla rasyonel ve dengeli olmalıdır. Katekolaminler vazoplejik sendromda birinci basamak tedavi olarak kabul edilirken, katekolamin dışı ajanlar, kardiyak toksisite açısından daha iyi güvenlik profilleri nedeniyle erken dönemde veya katekolaminlerin yerine düşünülebilir. Son zamanlarda, vazopressin, metilen mavisi (MB), Anjiyotensin II (A-II), terlipressin (TP), hidroskobalamin, kortikosteroid, askorbik asit (B12 vitamini ve tiamin gibi katekolamin olmayan vazopresörler, vasküler tonusu geri kazandırmak ve vazoplejik sendromu iyileştirmek için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, mortalite üzerindeki faydaları hala net değildir.

Anahtar Kelimeler: Vazoplejik Sendrom, Kardiyopulmoner Bypass, Vazopressin.

VASOPLEGIC SYNDROME**Abstract**

Vasoplegic syndrome is a common condition following cardiothoracic surgery, characterized by a high-output shock state with low systemic vascular resistance. It most frequently occurs as a complication after cardiac surgery involving cardiopulmonary bypass (CPB). It can also develop during bypass surgery. Sepsis, heart failure, or other major surgeries can also cause vasoplegic syndrome. This syndrome primarily results from a dysfunction in the mechanisms responsible for the contraction and relaxation of smooth muscle cells. In severe cases, it can mimic circulatory shock and may be accompanied by signals such as hypotension, metabolic acidosis, hyperlactatemia, and resistance to vasopressors and volume expansion; however, in most cases, cardiac output remains normal or is only slightly elevated.

In the pathogenesis of vasoplegia, inflammatory mediators arising from cellular and humoral cascades affecting the vascular endothelium play a central role. After cardiopulmonary bypass (CPB) is initiated, blood in contact with non-endothelial surfaces leads to extensive endothelial dysfunction, along with the release of inflammatory mediators such as tumor necrosis factor alpha and IL-1. These mediators activate endothelial cells by binding to endothelial receptors. In addition, nitric oxide (NO) dysregulation, vasopressin depletion, abnormal hydrogen sulfide metabolism, and prostaglandin release may also be part of this process. This syndrome is often associated with complex heart surgeries such as reoperations, prolonged bypass and aortic cross-clamping, and excessive blood transfusions.

In general, the treatment of vasoplegic syndrome should be rational and balanced, with careful use of both catecholamine and non-catecholamine agents. While catecholamines are considered first-line treatment in vasoplegic syndrome, non-catecholamine agents may be considered early or as an alternative to catecholamines due to their better safety profiles in terms of cardiac toxicity. Recently, non-catecholamine vasopressors such as vasopressin, methylene blue (MB), angiotensin II (A-II), terlipressin (TP), hydroxocobalamin (vitamin B12), corticosteroids, ascorbic acid, and thiamine have been used to restore vascular tone and improve vasoplegic syndrome. However, their benefits on mortality are still unclear.

Keywords: Vasoplegic Syndrome, Cardiopulmonary Bypass, Vasopressin.

Giriş

Vazoplejik sendrom, kardiyotorasik cerrahi sonrası sık görülen ve sistemik vasküler direncin düşük olduğu yüksek debili şok durumu olarak karakterize edilen bir durumdur. En sık kardiyopulmoner bypass (KPB) uygulanan kalp ameliyatları sonrası komplikasyon olarak ortaya çıktığı gibi, bypass ameliyatı devam ederken de ortaya çıkabilir. Vazoplejinin patofizyolojisi karmaşık ve tam olarak anlaşılamamış olmakla birlikte birçok faktörü içermektedir. Sepsis, kalp yetmezliği veya diğer majör cerrahi girişimlerde vazoplejik sendroma neden olabilir. Bu sendrom öncelikle düz kas hücrelerinin kasılması ve gevşemesinden sorumlu mekanizmalardaki bir işlev bozukluğundan kaynaklanır. Şiddetli vakalarda, dolaşım şokunu taklit edebilir ve hipotansiyon, metabolik asidoz, hiperlaktatemi ve vazopresörlere ve hacim genişlemesine direnç gibi sinyallerle birlikte görülebilir; ancak çoğu vakada kalp debisi normal kalır veya hafifçe yükselir (1).

Kardiyopulmoner bypass (KPB) uygulanan hastalarda vazojenik şok sendromu görülme sıklığı değişkendir ve yüksek riskli hastalarda %44'e kadar ulaşabilir; ölüm oranları ise %30 ila %50 arasında değişir ve esas olarak çoklu organ yetmezliğine bağlıdır. Bu karmaşık durum, düşük arteriyel basınç, yüksek doz vazopresörlere yanıt vermeyen vasküler çökme ve hücrel oksijen açığının biyokimyasal sinyalleri ile karakterizedir. Kalp debisi düşük veya anormal derecede yüksek olabilir. KPB sonrası vazojenik sendromun patofizyolojisinin temel bir yönü, vasküler düz kas hücresi kasılmasının işlev bozukluğu ile ilgilidir (2).

Patofizyolojisi

Vazoplejinin patogeneğinde, vasküler endoteli etkileyen hücrel ve humoral kaskadlardan kaynaklanan inflamatuvar medyatörler merkezi bir rol oynar. Sonuç olarak ortaya çıkan hipotansiyon ve hipoperfüzyon, düzeltilmesi için vazopresörler ve sıvı replasmanı gerektirir. Kalbin fizyolojisi ve düzeltilmiş kardiyak patoloji, aortik kros-klemp süresi ve KPB'nin ortaya çıkardığı etkiler, kardiyak cerrahiyi, işlem sonrası inflamatuvar değişiklikler açısından benzersiz bir konuma yerleştirir. Kan elemanlarının KPB devresinin inorganik yüzeylerine maruz kalması, çeşitli inflamatuvar kaskadları başlatır (3). Normalde vasküler endotel tarafından inhibe edilen kompleman sistemi, KPB ile aktive olur ve ardından nötrofil aktivasyonu gerçekleşir (4,5). KPB sırasında hemodinamik ve mikrovasküler değişiklikler sonucu kalpte, akciğerlerde ve vücudun geri kalanında oluşan iskemi-reperfüzyon hasarı, sistemik inflamatuvar yanıtı artırır (6).

KPB başlatıldıktan sonra, endotel olmayan yüzeylerle temas eden kan, tümör nekroz faktörü alfa ve IL-1 gibi inflamatuvar medyatörlerin salınımıyla birlikte kapsamlı bir endotel disfonksiyonuna yol açar. Bu medyatörler endotel reseptörlerine bağlanarak endotel hücrelerini aktive eder. Bunun dışında, nitrik oksit (NO) düzensizliği, vazopressin tükenmesi, anormal hidrojen sülfür metabolizması ve prostaglandin salınımı da bu sürecin bir parçası olabilir (2).

Vasküler ton hem içsel hem de dışsal mekanizmalardan etkilenir. İçsel faktörler arasında endotelium tarafından salınan NO, endotelin ve prostasiklin bulunur. Çözünür guanilat siklazı aktive ederek cGMP üreten NO, kalsiyum çıkışı ve düz kas gevşemesini tetikler. Bu süreç üç tip NO sentazı (NOS) tarafından düzenlenir. Bunlar nNOS (nöronal), eNOS (endotelial) ve iNOS (indüklenebilir) tipleridir. Enflamatuvar durumlar iNOS'u aktive ederek aşırı NO salınımına ve uzun süreli vazodilasyona ve hipotansiyona yol açabilir (7).

Kalp cerrahisinde, hücrelere kan akışının azalması veya bypass akışıyla telafi edilmeyen dönemlerde farkına varılmayan düşük kardiyak çıkış nedeniyle hipoksi, anemi ve yetersiz doku perfüzyonu meydana gelebilir. Aorta kros-klemp konması, hemodilüzyon ve doğrudan kardiyak girişim gibi ek faktörler de dokulara oksijen iletimini bozarak laktat seviyelerini potansiyel olarak artırabilir. Ayrıca, inflamatuvar yanıt endotel disfonksiyonuna yol açarak mikro-sirkülasyonu bozabilir ve ekstrasvasküler sıvı kayıplarına ve "yanlış" hipovolemiye neden olabilir. Bu endişeleri gidermek için, kardiyak çıkışı izlemek, kasılmayı değerlendirmek, kalp fonksiyonunu değerlendirmek ve sıvı yanıtını öngörmek esastır. Hücrel oksijenlenme, laktat ölçümü ve karbondioksit gradyanı vasıtasıyla ölçülebilir. Hastada kardiyovasküler disfonksiyon geliştiği ve anestezistin,

konvansiyonel vazopresör dozlarına yanıt vermeyen ve içsel kardiyak kasılma ile ilgili olmayan hipotansiyonla karşılaştığı durumlarda, vazoplejik sendrom dikkate alınmalıdır (8).

Risk faktörleri

Kalp ameliyatlarını takiben vazoplejiyi tetikleyen faktörler araştırılmıştır. Bazı çalışmalarda, yüksek vücut kitle indeksi ve erkek cinsiyetin yanı sıra kalp yetmezliği ve kronik böbrek yetmezliğinin riski artırdığı gösterilmiştir. Anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörleri (ACE), anjiyotensin reseptör blokerleri (ARB), diüretikler ve beta blokerler dahil olmak üzere ilaçların tümünün ameliyat sonrası erken dönemde vazoplejiyi tetiklediği öne sürülmüştür. Diğer risk faktörleri arasında ameliyat türü, transfüzyonlar ve yüksek von Willebrand faktörü (vWF) propeptidi, yüksek P-selektin, düşük arginin-vazopressin ve düşük adenoazin aktivitesi gibi moleküler belirleyiciler yer almaktadır. Çoğu çalışmada değişmeyen ve meta-analizlerde doğrulanmış bir diğer faktör ise, ameliyat sonrası dönemde vazoplejinin çok güçlü bir göstergesi olan daha uzun kardiyopulmoner bypass süresidir (9,10).

Kardiyopulmoner bypass'ın (KPB) rolü

Kardiyopulmoner bypass (KPB) ile yapılan kalp cerrahisi, sistemik inflamatuvar yanıt sendromuna (SIRS) neden olur. Kan bileşenlerinin bypass devresinin yapay yüzeyiyle teması, iskemi-reperfüzyon hasarı, endotoksemi ve ameliyat travması, SIRS'in olası nedenleridir. Bu inflamatuvar reaksiyon, miyokard disfonksiyonu, solunum yetmezliği, böbrek ve nörolojik disfonksiyon, kanama bozuklukları, karaciğer fonksiyonlarında değişiklik ve nihayetinde çoklu organ yetmezliği dahil olmak üzere ameliyat sonrası komplikasyonların gelişmesine katkıda bulunabilir (4). Uzun süreli kardiyopulmoner bypass uygulanan, ameliyat öncesi ACE inhibitörleri veya anjiyotensin reseptör blokerleri kullanan ve diyaliz gerektiren böbrek yetmezliği öyküsü olan hastalarda vazopleji riski artmaktadır (9). Ayrıca, vazopleji gelişen hastalarda ACE inhibitörleri, anjiyotensin reseptör blokerleri ve diüretiklerin kullanımının vazopleji gelişmeyen hastalara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (9).

Tedavi

Kardiyotorasik cerrahi geçiren hastaların yarısına kadarında vazoplejik sendrom görülebilir; bu durumun tetikleyici nedenleri arasında hastaya özgü risk faktörleri ve kardiyopulmoner bypass'a karşı inflamatuvar yanıt gelişmesi yer alır. Bu sendromun tedavisine yönelik araştırmalar sınırlıdır ve esas olarak septik şokla ilgili araştırmalardan yola çıkılarak oluşturulmuştur, ancak katekolamin koruyucu ajanların yaygın kullanımıyla gelişmektedir. (7). NO'nun (nitrik oksit) dirençli vazodilasyonda büyük rol oynadığı ve dolayısıyla tedaviler için potansiyel bir hedef olduğu düşünülmektedir. Katekolaminler vazoplejik sendromda birinci basamak tedavi olarak kabul edilirken, katekolamin dışı ajanlar, kardiyak toksisite açısından daha iyi güvenlik profilleri nedeniyle erken dönemde veya katekolaminlerin yerine düşünülebilir. Dahası, bu ajanlar böbrek hasarının azalması gibi daha iyi sonuçlarla ilişkilendirilebilir. Genel olarak, vazoplejik sendromun tedavisi, katekolamin ve katekolamin dışı ajanların dikkatli kullanımıyla rasyonel ve dengeli olmalıdır (7).

Tedavide ilk adım, sıvı ve kardiyak durumun optimizasyonudur. Hacim değerlendirmesi ve gerekli düzeltmelerden sonra, arteriyel basınç 65 mmHg'nin altında kalırsa norepinefrin başlatılabilir. Norepinefrin, hipotansiyonu tedavi edebilen güçlü ve güvenilir bir vazopresör olup ilk tercihtir; başlangıç dozu 0,01 mcg/kg/dk'dır ve bu doz daha sonra 0,5-1,0 mcg/kg/dk veya daha fazlasına çıkarılabilir. Bir sonraki adım, vasküler kas üzerinde bulunan V1 reseptörü için seçici aktiviteye sahip olan vazopressini düşürmektir. İnfüzyon genellikle 0,01 ila 0,06 U/dk'dan başlar. Anjiyotensin II, çeşitli hücre tiplerinin hücre zarındaki spesifik anjiyotensin reseptörlerine bağlanarak kan basıncını yükseltmek için etkili bir tedavi olarak 10-40 ng/kg/dk dozlarında kullanılmıştır; anjiyotensin II reseptör tip 1 öncelikle vazokonstriksiyondan sorumludur (8).

Son zamanlarda, vazopressin, metilen mavisi (MB), Anjiyotensin II (A-II), terlipressin (TP), hidroksokobalamin, kortikosteroid, askorbik asit ve tiamin gibi katekolamin olmayan vazopresörler, vasküler tonusu geri kazandırmak ve vazoplejik sendromu iyileştirmek için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, mortalite üzerindeki faydaları hala net değildir. Tedavideki son gelişmelerine rağmen, mortalite, esas olarak yetersiz hücrel oksijen kullanımı ve çoklu organ yetmezliği, özellikle akut böbrek yetmezliği nedeniyle %30-50 gibi yüksek seviyelerde kalmaktadır (8).

B12 vitamini, düşük yan etkileri nedeniyle vazoplejik sendromun tedavisinde tercih edilen bir ajan haline gelmiştir (11,12). Vazoplejide yüksek doz intravenöz hidroksokobalamin kullanımıyla kromatüri ve eritem dışında ciddi yan etkiler gözlenmemiştir (12). Zayıf yan etki profiline sahip olan hidroksokobalaminin, vazoplejik sendromun düşünüldüğü durumlarda ilk tercih edilen tedavi yöntemlerinden biri olması gerektiği belirtilmiştir (13). Koroner arter baypas, çift kapak onarımı ve patent foramen ovale kapatılması için kardiyopulmoner baypas uygulanan bir olguda, gelişen vazoplejik sendrom yüksek doz hidroksokobalamin (B12 vitamini) ile tedavi edildiğinde kan basıncının hızla düzeldiği ve daha fazla vazopresör ihtiyacına gereksinim olmadığı bildirilmiştir (13).

Sonuç

Vazoplejik sendrom, normal veya artmış kalp debisi durumunda kontrolsüz periferik vazodilasyon sonucu ortaya çıkan şiddetli arteriyel hipotansiyon ile karakterize yaşamı tehdit eden nadir bir durumdur. Vazoplejik sendrom en sık kalp ameliyatları sırasında görülür ve organ nakli, anafilaksi ve septik şok vakalarında da bildirilmiştir. %25'e varan ölüm oranları göz önüne alındığında, hızlı tanı ve tedavilerin uygulanması çok önemlidir. Katekolaminler tedavinin temelini oluştururken, vazopressin, metilen mavisi, hidroksokobalamin, anjiyotensin II ve askorbik asit gibi diğer tedavilerin de faydaları olduğu gösterilmiştir (14). Bu sendrom genellikle reoperasyonlar, uzun bypass süresi olan ve aşırı kan transfüzyonu gerektiren karmaşık kalp ameliyatlarıyla ilişkilidir. Bu duruma yol açabilecek potansiyel tetikleyiciler arasında renin-anjiyotensin sistemi antagonistlerinin, kalsiyum bloker antagonistlerinin ameliyat öncesi kullanımı ve kronik böbrek hastalığı yer almaktadır.

Kaynaklar

1. Lambden S, Creagh-Brown BC, Hunt J, Summers C, Forni LG. Definitions and pathophysiology of vasoplegic shock. Crit Care. 2018;22(1):174. doi: 10.1186/s13054-018-2102-1. PMID: 29980217; PMCID: PMC6035427. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29980217/>
2. Torrez JP, Otsuki DA, Zeferino SP, Sanchez AF, Auler JOC Jr. Vasoplegic Syndrome Following Bypass: A Comprehensive Review of Pathophysiology and Proposed Treatments. Cureus. 2025 ;17(1):e78057. doi: 10.7759/cureus.78057. PMID: 40013224; PMCID: PMC11863290. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11863290/>
3. Murphy GJ, Angelini GD. Side effects of cardiopulmonary bypass: what is the reality? J Card Surg. 2004 Nov-Dec;19(6):481-8. doi: 10.1111/j.0886-0440.2004.04101.x. PMID: 15548178. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15548178/>
4. Paparella D, Yau TM, Young E. Cardiopulmonary bypass induced inflammation: pathophysiology and treatment. An update. Eur J Cardiothorac Surg. 2002;21(2):232-44. doi: 10.1016/s1010-7940(01)01099-5. PMID: 11825729. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11825729/>
5. 10 Zakkar M , Guida G , Suleiman MS , Angelini GD . Kardiyopulmoner bypass ve oksidatif stres . Oxid Med Cell Longev . 2015 ; 2015 : 10-12 .
6. Corral-Velez V, Lopez-Delgado JC, Betancur-Zambrano NL, Lopez-Suñe N, Rojas-Lora M, Torrado H, et al. The inflammatory response in cardiac surgery: an overview of the pathophysiology and clinical implications. Inflamm Allergy Drug Targets. 2015;13(6):367-70. doi: 10.2174/1871528114666150529120801. PMID: 26021321. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26021321/>
7. Busse LW, Barker N, Petersen C. Vasoplegic syndrome following cardiothoracic surgery-review of pathophysiology and update of treatment options. Crit Care. 2020;24(1):36. doi: 10.1186/s13054-020-2743-8. PMID: 32019600; PMCID: PMC7001322. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32019600/>
8. Datt V, Wadhwani R, Sharma V, Virmani S, Minhas HS, Malik S. Vasoplegic syndrome after cardiovascular surgery: A review of pathophysiology and outcome-oriented therapeutic management. J Card Surg. 2021;36(10):3749-3760. doi: 10.1111/jocs.15805. Epub 2021 Jul 12. PMID: 34251716. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34251716/>
9. Bastopcu M, Sargin M, Kuplay H, Erdoğan SB, Yapıcı N, Aka SA. Risk factors for vasoplegia after coronary artery bypass and valve surgery. J Card Surg. 2021;36(8):2729-2734. doi: 10.1111/jocs.15663. Epub 2021 May 20. PMID: 34018257. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34018257/>
10. Omar S, Zedan A, Nugent K. Cardiac vasoplegia syndrome: pathophysiology, risk factors and treatment. Am J Med Sci. 2015;349(1):80-8. doi: 10.1097/MAJ.0000000000000341. PMID: 25247756. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25247756/>
11. Taşöz Özdaş I, Demirdaş E, Özdaş ME, Öz BS, Günay C, Karabacak K, et al. Effect of preoperative vitamin B12 levels on postoperative outcomes in CABG patients. Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg. 2026 Apr 6;34(2):130-137. doi: 10.4274/tjcs.2026.28459. Epub 2026 Mar 27. PMID: 41891302; PMCID: PMC13051728. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41891302/>
12. Patel JJ, Venegas-Borsellino C, Willoughby R, Freed JK. High-Dose Vitamin B12 in Vasodilatory Shock: A Narrative Review. Nutr Clin Pract. 2019 Aug;34(4):514-520. doi: 10.1002/ncp.10327. Epub 2019 Jun 12. PMID: 31187494. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31187494/>
13. Roderique JD, VanDyck K, Holman B, Tang D, Chui B, Spiess BD. The use of high-dose hydroxocobalamin for vasoplegic syndrome. Ann Thorac Surg. 2014 May;97(5):1785-6. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.08.050. PMID: 24792267. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24792267/>
14. Heyman HM, Serrano RA. Vasoplegic Syndrome and Noncatecholamine Therapies. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK599553/>. Last Update: January 11, 2024.

COVID-19'UN KARDİYOVASKÜLER SİSTEM ÜZERİNDEKİ KALICI ETKİLERİ**Dr. Meral EKİM,****Prof. Dr. <https://orcid.org/0000-0002-7146-5935>, Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi
Biyokimya AD, e-mail: meralekim@yahoo.com****Dr. Hasan EKİM****Prof. Dr. <https://orcid.org/0000-0002-7245-3872>, Yozgat Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve
Damar Cerrahisi AD e-mail: drhasanekim@yahoo.com****Özet**

COVID-19, birden fazla organ sistemini etkileyen bir hastalık olup, en çok akciğerle ilgili komplikasyonlarıyla bilinse de, kardiyovasküler sistem üzerinde de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu virüsün hızla mutasyona uğrayan ve evrimleşen benzersiz yapısı, vücuttaki çeşitli proteinlerle etkileşime girmesini sağlayarak hem kalbin kendisinde hem de vücuttaki kan damarlarında komplikasyonlara yol açmaktadır. COVID-19'un etkeni olan SARS-COV-2 denilen koronavirüs, öncelikle anjiyotensin dönüştürücü enzim 2 (ACE2) reseptörüne bağlanan viral yapısal diken (S) proteini aracılığıyla burun, bronş ve akciğer epitel hücrelerini hedef alır. COVID-19'un en yaygın belirtileri ateş, öksürük, yorgunluk ve tat ve/veya koku alma duyusunun kaybıdır; bunlara kas ve/veya boğaz ağrısı, baş ağrısı, hemoptizi ve/veya ishal eşlik edebilir. En endişe verici semptomlardan biri, pnömoni gibi akciğer komplikasyonlarını ve olası akut solunum sıkıntısı sendromunun gelişmesini gösteren dispnedir. Bu komplikasyonların şiddeti ve kalp tutulumu ve/veya koagülasyon bozukluğunun varlığı ölüme yol açabilir. Başlangıçta hafif veya asemptomatik vakalar da dahil olmak üzere COVID-19'dan kurtulanda miyokard hasarı, aritmiler, tromboembolik olaylar, otonomik disfonksiyon ve ateroskleroz riskinde artış olduğu bildirildiğinden, COVID-19'un çok sistemli bir hastalık olarak değerlendirilmesi de muhtemeldir.

COVID-19 ile ilişkili inflamatuvar yanıt ve sitokin fırtınası, hastalık şiddetini ve prognozu etkileyen kritik faktörlerdir. SARS-CoV-2'ye karşı bağışıklık yanıtı, COVID-19'daki sitokin fırtınasını öncelikle tetikler. Sitokin fırtınası, şiddetli sistemik inflamasyona yol açan sitokinlerin aşırı üretimidir. Sitokin fırtınası gelişen hastalarda akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS), kalp hasarı ve koagülopati gibi komplikasyonlar gelişebilir. Akut COVID-19'dan iyileştikten sonra bile, yüksek sitokin seviyeleri devam edebilir. Bu uzun süreli inflamasyon, kronik semptomlara ve komplikasyonlara yol açabilir.

Pandemi etkisini yitirmiş ise de COVID-19 artık mevsimsel bir solunum yolu hastalığı vasfını kazanmıştır. Nüfusun büyük çoğunluğunun artık hem aşılanmış hem de enfekte olmuş olması nedeniyle, tekrarlanan takviye dozlarının uzun süreli COVID'e karşı ek bir fayda sağlamayabileceği gözlemlenmiştir. Bundan dolayı, COVID-19 aşısı, herkese rutin olarak önerilen bir aşı olmaktan büyük ölçüde çıkmıştır. Ancak, grip aşısında olduğu gibi, risk grubunda olanlarda uygulanması hekim tarafından değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak COVID-19'un tromboza eğilim oluşturarak kardiyovasküler komplikasyonların gelişmesine yol açması muhtemel olduğundan trombofilik bir risk faktörü olarak değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gereklidir.

Anahtar Kelimeler: COVID-19, Uzun-COVID-19, Sitokin Fırtınası, Koagülopati

THE LASTING EFFECTS OF COVID-19 ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM**Abstract**

COVID-19 is a disease that affects multiple organ systems, and while it is best known for its lung-related complications, it also has negative effects on the cardiovascular system. The unique, rapidly mutating and evolving structure of this virus allows it to interact with various proteins in the body, leading to complications both in the heart itself and in the blood vessels throughout the body. The coronavirus that causes COVID-19, called SARS-CoV-2, primarily targets nasal, bronchial, and lung epithelial cells via its viral structural spike (S) protein, which binds to the angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) receptor. The most common symptoms of COVID-19 are fever, cough, fatigue, and loss of taste and/or smell; these may be accompanied by muscle and/or sore throat, headache, hemoptysis, and/or diarrhea. One of the most concerning symptoms is dyspnea, which indicates the development of pulmonary complications such as pneumonia and possible acute respiratory distress syndrome. The severity of these complications and the presence of cardiac involvement and/or coagulation disorders can lead to death. It is also likely that COVID-19 should be considered a multisystemic disease, as survivors of COVID-19, including initially mild or asymptomatic cases, have been reported to have an increased risk of myocardial damage, arrhythmias, thromboembolic events, autonomic dysfunction, and atherosclerosis.

The inflammatory response and cytokine storm associated with COVID-19 are critical factors influencing disease severity and prognosis. The immune response to SARS-CoV-2 primarily triggers the cytokine storm in COVID-19. A cytokine storm is the overproduction of cytokines leading to severe systemic inflammation. Patients who develop a cytokine storm may experience complications such as acute respiratory distress syndrome (ARDS), heart damage, and coagulopathy. Even after recovering from acute COVID-19, high cytokine levels may persist. This long-term inflammation can lead to chronic symptoms and complications.

Although the pandemic has subsided, COVID-19 has now become a seasonal respiratory illness. Because the vast majority of the population is now both vaccinated and infected, it has been observed that repeated booster doses may not provide additional benefit against long-term COVID. Therefore, the COVID-19 vaccine has largely ceased to be a routinely recommended vaccine for everyone. However, as with the flu vaccine, its use in at-risk groups should be evaluated by a physician.

In conclusion, since COVID-19 is likely to predispose to thrombosis and lead to the development of cardiovascular complications, it should be considered a thrombophilic risk factor, and necessary precautions should be taken.

Keywords: COVID-19, Long-COVID-19, Cytokine Storm, Coagulopathy

Giriş

Şiddetli Akut Solunum Sendromu Koronavirüs 2'nin (SARS-CoV-2) yol açtığı Koronavirüs Hastalığı 2019 (COVID-19), ilk olarak Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkarak tüm dünyaya yayılmış ve küresel bir sağlık tehdidi oluşturmıştır. COVID-19, birden fazla organ sistemini etkileyen bir hastalık olup, en çok akciğerle ilgili komplikasyonlarıyla bilinse de, kalp ve kardiyovasküler sistem üzerinde de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu virüsün hızla mutasyona uğrayan ve evrimleşen benzersiz yapısı, vücuttaki çeşitli proteinlerle etkileşime girmesini sağlayarak hem kalbin kendisinde hem de vücuttaki kan damarlarında komplikasyonlara yol açmaktadır. Bu komplikasyonları kolaylaştıran çok sayıda risk faktörü belirlenmiştir; bunlar arasında mevcut kalp hastalığı, ilaç kullanımı ve yaş yer almaktadır. Araştırmalar, bazı ilaç etkileşimlerinin kalp ritmi ve fonksiyonunda bozukluklara neden olduğunu göstermiştir. Ayrıca, önceden var olan kalp rahatsızlıklarını da şiddetlendirerek ciddi belirtilere yol açmıştır (1). Bu viral hastalığın pronozu daha da kötüleştiren pulmoner embolizm, tromboembolik komplikasyonlar, akut koroner sendrom, kardiyak ritim bozuklukları ve miyokardit gibi komplikasyonlara yol açabildiği ve prognozu daha da kötüleştirdiği gözlenmiştir (2). Ayrıca, hipertansiyon ve yeni ortaya çıkan diyabet gibi kronik komplikasyonlara da yol açmıştır (1).

SARS-CoV-2 öncelikle anjiyotensin dönüştürücü enzim 2 (ACE2) reseptörüne bağlanan viral yapısal diken (S) proteini aracılığıyla burun, bronş ve akciğer epitel hücrelerini hedef alır (3). Özellikle vasküler endotel hücrelerinde olmak üzere, diğer birçok hücre tipinin dış zarında eksprese edilen ACE2, endotel hücreleri içindeki viral elementler tarafından dokümente edilen aktif SARS-CoV-2 ile ilişkili endotelitise neden olarak hücre zarlarının bozulmasına ve piroptozise yol açar (3,4).

SARS-CoV-2'nin viral enfeksiyona ve miyokarda doğrudan viral sitotoksik hasara yol açarak, hücresel yapı ve fonksiyonu önemli ölçüde tehlikeye atarak nihayetinde hücre ölümüne neden olabileceği gösterilmiştir (5). COVID-19, IL-6, TNF- α , IL-1 β ve IL-10 dahil olmak üzere çeşitli proinflamatuvar sitokinlerin ve kemokinlerin aşırı üretimine yol açan bir sitokin fırtınasını tetikleyebilir. Bu sitokinler, kardiyomiyositlere önemli ölçüde zarar vererek hücre canlılığını, yapısını ve işlevini bozabilir. Ayrıca, endotel aktivasyonuna, trombin oluşumuna, trombosit agregasyonuna ve 6 ay kadar sürebilen sürekli endotel disfonksiyonuna neden olarak koagülasyon eğilimini artırabilirler (2).

COVID-19'un en yaygın belirtileri ateş, öksürük, yorgunluk ve tat ve/veya koku alma duyusunun kaybıdır; bunlara kas ve/veya boğaz ağrısı, baş ağrısı, hemoptizi ve/veya ishal eşlik edebilir. En endişe verici semptomlardan biri, pnömoni gibi akciğer komplikasyonlarını ve olası akut solunum sıkıntısı sendromunun gelişmesini gösteren dispnedir. Bu komplikasyonların şiddeti ve kalp tutulumu ve/veya koagülasyon bozukluğunun varlığı ölüme yol açabilir (6). Başlangıçta hafif veya asemptomatik vakalar da dahil olmak üzere COVID-19'dan kurtulanlarda miyokard hasarı, aritmiler, tromboembolik olaylar, otonomik disfonksiyon ve ateroskleroz riskinde artış olduğu bildirildiğinden, COVID-19'un çok sistemli bir hastalık olarak değerlendirilmesi de muhtemeldir (7).

Kardiyovasküler risk faktörlerine etkisi

COVID-19 pandemisi, kardiyovasküler risk faktörlerini hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkilemiştir. Doğrudan etkiler arasında enfeksiyon korkusu nedeniyle halkın tıbbi bakım arama konusundaki isteksizliği, ayakta tedavi hizmetlerinde ve tıbbi kurumlardaki seçmeli ameliyatlarda kısıtlamalar ve sağlık kaynakları üzerindeki baskı yer almaktadır (8). Dolaylı sonuçlar arasında evde kalma uygulamaları ve yaygın uzaktan çalışma nedeniyle azalan fiziksel aktivite, beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler ve artan psikolojik stres bulunmaktadır (9). COVID-19'un kendisi de miyokardit ve tromboz gibi kardiyovasküler komplikasyonlara neden olduğundan (10) kardiyovasküler hastalıkların epidemiyolojisini daha da karmaşık hale getirmiştir.

İnflamasyon gelişmesi

Genellikle sitokin fırtınası ile işaretlenen inflamatuvar yanıt, kalbe ve kan damarlarına daha fazla zarar vererek ciddi kardiyovasküler komplikasyonlara yol açabilir (11). Doğrudan hasarın ötesinde, COVID-19, tromboembolik olay riskini önemli ölçüde artıran hiperkoagülasyon durumuna neden olur. COVID-19 hastaları, venöz tromboembolizm (VTE) ve pulmoner emboli (PE) gibi durumlara daha yatkındır. Virüsle ilişkili inflamatuvar yanıt, pıhtı oluşumuna ve vasküler tıkanmaya katkıda bulunan nötrofil ekstraselüler tuzaklarının (NET'ler) oluşumunu teşvik edebilir. Bu trombotik olaylar, kardiyovasküler fonksiyonu ciddi şekilde tehlikeye atarak akut koroner sendromlara ve diğer ciddi komplikasyonlara yol açabilir (12). Aritmiler ve kalp yetmezliği de COVID-19'un yaygın kardiyovasküler belirtileridir. Birçok hasta, genellikle enfeksiyonun kalbe uyguladığı stresle ilişkili olarak atriyal fibrilasyon ve ventriküler taşikardi dahil olmak üzere çeşitli aritmi türleri yaşar. Ayrıca, COVID-19 sol ventrikül disfonksiyonuna ve akut sağ ventrikül yetmezliğine yol açarak kalp yetmezliği riskini artırabilir. Viral enfeksiyon ile kalbin yanıtı arasındaki etkileşim, başlangıçta hafif semptomlar gösteren hastalarda bile uzun vadeli kardiyak komplikasyonlara neden olabilir (13). Hipertansiyon, koroner arter hastalığı ve diyabet gibi önceden var olan kardiyovasküler rahatsızlıkları olan bireyler, COVID-19'dan kaynaklanan ciddi sonuçlar açısından daha büyük bir risk altındadır. Enfeksiyon, bu altta yatan durumları kötüleştirebilir ve daha kötü prognozlara ve artan ölüm oranlarına yol açabilir (14).

COVID-19 ile ilişkili inflamatuvar yanıt ve sitokin fırtınası, hastalık şiddetini ve prognozu etkileyen kritik faktörlerdir. İnflamatuvar yanıt, vücut SARS-CoV-2 gibi patojenlerle karşılaştığında aktive olan doğal bir savunma mekanizmasıdır. Bununla birlikte, COVID-19'da bu yanıt düzensizleşebilir ve hiperinflamatuvar bir duruma yol açabilir (15). Enfeksiyon üzerine, doğuştan gelen bağışıklık sistemi, adaptif bağışıklık yanıtını başlatmak için sitokin ve interferon salgılayan bağışıklık hücrelerini aktive ederek ilk savunma hattı olarak hareket eder. Bu yanıt, şiddetli vakalarda kontrolsüz bir şekilde artabilir ve aşırı inflamasyona neden olabilir.

Sitokin fırtınası

Sitokinler, bağışıklığı ve inflamasyonu düzenleyen ve aracılık eden sinyal proteinleridir. Sitokinler, doku hasarına ve çoklu organ yetmezliğine yol açabilen bir inflamatuvar kaskada katkıda bulunur (16). Sitokin fırtınası, şiddetli sistemik inflamasyona yol açan sitokinlerin aşırı üretimidir. Bu olgu özellikle COVID-19 hastalarında endişe vericidir ve daha kötü klinik sonuçlarla ilişkilidir. SARS-CoV-2'ye karşı bağışıklık yanıtı, COVID-19'daki sitokin fırtınasını öncelikle tetikler. Virüsün S proteini ve makrofajlar ve T hücreleri de dahil olmak üzere çeşitli bağışıklık hücreleri, bu hiperinflamatuvar yanıtta önemli bir rol oynar. Fırtına, özellikle akciğerlerde yaygın doku hasarına neden olarak akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) ve diğer komplikasyonlara yol açabilir (17). Sitokin fırtınası yaşayan hastalarda ARDS, kalp hasarı ve koagülopati gibi komplikasyonlar gelişebilir. Akut COVID-19'dan iyileştikten sonra bile, yüksek sitokin seviyeleri devam edebilir. Bu uzun süreli inflamasyon, kronik semptomlara ve komplikasyonlara yol açabilir (18).

Endotelial disfonksiyon

Endotelial disfonksiyon, inflamasyon, oksidatif stres ve anormal kan akışı modelleri tarafından tetiklenebilir. Hipertansiyon, diyabet ve hiperlipidemi gibi durumlar kronik inflamasyona neden olarak endotel hücrelerine zarar verebilir ve normal işlevlerini bozabilir (19). Reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi ile vücudun bunları nötralize etme yeteneği arasındaki dengesizlik, endotel hücrelerinin oksidatif hasarına yol açarak vasküler tonu düzenleme ve homeostazi koruma kapasitelerini bozar. Ek olarak, anormal kan akışı modelleri, endotel hücre fonksiyonunda değişikliklere neden olarak aterogenez ve tromboza katkıda bulunabilir. Endotel disfonksiyonunun sonuçları arasında nitrik oksit (NO) mevcudiyetinin azalması, vasküler geçirgenliğin artması ve lökosit yapışmasını ve göçünü kolaylaştıran ve aterogenez ve tromboz için zemin hazırlayan adezyon moleküllerinin ekspresyonunun artması yer almaktadır (19). Kan damarı içinde gelişen tromboz, kan akışını engelleyebilir ve her birinin farklı mekanizmaları ve sonuçları olan arteriyel tromboz veya venöz tromboz

meydana gelebilir. Arteriyel tromboz genellikle ateroskleroz ile ilişkilidir; burada aterosklerotik plağın yırtılması trombosit aktivasyonunu ve koagülasyon kaskadının başlatılmasını tetikler ve potansiyel olarak miyokard enfarktüsüne veya inmeye yol açabilir. Derin ven trombozu (DVT), uzun süreli hareketsizlik, ameliyat veya malignite gibi faktörler tarafından sıklıkla tetiklenen yaygın bir venöz tromboz türüdür. Endotel disfonksiyonu, trombüs gelişiminde kritik bir rol oynar. İşlevsiz endotel, doku faktörlerinin ekspresyonunu artırarak ve trombomodulin gibi antikoagülan faktörlerin kullanılabilirliğini azaltarak pro-trombotik bir ortamı destekler. Endotel hasarı, trombüs oluşumunda önemli bir adım olan subendotel kollajeni ve von Willebrand faktörünü açığa çıkararak trombosit adezyonuna ve aktivasyonuna yol açar (20). Endotel disfonksiyonu sırasında salınan inflamatuvar sitokinler, pıhtılaşma kaskadını artırarak trombüsü daha da teşvik edebilir. Örneğin, IL-6 ve TNF- α 'nın yüksek seviyeleri, pro-koagülan faktörlerin ekspresyonunu artırabilir. Kronik endotel disfonksiyonu, kan damarlarında sertliğin artması ve lümen çapının azalması gibi yapısal değişikliklere de yol açarak, yüksek kayma gerilimine ve daha fazla endotel hasarına katkıda bulunur ve kısır bir döngü oluşturur (21).

Miyokart hasarı

COVID-19, hem önceden var olan rahatsızlıkları olan bireyleri hem de daha önce sağlıklı olanları etkileyerek kardiyovasküler sistem üzerinde önemli ve kalıcı etkilere yol açabilir. COVID-19'un inflamasyon, endotel disfonksiyonu ve doğrudan miyokard hasarı gibi mekanizmalar yoluyla kardiyovasküler sisteme kalıcı hasar verme yeteneği vardır (14). Birçok kardiyak manyetik rezonans görüntüleme çalışması, COVID-19 enfeksiyonundan sonra kalp yapısında önemli değişiklikler göstermekte ve özellikle miyokardit olmak üzere birçok kardiyovasküler hastalığın artan yüküne işaret etmektedir (22). Özellikle, yüksek duyarlılıklı troponin seviyelerinin yükselmesiyle belirlenen akut miyokard hasarı, şiddetli vakalarda sıklıkla gözlenir ve ölüm oranıyla güçlü bir şekilde ilişkilidir (23).

Çalışmalar, COVID-19 hastalarının yaklaşık %25'inin miyokart hasarı yaşadığını ve bunun önceden var olan kardiyovasküler rahatsızlığı olmayanlarda bile gelişebileceği gösterilmiştir (24). Virüs, altta yatan kalp sorunlarını şiddetlendirebilir veya doğrudan miyokard hasarı veya sistemik inflamasyondan kaynaklanan ikincil etkiler nedeniyle yeni kardiyak disfonksiyona neden olabilir. Aritmiler de COVID-19 hastaları arasında yaygındır ve görülme sıklığında belirgin bir artış vardır. Gözlemlenen yaygın aritmiler arasında, viral enfeksiyonun neden olduğu miyokardiyal inflamasyon, elektrolit dengesizlikleri veya otonomik disfonksiyondan kaynaklanabilen atriyal fibrilasyon ve ventriküler aritmiler yer almaktadır. Son olarak, COVID-19, DVT, PE ve inme gibi tromboembolik olay riskinde artışla ilişkilidir. Virüsün neden olduğu hiperkoagülasyon durumunun inflamasyon ve endotel disfonksiyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (14).

Uzun-COVID-19

Uzun süreli koronavirüs hastalığı (Uzun-COVID-19), akut SARS-COV-2 enfeksiyondan sonra da semptomların gelişmesi veya devam etmesidir. COVID-19 pandemisi atlatılmakla birlikte COVID'li hastalar endişe verici uzun vadeli sekeller yaşamaya devam etmektedir (22). Geniş kapsamlı bir meta-analizde, inme, aritmi, miyokardit, kardiyomiyopati, koroner kalp hastalığı, hipertansiyon, kalp yetmezliği, tromboembolik hastalık ve kardiyojenik şok dahil olmak üzere yeni ortaya çıkan kardiyovasküler hastalık riskinde artış tespit edilmiştir (25). Akut COVID-19 atlatanların uzun-COVID-19 bakımından değerlendirilmesi önemlidir.

Korunma ve tedavi

D vitamini, bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde ve solunum yolu viral enfeksiyonlarına karşı konakçı yanıtlarında önemli bir rol oynar. Henüz altta yatan mekanizması kanıtlanmamış ise de, yetersiz D vitamini düzeylerinin uzun süreli COVID'in riskine ve semptom yüküne katkıda bulunabileceği ifade edilmiştir (26). Ancak, D vitamini tek başına bir terapötik ajan olarak düşünülmemelidir; bunun yerine, yeterli D vitamini seviyelerinin sürdürülmesi, COVID-19 dahil solunum yolu viral enfeksiyonlarına karşı bağışıklık direncini

destekleyen bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir. Ayrıca, Akdeniz diyeti ile beslenmenin de tercih edilmesi gerektiğini düşünüyoruz.

Atrial fibrilasyon öyküsü olan COVID-19 hastalarında, enfeksiyonun akut fazı normal kan pıhtılaşma durumunu bozarak kanama riskini artırabilir; bu nedenle klinisyenler, trombozu önlerken kanama olaylarını engellemek için antikoagülanların dozunu dikkatlice ayarlamalı ve artılarıyla eksileri dikkatlice değerlendirmelidir. Antiviral ilaçlar, kardiyovasküler rahatsızlıklar için yaygın olarak kullanılan ilaçlarla birlikte uygulandığında, çok dikkatli olunmalıdır. Hipertansiyon için kullanılan ACE inhibitörleri ve ARB'ler gibi ilaçlar COVID-19 tedavileriyle etkileşime girebilir. Stabil kardiyak fonksiyonu korumak için ilaç türü ve dozu yakından izlenmeli ve zamanında ayarlamalıdır. Farmakolojik olmayan önlemler de aynı derecede önemlidir (25).

COVID-19'da inflamatuvar yanıtın ve sitokin fırtınasının zararlı etkileri göz önüne alındığında, çeşitli tedavi stratejileri araştırılmaktadır. Kortikosteroidler (örneğin, deksametazon) gibi ilaçlar, inflamatuvar yanıtı baskılayarak şiddetli COVID-19 vakalarında mortaliteyi azaltmıştır. Fırtınada yer alan spesifik sitokinleri hedeflemek, örneğin IL-6 inhibitörleri (örneğin, tokilizumab), hiperinflamatuvar yanıtı hafifletmek ve hasta sonuçlarını iyileştirmek için araştırılmaktadır. Ek olarak, aşılar bağışıklık yanıtını düzenlemeye yardımcı olabilir ve gelecekteki enfeksiyonlarda şiddetli inflamasyon ve sitokin fırtınası riskini potansiyel olarak azaltabilir (27). COVID-19 nedeniyle yoğun bakıma yatırılan hastalarda en önemli bir büyük risk ise tüm antibiyotiklere dirençli mikroorganizmalarla enfekte olma riskidir. Bundan dolayı birçok hastanın olumsuzluklar yaşamasının olası olduğu unutulmamalıdır. Özellikle nefrit, sistit, pnömoni ve sepsis olgularına dikkat edilmelidir.

Pandemi etkisini yitirmiş ise de COVID-19 artık mevsimsel bir solunum yolu hastalığı vasfını kazanmıştır. Etkeni olan SARS-CoV-2 virüsü, önemli evrimsel değişikliklere uğramış olup, ortaya çıkan varyantlar, farklı bulaşma modelleri ve aşılarla ve antiviral tedavilere değişken yanıtlar göstermektedir (28,29). COVID-19 aşısı, Omicron öncesi dönemde uzun süreli COVID'i önlediği gibi Omicron sonrası dönemde de riski yarıdan fazla azaltmıştır. Nüfusun büyük çoğunluğunun artık hem aşılanmış hem de enfekte olmuş olması nedeniyle, tekrarlanan takviye dozlarının uzun süreli COVID'e karşı ek bir fayda sağlamayabileceği gözlemlenmiştir (30). Bundan dolayı, COVID-19 aşısı, herkese rutin olarak önerilen bir aşı olmaktan büyük ölçüde çıkmıştır. Ancak, grip aşısında olduğu gibi, risk grubunda olanlarda uygulanması hekim tarafından değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak COVID-19'un tromboza eğilim oluşturarak kardiyovasküler komplikasyonların gelişmesine yol açması muhtemel olduğundan trombofilik bir risk faktörü olarak değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması önerilmelidir.

Kaynaklar

1. Philip B, Mukherjee P, Khare Y, Ramesh P, Zaidi S, Sabry H, et al. COVID-19 and its long-term impact on the cardiovascular system. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2023;21(3):211-218. doi: 10.1080/14779072.2023.2184800. Epub 2023 Mar 6. PMID: 36856339. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36856339/>
2. Oikonomou E, Souvaliotis N, Lampsas S, Siasos G, Poulakou G, Theofilis P, et al. Endothelial dysfunction in acute and long standing COVID-19: A prospective cohort study. *Vascul Pharmacol.* 2022 Jun;144:106975. doi: 10.1016/j.vph.2022.106975. Epub 2022 Mar 3. PMID: 35248780; PMCID: PMC8893931. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35248780>
3. Tsioufis C, Dimitriadis K, Tousoulis D. The interplay of hypertension, ACE-2 and SARS-CoV-2: Emerging data as the "Ariadne's thread" for the "labyrinth" of COVID-19. *Hellenic J Cardiol.* 2020;61(1):31-33. doi: 10.1016/j.hjc.2020.05.003. Epub 2020 May 22. PMID: 32450334; PMCID: PMC7242952. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32450334/>
4. García de Guadiana-Romualdo L, Calvo Nieves MD, Rodríguez Mulero MD, Calcerrada Alises I, Hernández Olivo M, Trapiello Fernández W, et al. MR-proADM as marker of endotheliitis predicts COVID-19 severity. *Eur J Clin Invest.* 2021 May;51(5):e13511. doi: 10.1111/eci.13511. Epub 2021 Feb 20. PMID: 33569769; PMCID: PMC7995076. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33569769/>
5. Perez-Bermejo JA, Kang S, Rockwood SJ, Simoneau CR, Joy DA, Silva AC, et al. SARS-CoV-2 infection of human iPSC-derived cardiac cells reflects cytopathic features in hearts of patients with COVID-19. *Sci Transl Med.* 2021 Apr 21;13(590):eabf7872. doi: 10.1126/scitranslmed.abf7872. Epub 2021 Mar 15. PMID: 33723017; PMCID: PMC8128284. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33723017/>
6. González-Acedo A, Manzano-Moreno FJ, García-Recio E, Ruiz C, Luna-Bertos E, Costela-Ruiz VJ. Assessment of Supplementation with Different Biomolecules in the Prevention and Treatment of COVID-19. *Nutrients.* 2024;16(18):3070. doi: 10.3390/nu16183070. PMID: 39339670; PMCID: PMC11434975. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39339670/>
7. Idris Fadul AA, Osman Mohamed AA, Mohammed Ahmed AAS, Elmobark S, Merghani Hammour AS, Elgaleel Khir Elsiad NMN, et al. Post-coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Cardiovascular Manifestations: A Systematic Review of Long-Term Risks and Outcomes. *Cureus.* 2025;17(4):e83083. doi: 10.7759/cureus.83083. PMID: 40438846; PMCID: PMC12116821. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40438846/>
8. Miyazawa K, Sakamoto T, Sakamoto D, Kanda T, Takano T. Impact of Compound Disasters on Surgical Interventions for Infective Endocarditis: Insights from COVID-19 and the 2024 Noto Earthquake. *COVID.* 2026; 6(4):64. <https://doi.org/10.3390/covid6040064>
9. Pepera G, Tribali MS, Batalik L, Petrov I, Papathanasiou J. Epidemiology, risk factors and prognosis of cardiovascular disease in the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic era: a systematic review. *Rev Cardiovasc Med.* 2022;23(1):28. doi: 10.31083/j.rcm2301028. PMID: 35092220. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35092220/>
10. Hatmi, Z.N.; Mahboobian, F. Long-term effects of COVID-19 on cardiovascular system and the risk markers: A systematic re-view. *SN Compr. Clin. Med.* 2025, 7, 44.
11. Siripanthong B, Nazarian S, Muser D, Deo R, Santangeli P, Khanji MY, Cooper LT Jr, Chahal CAA. Recognizing COVID-19-related myocarditis: The possible pathophysiology and proposed guideline for diagnosis and management. *Heart Rhythm.* 2020 Sep;17(9):1463-1471. doi: 10.1016/j.hrthm.2020.05.001. Epub 2020 May 5. PMID: 32387246; PMCID: PMC7199677.

12. Abou-Ismaïl MY, Diamond A, Kapoor S, Arafah Y, Nayak L. The hypercoagulable state in COVID-19: Incidence, pathophysiology, and management. *Thromb Res.* 2020 Oct;194:101-115. doi: 10.1016/j.thromres.2020.06.029. Epub 2020 Jun 20. Erratum in: *Thromb Res.* 2021 Aug;204:146. doi: 10.1016/j.thromres.2020.11.012. PMID: 32788101; PMCID: PMC7305763.
13. Basu-Ray I, Almaddah NK, Vaqar S, Soos MP. Cardiac Manifestations of Coronavirus (COVID-19). 2024 Feb 12. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan–. PMID: 32310612.
14. Mukkawar RV, Reddy H, Rathod N, Kumar S, Acharya S. The Long-Term Cardiovascular Impact of COVID-19: Pathophysiology, Clinical Manifestations, and Management. *Cureus.* 2024;16(8):e66554. doi: 10.7759/cureus.66554. PMID: 39258051; PMCID: PMC11384648. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11384648/>
15. Cohen FS. How Viruses Invade Cells. *Biophys J.* 2016 Mar 8;110(5):1028-32. doi: 10.1016/j.bpj.2016.02.006. PMID: 26958878; PMCID:
16. Aristizábal B, González Á. Bogota, Colombia: El Rosario University Press; 2013. Innate immune system.
17. Montazersaheb S, Hosseiniyan Khatibi SM, Hejazi MS, Tarhriz V, Farjami A, Ghasemian Sorbeni F, Farahzadi R, Ghasemnejad T. COVID-19 infection: an overview on cytokine storm and related interventions. *Virol J.* 2022 May 26;19(1):92. doi: 10.1186/s12985-022-01814-1. PMID: 35619180; PMCID: PMC9134144.
18. Savla SR, Prabhavalkar KS, Bhatt LK. Cytokine storm associated coagulation complications in COVID-19 patients: Pathogenesis and Management. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2021;19(11):1397-1413. doi: 10.1080/14787210.2021.1915129. Epub 2021 Apr 19. PMID: 33832398; PMCID: PMC8074652.
19. Ambrosino P, Bachetti T, D'Anna SE, Galloway B, Bianco A, D'Agnano V, Papa A, Motta A, Perrotta F, Maniscalco M. Mechanisms and Clinical Implications of Endothelial Dysfunction in Arterial Hypertension. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2022 Apr 27;9(5):136. doi: 10.3390/jcdd9050136. PMID: 35621847; PMCID: PMC9146906.
20. Kushner A, West WP, Khan Suheb MZ, Pillarisetty LS. Virchow Triad. 2024 Jun 7. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan–. PMID: 30969519.
21. Ma L, Willey J. The interplay between inflammation and thrombosis in COVID-19: Mechanisms, therapeutic strategies, and challenges. *Thromb Update.* 2022 Aug;8:100117. doi: 10.1016/j.tru.2022.100117. Epub 2022 Jul 9. PMID: 38620713; PMCID: PMC9270234.
22. McMaster MW, Dey S, Fishkin T, Wang A, Frishman WH, Aronow WS. The Impact of Long COVID-19 on the Cardiovascular System. *Cardiol Rev.* 2026;34(1):11-18. doi: 10.1097/CRD.0000000000000654. Epub 2024 Jan 29. PMID: 38285646. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38285646/>
23. Matsushita K, Marchandot B, Jesel L, Ohlmann P, Morel O. Impact of COVID-19 on the Cardiovascular System: A Review. *J Clin Med.* 2020;9(5):1407. doi: 10.3390/jcm9051407. PMID: 32397558; PMCID: PMC7291320. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7291320/>
24. Sandoval Y, Januzzi JL Jr, Jaffe AS. Cardiac Troponin for Assessment of Myocardial Injury in COVID-19: JACC Review Topic of the Week. *J Am Coll Cardiol.* 2020 Sep 8;76(10):1244-1258. doi: 10.1016/j.jacc.2020.06.068. Epub 2020 Jul 8. PMID: 32652195; PMCID: PMC7833921.

25. Zhang T, Li Z, Mei Q, Walline JH, Zhang Z, Liu Y, et al. Cardiovascular outcomes in long COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2025;12:1450470. doi: 10.3389/fcvm.2025.1450470. PMID: 39944605; PMCID: PMC11814196. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11814196/>
26. Caliman-Sturdza OA, Gheorghita RE, Soldanescu I, Dimian M, Mangul S. Vitamin D in Infectious Diseases: A Narrative Review Focusing on COVID-19, Long COVID, and Influenza. *Nutrients.* 2026 Feb 14;18(4):634. doi: 10.3390/nu18040634. PMID: 41754151; PMCID: PMC12943368. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41754151/>
27. Noreen S, Maqbool I, Madni A. Dexamethasone: Therapeutic potential, risks, and future projection during COVID-19 pandemic. *Eur J Pharmacol.* 2021;894:173854. doi: 10.1016/j.ejphar.2021.173854. Epub 2021 Jan 8. PMID: 33428898; PMCID: PMC7836247.
28. Parizad R, Hatwal J, Brar A, Batta A, Taban Sadeghi M, Mohan B. Long-term cardiovascular sequelae of COVID-19 in patients with pre-existing heart failure: a systematic review. *Explor Cardiol.* 2026;4:101284. <https://doi.org/10.37349/ec.2026.101284>
29. Zhang X, Yuan H, Yang Z, Hu X, Mahmmod YS, Zhu X, et al. SARS-CoV-2: An Updated Review Highlighting Its Evolution and Treatments. *Vaccines (Basel).* 2022 Dec 14;10(12):2145. doi: 10.3390/vaccines10122145. PMID: 36560555; PMCID: PMC9780920. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36560555/>
30. Carazo S, Phimmasone J, Skowronski DM, Giguère K, Ouakki M, Talbot D, et al. Effectiveness of COVID-19 Vaccination and Prior Infections to Reduce Long COVID Risk During the Pre-Omicron and Omicron Periods. *Clin Infect Dis.* 2026;82(3):e436-e445. doi: 10.1093/cid/ciaf549. PMID: 41021660; PMCID: PMC13016730. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41021660/>

BAŞ VE BOYUN KANSERİ NEDENİYLE RADYOTERAPİ ALMIŞ HASTALARDAKİ YUMUŞAK DOKULARIN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLEME İLE MORFOMETRİK ANALİZİ

1Emine Azra ATA, 1Hatice GÜLER, 2Mete GÜNDOĞ, 3Halil YILMAZ, 1Hande Nur TAŞDEMİR BATIR, 4Serap DOĞAN

¹Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Departmanı, Anatomi Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye, e-posta: azraemineata@gmail, ORCID ID: 0009-0009-0474-5628

¹Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Departmanı, Anatomi Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye, e-posta: hsusar@erciyes.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9364-5948

²Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi Kliniği, Kayseri, Türkiye, e-posta: mgundog@erciyes.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9195-2442

³Ordu Üniversitesi Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Departmanı, Anatomi Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye, e-posta: halilyilmaz@odu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8234-4901

¹Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Departmanı, Anatomi Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye, e-posta: handenur.tsdmr@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2828-9104

⁴Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye, e-posta: serapdogan@erciyes.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6331-2245

Özet

Radyoterapi, baş ve boyun kanserlerinde hem küratif hem palyatif tedavide temel bir yöntemdir; ancak tümör hücrelerini hedeflerken çevre dokularda da yapısal ve fonksiyonel değişikliklere yol açabilir. Bu durum kas atrofisi ve fibrozisi, postür bozuklukları, eklem hareket kısıtlılığı ve ağız kuruluğu gibi komplikasyonlara neden olabilir. Bu çalışma, radyoterapinin kas morfolojisi üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışma, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz, Radyasyon Onkolojisi ve Radyoloji polikliniklerine başvuran ve baş-boyun bölgesinde malignite tanısı konularak radyoterapi tedavisine yönlendirilen toplam 69 hasta üzerinde gerçekleştirildi. Çalışmaya dahil edilen bireyler 18–75 yaş aralığında olup, retrospektif olarak hastaların radyoterapi öncesi ve sonrası elde edilen baş-boyun BT görüntüleri, Erciyes Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı arşivinden dijital ortamdan temin edildi. Çalışmada kullanılan baş-boyun BT görüntüleri 3D Slicer 5.8.1 programına aktararak kas ölçümleri yapıldı. Veriler cinsiyete göre incelendiğinde, kas dokusundaki değişimlerin farklı seyrettiği görüldü. Erkeklerde genelleşmiş bir kas atrofisine işaret eden, ölçtüğümüz kraniyofasiyal ve servikal kaslarda anlamlı ve yaygın bir kas hacim kaybı saptandı ($p \leq 0,002$). Kadınlarda ise değişimlerin daha bölgesel olduğu, bazı kas hacimlerinde anlamlı küçülme görülürken bazı kas hacimlerinde anlamlı bir küçülmenin olmadığı saptandı. Yine kadınlarda servikal bölge toplam kas hacminin daha korunaklı kaldığı tespit edildi. Veriler cinsiyete göre incelendiğinde, kas dokusundaki değişimlerin kadın ve erkek hastalarda farklılıklar sergilediği görüldü. Bu sonuçlar, radyoterapiye bağlı kas kaybının erkeklerde daha yaygın, kadınlarda ise daha seçici bir dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Radyoterapi, BT(Bilgisayarlı tomografi), Atrofi , Kas, Kanser

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF SOFT TISSUES IN PATIENTS RECEIVING RADIOTHERAPY DUE TO HEAD AND NECK CANCER USING COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGING

¹Emine Azra ATA, ¹Hatice GÜLER, ²Mete GÜNDOĞ, ³Halil YILMAZ, ¹Hande Nur 1TAŞDEMİR BATIR, ⁴Serap DOĞAN

¹Erciyes University Faculty of Medicine, Basic Medical Sciences, Department of Anatomy, Kayseri, Türkiye, e-mail: azraemineata@gmail, ORCID ID: 0009-0009-0474-5628

¹Erciyes University Faculty of Medicine, Basic Medical Sciences, Department of Anatomy, Kayseri, Türkiye, e-mail: hsusar@erciyes.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9364-5948

²Erciyes University Faculty of Medicine, Radiation Oncology Clinic, Kayseri, Türkiye, e-mail: mgundog@erciyes.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9195-2442

³Ordu University, Basic Medical Sciences, Department of Anatomy, Ordu, Türkiye, e-mail: halilyilmaz@odu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8234-4901

¹Erciyes University Faculty of Medicine, Basic Medical Sciences, Department of Anatomy, Kayseri, Türkiye, e-mail: handenur.tsdmr@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2828-9104

⁴Erciyes University Faculty of Medicine, Department of Radiology, Kayseri, Türkiye, e-mail: serapdogan@erciyes.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6331-2245

Abstract

Radiotherapy is a fundamental treatment modality in both curative and palliative management of head and neck cancers; however, while targeting tumor cells, it may also lead to structural and functional changes in surrounding tissues. This condition may cause complications such as muscle atrophy and fibrosis, postural disorders, limited joint mobility, and xerostomia. This study aims to demonstrate the effects of radiotherapy on muscle morphology. This study was conducted on a total of 69 patients who applied to the Ear, Nose and Throat, Radiation Oncology, and Radiology outpatient clinics of Erciyes University Faculty of Medicine Hospital and were referred for radiotherapy due to a diagnosis of head and neck malignancy. Individuals included in the study were between 18–75 years of age. Retrospectively, pre- and post-radiotherapy head and neck CT images of the patients were obtained digitally from the archive of the Department of Radiology, Erciyes University. The CT images were transferred to the 3D Slicer 5.8.1 software, and muscle measurements were performed. When the data were analyzed according to gender, muscle changes were observed to follow different patterns. In males, a widespread and significant loss of muscle volume was detected in the measured craniofacial and cervical muscles, indicating generalized muscle atrophy ($p \leq 0.002$). In females, the changes were more regional; while significant reductions in muscle volume were observed in some muscle groups, no significant decrease was found in others. Additionally, in females, the total cervical muscle volume was found to be relatively preserved. When evaluated according to gender, muscle tissue changes were found to differ between male and female patients. These findings indicate that radiotherapy-related muscle loss shows a more generalized pattern in males, whereas it follows a more selective distribution in females.

Keywords: Radiotherapy, CT (Computed Tomography), Atrophy, Muscle, Cancer

OPTİMAL SAĞLIK İÇİN BESLENME VE YAŞAM TARZI STRATEJİLERİ**Adem İmalı¹****ORCID: 0000-0002-3001-3748****Mustafa Satouf²****ORCID: 0000-0002-8349-4899****^{1,2} Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Kilis, Türkiye****Özet**

Optimal sağlık, yalnızca hastalıkların yokluğu değil; fiziksel, zihinsel ve sosyal iyilik halinin bütüncül bir dengesi olarak tanımlanmaktadır. Bu derleme, beslenme ve yaşam tarzı stratejilerinin optimal sağlığın desteklenmesi ve kronik hastalıkların önlenmesindeki rolüne ilişkin güncel bilimsel kanıtları sentezlemeyi amaçlamaktadır. Güncel literatür, tam tahıllar, meyve ve sebzeler, yüksek kaliteli protein kaynakları ve doymamış yağlardan zengin dengeli beslenmenin kardiyometabolik sağlık üzerinde koruyucu etkilerini ortaya koymaktadır. Özellikle Akdeniz tipi beslenme modeli, kardiyovasküler hastalıklar, metabolik bozukluklar ve genel mortalite riskinde azalma ile güçlü biçimde ilişkilendirilmiştir. Beslenmenin yanı sıra düzenli fiziksel aktivite, yeterli uyku, etkili stres yönetimi ve sigara ile aşırı alkol tüketiminden kaçınma gibi yaşam tarzı faktörleri de optimal sağlığın temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. Ayrıca fonksiyonel gıdalar, bağırsak mikrobiyotasının modülasyonu ve besin öğelerinin biyoyararlanımının artırılması gibi yeni yaklaşımların metabolik ve immün sağlık üzerindeki etkileri giderek daha fazla önem kazanmaktadır

Anahtar Kelimeler: Optimal sağlık, beslenme, yaşam tarzı, fiziksel aktivite, kronik hastalıklar.

NUTRITION AND LIFESTYLE STRATEGIES FOR OPTIMAL HEALTH**Abstract**

Optimal health is defined not merely as the absence of disease but as a holistic state of physical, mental, and social well-being. This review aims to synthesize current scientific evidence on the role of nutrition and lifestyle strategies in promoting optimal health and preventing chronic diseases. Contemporary literature highlights that a balanced and diverse diet rich in whole grains, fruits and vegetables, high-quality protein sources, and unsaturated fats exerts protective effects on cardiometabolic health. In particular, the Mediterranean dietary pattern has been strongly associated with reduced risks of cardiovascular diseases, metabolic disorders, and all-cause mortality. In addition to nutrition, key lifestyle factors such as regular physical activity, adequate sleep, effective stress management, and avoidance of harmful behaviors including smoking and excessive alcohol consumption are critical determinants of health. Furthermore, emerging evidence emphasizes the role of functional foods, modulation of the gut microbiota, and improved bioavailability of nutrients in supporting metabolic and immune health.

Keywords: Optimal health, nutrition, lifestyle, physical activity, chronic diseases.

1.GİRİŞ

Sağlıklı beslenme, bireylerin yaşam kalitesini artıran; birey ve toplumların hastalık yükünü azaltan temel belirleyicilerden biri olarak kabul edilmektedir. Günümüzde küresel ölçekte artış gösteren obezite, kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve bazı kanser türleri gibi bulaşıcı olmayan hastalıkların önemli bir kısmı, doğrudan beslenme alışkanlıkları ve yaşam tarzı ile ilişkilidir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, sağlıksız beslenme ve fiziksel hareketsizlik, küresel mortalitenin önde gelen risk faktörleri arasında yer almakta ve her yıl milyonlarca ölüme sebep olmaktadır (WHO, 2023). Beslenme, kronik hastalıkların hem gelişiminde hem de önlenmesinde temel belirleyicilerden biridir. Güncel bilimsel kanıtlar, tam tahıllar, meyve ve sebzeler, baklagiller, kuruyemişler, yüksek kaliteli protein kaynakları ve doymamış yağlardan zengin diyetlerin kardiyometabolik sağlık üzerinde koruyucu etkiler sağladığını göstermektedir (Willett ve ark.,2019). Bu beslenme modelleri arasında özellikle Akdeniz tipi beslenme, kardiyovasküler hastalıklar, metabolik sendrom ve genel mortalite riskinde azalma ile güçlü bir şekilde ilişkilendirilmiştir (Sofi ve ark., 2014).

Beslenme biliminde son yıllarda öne çıkan yaklaşımlar, yalnızca tekil besin öğelerine değil, genel diyet kalıplarına odaklanmaktadır. Bu bağlamda, sebze, meyve, tam tahıllar, baklagiller ve sağlıklı yağlardan zengin olan bitki temelli beslenme modellerinin; inflamasyonu azaltıcı, metabolik sağlığı iyileştirici ve kronik hastalık riskini düşürücü etkileri olduğu gösterilmiştir. EAT-Lancet Komisyonu tarafından yürütülen çalışmalar, özellikle işlenmiş gıdaların ve rafine şekerlerin sınırlandırılmasının sağlık üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır (Willett ve ark.,2019). Beslenmenin yanı sıra düzenli fiziksel aktivite, yeterli ve kaliteli uyku, stres yönetimi ve sigara ile aşırı alkol tüketiminden kaçınma gibi yaşam tarzı faktörleri de uzun dönem sağlık sonuçlarının belirlenmesinde kritik rol oynamaktadır (Harvard.,2023).

Ayrıca bağırsak mikrobiyotasının düzenlenmesi ve fonksiyonel gıdaların kullanımı gibi yeni yaklaşımlar, metabolik ve immün sistem üzerindeki etkileri nedeniyle giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Valdes ve ark. 2018). Ayrıca, yüksek kaliteli epidemiyolojik çalışmalar ve meta-analizler, diyet kalitesi ile mortalite ve morbidite arasındaki güçlü ilişkiyi ortaya koymaktadır. JAMA Network Open bünyesinde yayımlanan geniş ölçekli kohort çalışmalarında, sağlıklı diyet skorları yüksek olan bireylerde tüm nedenlere bağlı ölüm riskinin anlamlı derecede daha düşük olduğu bildirilmiştir (Shan ve ark., 2023). Bu bulgular, sağlıklı beslenmenin yalnızca hastalıkların önlenmesinde değil, aynı zamanda sağlıklı yaşlanmanın desteklenmesinde de kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

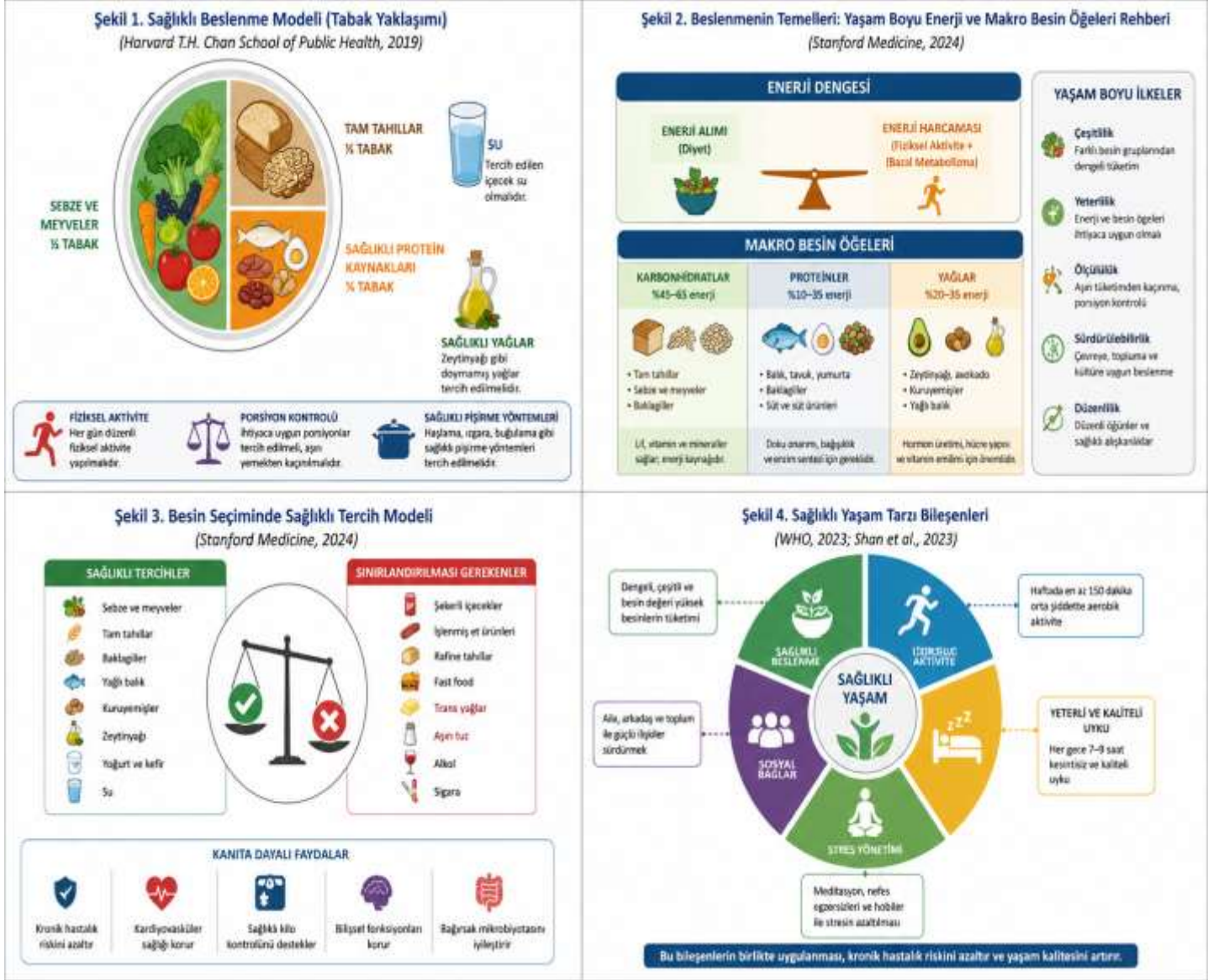
Bununla birlikte, beslenme davranışları yalnızca bireysel tercihlerle sınırlı olmayıp; sosyoekonomik durum, kültürel alışkanlıklar, gıda erişilebilirliği ve eğitim düzeyi gibi çok boyutlu faktörlerden etkilenmektedir. Bu nedenle, sağlıklı beslenme yaklaşımlarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, bireysel müdahalelerin yanı sıra toplum düzeyinde politikalar ve eğitim programlarını da içermelidir (FAO ve WHO, 2023).

Bu çalışmanın amacı, güncel ve güvenilir bilimsel kanıtlar ışığında sağlıklı beslenmenin temel ilkelerini ortaya koymak, besin gruplarına ilişkin önerileri sistematik biçimde sunmak ve sağlıklı yaşam biçimi alışkanlıklarının önemini bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmektir.

2. SAĞLIKLI BESLENMENİN TEMEL İLKELERİ

Sağlıklı beslenme, bireyin yaşına, cinsiyetine, fiziksel aktivite düzeyine ve fizyolojik durumuna uygun olarak yeterli ve dengeli besin öğelerinin alınmasını ifade eder. Güncel bilimsel kanıtlar, optimal sağlık durumunun sürdürülebilmesi için yalnızca enerji dengesinin değil, aynı zamanda diyet kalitesinin de kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Dünya Sağlık Örgütü sağlıklı beslenmeyi; çeşitli, dengeli ve besin değeri yüksek gıdaların tüketilmesi ile serbest şeker, tuz ve doymuş yağ alımının sınırlandırılması şeklinde tanımlamaktadır (WHO, 2023).

Sağlıklı beslenme; çeşitlilik, denge ve ölçülülük ilkeleri üzerine inşa edilmektedir. Akdeniz diyeti, yıllardır bu kriterleri en iyi karşılayan beslenme modeli olarak öne çıkmaktadır. 2025 yılında Nutrients dergisinde yayımlanan sistematik bir derleme, Akdeniz diyetine uyumun kronik hastalıkları önleme ve yaşam kalitesini artırmadaki önemli rolünü bir kez daha doğrulamıştır (Godos ve ark., 2025)



Şekil.1 Sağlıklı beslenme modeli (tabak yaklaşımı)

2.1. Diyet Çeşitliliği

Beslenmede çeşitlilik, farklı besin gruplarından yeterli miktarda tüketimi ifade eder. Tek tip beslenme, belirli mikro ve makro besin öğelerinin eksikliğine yol açabilmektedir. Bu nedenle sebzeler, meyveler, tam tahıllar, süt ve süt ürünleri, protein kaynakları (baklagiller, et, balık, yumurta) ve sağlıklı yağların dengeli dağılımı önerilmektedir. Harvard T.H. Chan Halk Sağlığı Okulu tarafından geliştirilen Sağlıklı Tabak Modeli, tabağın yarısının sebze ve meyvelerden oluşmasını önermektedir (Willett ve ark., 2019).

2.2. Bitki Temelli Beslenme

Son yıllarda yapılan çalışmalar, bitki temelli beslenme modellerinin sağlık üzerindeki olumlu etkilerini güçlü biçimde desteklemektedir. Bu beslenme modeli; lif, vitamin, mineral ve fitokimyasallar açısından zengin olup, inflamasyonu azaltıcı ve kardiyometabolik hastalık riskini düşürücü etkilere sahiptir. Özellikle tam tahıllar, baklagiller ve kuruyemişlerin düzenli tüketimi ile kırmızı ve işlenmiş et tüketiminin sınırlandırılması önerilmektedir (Satija ve ark.,2017).

2.3. İşlenmiş Gıdalar

Ultra işlenmiş gıdalar; yüksek miktarda rafine şeker, tuz, doymuş yağ ve katkı maddeleri içermeleri nedeniyle sağlık açısından risk oluşturmaktadır. Bu tür gıdaların aşırı tüketimi obezite, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkilendirilmiştir. JAMA Network Open kapsamında yayımlanan çalışmalar, yüksek ultra işlenmiş gıda tüketimi ile artmış mortalite riski arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir (Shan ve ark.,2023). Ayrıca (Hall ve ark.,2019) randomize kontrollü deneysel çalışması, ultra işlenmiş diyetlerin aşırı kalori alımına ve kilo artışına neden olduğunu deneysel olarak doğrulamıştır.

2.4. Sağlıklı Yağlar

Diyet yağlarının kalitesi, toplam yağ miktarından daha önemli kabul edilmektedir. Doymuş ve trans yağların yerine tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinin tercih edilmesi önerilmektedir. Zeytinyağı, avokado, yağlı tohumlar ve balık, sağlıklı yağ kaynakları arasında yer almaktadır. Bu tür yağların tüketimi, özellikle kardiyovasküler hastalık riskinin azaltılması ile ilişkilidir (Estruch ve ark.,2018).

2.5. Tuz ve Su Tüketimi

Aşırı sodyum alımı, hipertansiyon ve buna bağlı kardiyovasküler hastalıklar için önemli bir risk faktörüdür. Dünya Sağlık Örgütü günlük tuz tüketiminin 5 gramın altında tutulmasını önermektedir (WHO, 2023). İşlenmiş gıdaların azaltılması ve yemeklerde tuz kullanımının sınırlandırılması bu hedefe ulaşmada kritik rol oynamaktadır. Su, metabolik süreçlerin düzenlenmesi ve homeostazın sağlanması için vazgeçilmezdir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), yetişkin kadınlar için günlük 2,0 litre, erkekler için ise 2,5 litre toplam su alımını önerirken; National Academy of Medicine bu değerleri sırasıyla 2,7 litre ve 3,7 litre olarak belirtmektedir (EFSA, 2010; National Academy of Medicine, 2005).

Şekerli içeceklerin yerine su tüketiminin artırılması, hem obezite hem de metabolik bozukluklar açısından koruyucu bir etki göstermektedir. Düzenli öğün saatleri, kan şekerinin dengede tutulması ve metabolizmanın sağlıklı işleyişi açısından da kritik öneme sahiptir.

Tablo 1. Sağlıklı Beslenmenin İlkeleri (EFSA,2010;Willett ve ark.,2019;WHO,2023; Godos ve ark., 2025)

İlke	Açıklama	Önerilen Uygulamalar	Sağlık Üzerine Etkisi
Diyet çeşitliliği	Farklı besin gruplarından tüketim	Günlük sebze, meyve, tahıl, protein ve süt ürünleri alımı	Mikrobesin eksikliklerini önler
Bitki temelli beslenme	Bitkisel kaynaklı gıdaların ağırlıklı olması	Tam tahıllar, baklagiller, kuruyemişler	Kronik hastalık riskini azaltır
İşlenmiş gıdaların azaltılması	Ultra işlenmiş ürünlerden kaçınma	Paketli ve hazır gıdaların sınırlandırılması	Obezite ve diyabet riskini düşürür
Sağlıklı yağ seçimi	Doymamış yağların tercih edilmesi	Zeytinyağı, balık, avokado tüketimi	Kardiyovasküler sağlığı destekler
Tuz kısıtlaması	Sodyum alımının azaltılması	Günlük <5 g tuz tüketimi	Hipertansiyonu önler
Yeterli su tüketimi	Günlük sıvı ihtiyacının karşılanması	Su tüketiminin artırılması	Metabolizmayı destekler

3. TÜKETİLMESİ ÖNERİLEN VE SINIRLANDIRILMASI GEREKEN BESİNLER

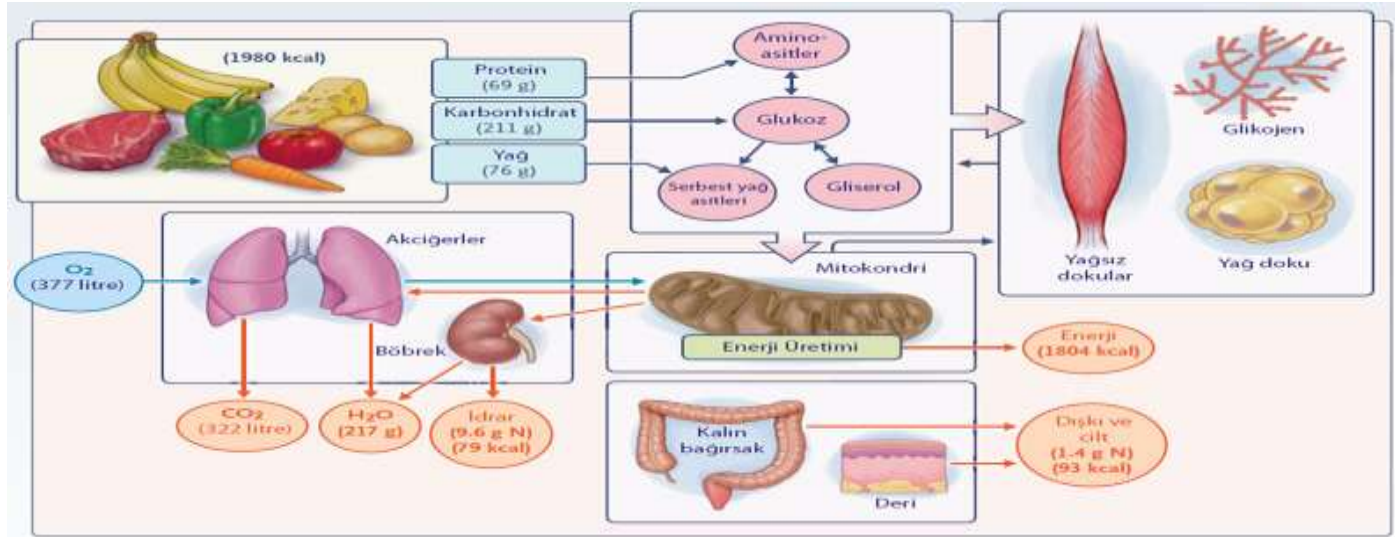
Güncel bilimsel kanıtlar, besin seçimlerinin metabolik sağlık ve kronik hastalık riski üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Hall ve arkadaşları tarafından yürütülen randomize kontrollü çalışma, ultra işlenmiş diyetlerin işlenmemiş diyetlere kıyasla günlük 500 kcal daha fazla kalori alımına yol açtığını ortaya koymuştur (Hall ve ark.,2019). Ayrıca ultra işlenmiş gıdaların yüksek düzeyde tüketilmesinin kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve bazı kanser türleri açısından bağımsız bir risk faktörü olduğu bildirilmektedir (Shan ve ark.,2023). Bu bağlamda, sağlıklı beslenme yaklaşımı yalnızca belirli besinlerin tüketimini değil, aynı zamanda zararlı etkileri kanıtlanmış gıdaların sınırlandırılmasını da içermektedir.

Tablo 2. Besin Gruplarına Göre Tüketim Önerileri (Hall ve ark.,2019; WHO, 2023; Shan ve ark.,2023)

Besin Grubu	Önerilen Tüketim	Sınırlandırılması Gereken	Sağlık Etkisi
Tahıllar	Tam tahıllar (yulaf, kepekli buğday)	Rafine tahıllar	Lif alımını artırır, glisemik kontrol sağlar
Protein kaynakları	Baklagiller, balık, beyaz et	İşlenmiş etler	Kardiyovasküler risk azalır
Yağlar	Zeytinyağı, kuruyemişler	Trans ve doymuş yağlar	Kalp sağlığını korur
İçecekler	Su, şekerli içecekler	Şekerli içecekler	Obezite ve diyabet riskini azaltır
Atıştırılabilirler	Doğal ve işlenmemiş gıdalar	Ultra-işlenmiş ürünler	Metabolik sağlığı iyileştirir

Tablo 3. Tüketilmesi Önerilen ve Sınırlandırılması Gereken Besinler (WHO 2023; Godos ve ark., 2025)

✓ Tüketilmesi Önerilen Besinler	✗ Sınırlandırılması Gereken Besinler
Sebze ve meyveler (günde 5+ porsiyon)	Şeker ilaveli içecekler ve tatlılar
Tam tahıllar (bulgur, yulaf, çavdar)	İşlenmiş ve rafine karbonhidratlar
Baklagiller (mercimek, nohut, fasulye)	Fast food ve hazır yiyecekler
Yağlı balık (somon, hamsi, uskumru)	İşlenmiş et ürünleri (salam, sosis)
Zeytinyağı ve kuruyemişler	Trans yağlar ve margarin
Fermente ürünler (yoğurt, kefir)	Aşırı tuz (günde 5 g'ın üstü)
Bitki çayları ve bol su	Alkol ve sigara


Şekil 2. Besin Seçiminde Sağlıklı Tercih Modeli (Kalyoncu Atasoy ve ark., 2021; Heymsfield ve Shapses.,2024)

Tablo 4. Günlük Besin Grupları ve Porsiyon Önerileri (Willett ve ark., 2019; WHO, 2023)

Besin Grubu	Günlük Porsiyon	Örnekler	Temel Faydası
Sebze & Meyve	5-9 porsiyon	Ispanak, domates, elma, portakal	Vitamin, mineral, antioksidan
Tam Tahıllar	3-5 porsiyon	Bulgur, yulaf, tam buğday ekmeği	Lif, B vitamini, enerji
Baklagiller	3-4 porsiyon/hafta	Mercimek, nohut, fasulye	Bitkisel protein, lif
Balık	2-3 porsiyon/hafta	Somon, hamsi, sardalya	Omega-3, D vitamini
Sağlıklı Yağlar	2-3 yemek kaşığı	Zeytinyağı, ceviz, badem	Kalp sağlığı, antienflamatuar
Süt Ürünleri	2-3 porsiyon	Yoğurt, kefir, peynir	Kalsiyum, probiyotik
Su	8-10 bardak	Su, bitki çayları	Metabolizma, toksin atılımı

Tablo 5. Sınırlandırılması Gereken Gıdalar ve Alternatifleri (Estruch ve ark., 2018; Hall ve ark., 2019; WHO, 2023)

Sınırlandırılması Gereken	Alternatif	Açıklama
Şekerli içecekler	Su, maden suyu	Fazla şeker alımını önler
Rafine tahıllar	Tam tahıllar	Lif ve besin değeri daha yüksektir
İşlenmiş etler	Baklagiller, balık	Daha sağlıklı protein kaynağı
Trans yağlar	Zeytinyağı	Kalp sağlığını korur
Tuzlu atıştırmalıklar	Doğal kuruyemişler	Sodyum alımını azaltır

4. AKDENİZ DİYETİ

Akdeniz diyeti, günümüze kadar yürütülen geniş ölçekli epidemiyolojik ve klinik çalışmalar sayesinde etkinliği en güçlü şekilde kanıtlanmış beslenme modellerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu diyet modeli; zeytinyağı başta olmak üzere tekli doymamış yağ asitlerinin yüksek oranda kullanımı, sebze ve meyve tüketiminin zenginliği, tam tahıllar ve baklagillerin temel karbonhidrat kaynağı olarak tercih edilmesi ile karakterizedir. Ayrıca haftada en az iki kez balık tüketimi önerilmekte; buna karşılık kırmızı et, doymuş yağlar ve işlenmiş gıdaların tüketimi ise sınırlandırılmaktadır (Estruch ve ark.,2018; Willett ve ark.,2019).

Nutrition & Dietetics dergisinde 2025 yılı başında yayımlanan kapsamlı bir meta-analiz çalışması, beş farklı veri tabanından elde edilen bulguları değerlendirerek Akdeniz diyetine yüksek düzeyde uyumun kardiyovasküler hastalık riskini anlamlı şekilde azalttığını göstermiştir (Godos ve ark.,2025). Ayrıca bu beslenme modelinin bilişsel işlevler üzerinde koruyucu etkiler gösterdiği ve nörodejeneratif hastalık riskini azaltabileceği bildirilmektedir. Kadınlarda Mortalite (Ahmad et al., 2024): 25,000'den fazla kadının takibine dayanan çalışmada, Akdeniz diyetine yüksek uyumun 25 yıl içinde tüm nedenlere bağlı mortalite riskini yaklaşık %23 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Bununla birlikte, Akdeniz diyetinin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki olumlu etkileri de son yıllarda yoğun biçimde araştırılmaktadır. Diyetin lif açısından zengin yapısı ve polifenol içeriği, bağırsak mikrobiyota çeşitliliğini artırarak immün sistemin güçlenmesine katkı sağlamaktadır. Bu mekanizma aynı zamanda inflamasyonun azalması ve ruh sağlığının desteklenmesi ile de ilişkilendirilmektedir (De Filippis ve ark.,2016; Sánchez ve ark.,2022).

Güncel bilimsel literatür, Akdeniz tipi beslenmenin kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve metabolik sendrom gibi kronik hastalıkların görülme riskini azaltmada önemli bir koruyucu etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu beslenme modelinin genel mortaliteyi azalttığı ve yaşam süresi ile yaşam kalitesini artırdığı bildirilmektedir (Sofi ve ark., 2014; Estruch ve ark.,2013)

5. SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ

Beslenme, sağlıklı yaşamın temel bileşenlerinden biri olmakla birlikte tek başına yeterli bir belirleyici değildir. Güncel bilimsel literatür, fiziksel aktivite, uyku düzeni, stres yönetimi ve sosyal ilişkilerin birlikte ele alındığı bütüncül yaşam tarzı modellerinin, yalnızca diyet müdahalelerine kıyasla çok daha güçlü sağlık çıktıları sağladığını göstermektedir (Shan ve ark.,2023).

Düzenli fiziksel aktivite, kardiyometabolik sağlığın korunmasında kritik rol oynamaktadır. Aerobik ve direnç egzersizlerinin insülin duyarlılığını artırdığı, inflamasyonu azalttığı ve kardiyovasküler hastalık riskini düşürdüğü çok sayıda çalışmada gösterilmiştir (Pedersen ve Saltin, 2015). Bununla birlikte, hareketsiz yaşam tarzının obezite ve tip 2 diyabet gelişiminde bağımsız bir risk faktörü olduğu bilinmektedir. Dünya Sağlık Örgütü, yetişkinler için haftada en az 150 dakika orta yoğunluklu ya da 75 dakika yüksek yoğunluklu aerobik fiziksel aktivite önermektedir (WHO, 2020).

Uyku kalitesi de metabolik ve nörolojik sağlık üzerinde belirleyici bir etkidir. Yetersiz veya düzensiz uyku; hormon dengesizlikleri, iştah artışı ve glukoz metabolizmasında bozulma ile ilişkilendirilmiştir. (Watson ve ark.,2015) önerisi doğrultusunda sağlıklı yetişkinlerin her gece düzenli olarak 7-9 saat uyuması önerilmektedir.

Stres yönetimi, özellikle kronik hastalıkların gelişiminde önemli bir biyopsikososyal faktördür. Uzun süreli psikolojik stresin kortizol düzeylerini artırarak bağışıklık sistemi ve kardiyovasküler sistem üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğu bilinmektedir. Meditasyon, mindfulness ve nefes egzersizleri gibi tekniklerin stres düzeylerini azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir (Khoury ve ark.,2015).

Son olarak, sosyal ilişkilerin ve toplumsal bağların güçlü olması, mortalite riskinin azalması ve genel yaşam kalitesinin artması ile ilişkilidir. Sosyal izolasyonun ise depresyon, kardiyovasküler hastalıklar ve erken ölüm riski ile bağlantılı olduğu çok sayıda epidemiyolojik çalışmada gösterilmiştir (Holt-Lunstad ve ark., 2015).

Genel olarak değerlendirildiğinde, sağlıklı yaşam biçimi; beslenme, fiziksel aktivite, uyku düzeni, stres kontrolü ve sosyal etkileşimlerin bir bütün olarak ele alındığı çok boyutlu bir yapı olarak tanımlanmalıdır.

Tablo 6. Kanıta Dayalı Sağlıklı Yaşam Alışkanlıkları

Alışkanlık	Öneri	Bilimsel Dayanak
Egzersiz	Haftada ≥ 150 dk. orta yoğunluklu aerobik aktivite	(Süt Kurt ve Çetintaş., 2024)
Uyku	Her gece 7-9 saat kaliteli uyku	(AASM., 2015)
Stres Yönetimi	Meditasyon, nefes egzersizleri, sosyal destek	(Geylani., 2024)
Su Tüketimi	Günde 8-10 bardak (yaklaşık 2-2,5 L)	(Popkin, ve ark., 2010)
Güneş & D Vitamini	Günde 15-20 dk güneş ışığı	(Holick, 2007; Ak, 2019)
Sigara & Alkolden Kaçınma	Tamamen bırakma en etkin koruyucu önlem	(WHO., 2025)

6. PRATİK ÖNERİLER

Bilimsel beslenme ilkelerinin günlük yaşama aktarılması, davranış değişikliğinin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Yapılan çalışmalar, bilgi düzeyinin tek başına yeterli olmadığını; sağlıklı seçimlerin kolaylaştırıldığı çevresel ve davranışsal düzenlemelerin uzun vadeli başarıyı artırdığını göstermektedir. Bu bağlamda, aşağıda sunulan pratik öneriler bireylerin sağlıklı beslenmeye geçiş sürecini desteklemek amacıyla yapılandırılmıştır:

- Beyaz ekmek yerine tam buğday veya çavdar ekmeği tercih edilmelidir.
- Günlük öğünlere bir avuç yeşil yapraklı sebze (örneğin ıspanak, roka, marul) eklenmelidir.
- Şekerli içecekler yerine su, limonlu su veya bitki çayları tercih edilmelidir.
- Porsiyon kontrolü sağlamak için daha küçük tabaklar kullanılmalı ve yavaş yeme alışkanlığı geliştirilmelidir.
- Haftalık yemek planı yapılmalı ve market alışverişine aç karnına gidilmemelidir.
- Haftada en az iki kez baklagil (mercimek, nohut, fasulye) tüketimi sağlanmalıdır.
- Günlük en az 30 dakika tempolu yürüyüş gibi düzenli fiziksel aktivite uygulanmalıdır.

Bu tür davranış temelli stratejiler, bireylerin beslenme alışkanlıklarını kademeli olarak değiştirmesine yardımcı olmakta ve uzun vadede kardiyometabolik sağlık üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü tarafından da vurgulandığı üzere, sağlıklı yaşam biçimi değişiklikleri küçük ancak tutarlı adımlar ile başlatıldığında daha kalıcı hale gelmektedir (WHO, 2023).

7. SONUÇ

Bu çalışmada, güncel bilimsel literatür ve uluslararası sağlık otoritelerinin önerileri ışığında sağlıklı beslenme ve yaşam biçimi ilkeleri bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, beslenme alışkanlıklarının kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet, obezite ve bazı kanser türleri başta olmak üzere birçok kronik hastalık riskini doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle bitki temelli beslenme modelleri, Akdeniz diyeti ve düşük oranda işlenmiş gıda tüketimine dayalı diyet yaklaşımlarının metabolik sağlık üzerinde koruyucu etkiler gösterdiği; inflamasyonun azaltılması, insülin duyarlılığının artırılması ve bağırsak mikrobiyotasının olumlu yönde düzenlenmesi gibi çok yönlü mekanizmalar üzerinden etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca, Dünya Sağlık Örgütü ve benzeri uluslararası kuruluşların önerileri, tuz, şeker ve doymuş yağ tüketiminin sınırlandırılmasının halk sağlığı açısından kritik önem taşıdığını vurgulamaktadır.

Bununla birlikte, sağlıklı yaşam yalnızca beslenme ile sınırlı olmayıp; düzenli fiziksel aktivite, yeterli uyku, stres yönetimi ve sosyal ilişkilerin güçlendirilmesi gibi davranışsal bileşenlerle birlikte değerlendirildiğinde daha güçlü ve sürdürülebilir sağlık kazanımları sağlamaktadır. Literatür, bu yaşam tarzı bileşenlerinin birlikte uygulanmasının tüm nedenlere bağlı mortalite riskini anlamlı düzeyde azalttığını göstermektedir.

Sonuç olarak, sağlıklı beslenme ve yaşam biçimi değişiklikleri bireysel tercihlerden öte, toplum sağlığını doğrudan etkileyen temel halk sağlığı stratejileri arasında yer almaktadır. Bu nedenle, bireylerin bilinçlendirilmesi ve sağlıklı seçimlerin kolaylaştırıldığı çevresel politikaların geliştirilmesi, kronik hastalık yükünün azaltılmasında temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- AASM. (2015). *American Academy of Sleep Medicine 2015 advisory: Adult sleep duration*. American Academy of Sleep Medicine.
- Ahmad, S., Moorthy, M. V., Lee, I.-M., et al. (2024). Mediterranean diet adherence and risk of all-cause mortality in women. *JAMA Network Open*, 7(5), e2414322. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.14322>
- Ak, Ö. (2019, Haziran). Güneş ve D vitamini sezonu açıldı: Çok bilinmeyenli denklem: Cilt kanseri, güneş koruyucular ve vitamin takviyeleri. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*.
- De Filippis, F., Pellegrini, N., Vannini, L., et al. (2016). High-level adherence to a Mediterranean diet beneficially impacts the gut microbiota and associated metabolome. *Gut*, 65(11), 1812–1821. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2015-309957>
- European Food Safety Authority. (2010). Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA Journal*, 8(3), 1459. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1459>
- Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., et al. (2018). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. *New England Journal of Medicine*, 378(25), e34. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1800389>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, & World Health Organization. (2023). *Sustainable healthy diets: Guiding principles*. <https://www.fao.org>
- Geylani, M. (2024). Stres ve stres yönetimi. 3(2), 28–34. <https://izlik.org/JA67BY68GS>
- Godos, J., Guglielmetti, M., Ferraris, C., et al. (2025). Mediterranean diet and quality of life in adults: A systematic review. *Nutrients*, 17(3), 577. <https://doi.org/10.3390/nu17030577>
- Hall, K. D., Ayuketah, A., Brychta, R., et al. (2019). Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: An inpatient randomized controlled trial. *Cell Metabolism*, 30(1), 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.05.008>
- Harvard T.H. Chan School of Public Health. (2019). *Healthy living guide 2019/2020: A digest of healthy eating and healthy living*. Harvard University. <https://www.hsph.harvard.edu>
- Harvard T.H. Chan School of Public Health. (2023). *Healthy living guide: A digest on healthy eating and healthy living*. <https://www.hsph.harvard.edu>
- Heymsfield, S. B., & Shapses, S. A. (2024). Guidance on energy and macronutrients across the life span. *New England Journal of Medicine*, 390(14), 1299–1310. <https://doi.org/10.1056/NEJMra2214275>
- Holick, M. F. (2007). Vitamin D deficiency. *New England Journal of Medicine*, 357(3), 266–281. <https://doi.org/10.1056/NEJMra070553>
- Holt-Lunstad, J., Smith, T. B., Baker, M., Harris, T., & Stephenson, D. (2015). Loneliness and social isolation as risk factors for mortality: A meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 10(2), 227–237. <https://doi.org/10.1177/1745691614568352>
- Kalyoncu Atasoy, Z. B., Aslan, D., Ilgaz, Ş., & Kutluay Merdol, T. (2021). Geçmişten bugüne Türkiye’de beslenme plan, program ve politikaların değerlendirilmesi ve gelecek için öneriler. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 49(3), 93–105.
- Khouri, B., Sharma, M., Rush, S. E., & Fournier, C. (2015). Mindfulness-based stress reduction for healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*, 78(6), 519–528. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2015.03.009>
- National Academy of Medicine. (2005). *Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10925>

- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine: Evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(S3), 1–72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>
- Popkin, B. M., D'Anci, K. E., & Rosenberg, I. H. (2010). Water, hydration, and health. *Nutrition Reviews*, 68(8), 439–458. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00304.x>
- Satija, A., Bhupathiraju, S. N., Spiegelman, D., et al. (2017). Healthful and unhealthful plant-based diets and the risk of coronary heart disease in U.S. adults. *Journal of the American College of Cardiology*, 70(4), 411–422. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.05.047>
- Sánchez, J. L., Higuera-Gómez, A., Morales-Arraez, D., et al. (2022). Mediterranean diet, gut microbiota, and immune function: A review. *Nutrients*, 14(3), 456. <https://doi.org/10.3390/nu14030456>
- Shan, Z., Wang, F., Li, Y., et al. (2023). Healthy eating patterns and total and cause-specific mortality. *JAMA Internal Medicine*, 183(2), 142–153. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2022.6117>
- Sofi, F., Macchi, C., Abbate, R., & Casini, A. (2014). Mediterranean diet and health status. *Public Health Nutrition*, 17(12), 2769–2782. <https://doi.org/10.1017/S1368980013003169>
- Stanford Medicine WELL for Life. (2024). *Guide to well-being*. Stanford Medicine. <https://med.stanford.edu/wellforlife/resources/guide-to-well-being.html>
- Süt Kurt, C., & Çetintaş, I. (2024). Yaşlı bireylerde protein ve egzersizin önemi. *Kastamonu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 3(2), 106–125. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sbfdergisi>
- Valdes, A. M., Walter, J., Segal, E., & Spector, T. D. (2018). Role of the gut microbiota in nutrition and health. *BMJ*, 361, k2179. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2179>
- Watson, N. F., Badr, M. S., Belenky, G., et al. (2015). Recommended amount of sleep for a healthy adult: A joint consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*, 38(6), 843–844. <https://doi.org/10.5665/sleep.4716>
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., et al. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. <https://www.who.int>
- World Health Organization. (2023). *WHO healthy diet fact sheet*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- World Health Organization. (2025, October 6). *WHO tobacco trends report: 1 in 5 adults still addicted to tobacco*. <https://www.who.int>

KRONİK HASTALIĞI BULUNAN BİREYLERDE DİJİTAL ORTAMDA SAĞLIK BİLGİSİ EDİNME VE TEYİT ETME DAVRANIŞLARININ HASTALIK ÖZ-YÖNETİMİ İLE İLİŞKİSİ

Öğrenci Hemşire Hacer YEŞİLKAYA¹, Öğrenci Hemşire Emine KOÇ², Öğrenci Hemşire Hatice ÇOBAN³, Prof. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ⁴

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Sakarya, Türkiye, mail adresi, 22060303052@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0006-6720-0826

²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Sakarya, Türkiye, 22060303081@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0002-6679-1012

³Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Sakarya, Türkiye, 22060303061@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0001-4003-2571

⁴Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Sakarya, Türkiye, feridetaskinyilmaz@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0568-5902

Özet

Bu çalışma, kronik hastalığı olan bireylerde dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı ile hastalık öz yönetim düzeyinin belirlenmesi ve bu iki değişken arasındaki ilişkinin ortaya konulması amacıyla yapılmıştır. Tanımlayıcı ve kesitsel dizaynda gerçekleştirilen çalışmaya, bir kamu hastanesinin iç hastalıkları polikliniklerine başvuran ve kronik hastalık tanısı ile takip edilen 150 hasta dahil edilmiştir. Veriler hasta tanılama formu, Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği ve Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği kullanılarak elde edilmiştir. Hastaların kronik hastalık süresi ortalaması 12,12±8,69 yıl olup %55,9'u hipertansiyon, %42,8'i diyabet ve %21,7'si kalp hastasıdır. Kronik hastalığı olan bireylerin Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği puan ortalaması 16.00±6.40 ve Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği puan ortalamasının 3.12±0.47 olarak bulunmuştur. Hastaların Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği genel puan ortalaması ile Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği genel puan ortalaması arasında pozitif yönde zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir (r=0,490; p<0,01). Bu çalışmada bireylerin hastalık öz yönetimi ile dijital sağlık bilgisi edinme davranışlarına bakıldığında bireylerin dijital sağlık bilgisi edinme davranışları düşük olduğu, bununla birlikte, bireylerin dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranış düzeyleri arttıkça, hastalık öz yönetim düzeyleri de arttığı bulunmuştur. Buna yönelik olarak bireylere dijital ortamda sağlık bilgisi edinme davranışları hakkında eğitim verilerek bu konudaki bilgi düzeyi artırılabilir.

Anahtar Kelimeler: kronik hastalık, dijital ortam, sağlık bilgisi, teyit, öz-yönetim

THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTH INFORMATION SEEKING AND VERIFICATION BEHAVIORS IN DIGITAL ENVIRONMENTS AND DISEASE SELF-MANAGEMENT AMONG INDIVIDUALS WITH CHRONIC ILLNESSES

Nursing Student Hacer YEŞİLKAYA¹, Nursing Student Emine KOÇ², Nursing Student Hatice ÇOBAN³, Prof. Feride TAŞKIN YILMAZ³

¹Sakarya University of Applied Sciences Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Sakarya, Türkiye, mail adresi, 22060303052@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0006-6720-0826

²Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Sakarya, Türkiye, 22060303081@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0002-6679-1012

³Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Sakarya, Türkiye, 22060303061@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0001-4003-2571

⁴Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Sakarya, Türkiye, feridetaskinyilmaz@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0568-5902

Abstract

This study aimed to determine the health information-seeking and verification behaviour of individuals with chronic diseases and to reveal the relationship between this behaviour and disease self-management level. The descriptive and cross-sectional study included 150 patients with chronic diseases who were under the care of internal medicine clinics at a public hospital. Data were obtained using a patient identification form, the Chronic Disease Self-Management Scale and the Digital Health Information Acquisition and Verification Behaviour Scale. The mean duration of patients' chronic illness was 12.12±8.69 years, with 55.9% having hypertension, 42.8% having diabetes, and 21.7% having heart disease. The mean score for the Digital Health Information Acquisition and Verification Behaviour Scale was 16.00±6.40 and the mean score for the Chronic Disease Self-Management Scale was 3.12±0.47. There was a positive, albeit weak, statistically significant correlation between the mean total score on the Digital Health Information Acquisition and Verification Behaviour Scale and the mean total score on the Chronic Disease Self-Management Scale ($r=0.490$; $p<0.01$). In this study, when looking at the relationship between disease self-management and digital health information acquisition behaviour, it was found that individuals' digital health information acquisition behaviour was low. However, it was also found that individuals' disease self-management levels increased as their digital health information acquisition and verification behaviour levels increased. Therefore, individuals could be provided with education on digital health information acquisition to increase their knowledge in this area.

Keywords: chronic disease, digital environment, health information, verification, self-management

1. GİRİŞ

Kronik hastalıklar kişinin sürekli bakım ve tedavi almasını gerektiren, fizyolojik fonksiyonları dahil olmak üzere yaşamın tüm alanlarını da etkileyen bir sağlık problemidir. Ulusal Sağlık İstatistikleri Merkezi (National Center for Health Statistics) kronik hastalıkları “üç ay ya da daha uzun süren sağlık sorunları” olarak tanımlarken, Dünya Sağlık Örgütü ise kronik hastalıkları “uzun süreli olma eğiliminde olan ve genetik, fizyolojik, çevresel ve davranışsal faktörlerin kombinasyonu sonucu oluşan bulaşıcı olmayan hastalıklar” olarak tanımlamıştır (National Health Council, 2026). Günümüzde, tanı ve tedavi yöntemlerinin gelişmesi ve koruyucu sağlık hizmetlerinin öneminin artması ile yaşam süresinin uzaması ve bulaşıcı hastalıkların kontrol altına alınması sağlanırken; dünya nüfusunun yaşlanması, hızlı kentleşme sonucu meydana gelen stresörler ve gelişen teknoloji ile fiziksel aktivitenin azalması, beslenme alışkanlıklarının değişmesi gibi yaşam şeklindeki değişiklikler kronik hastalıkların görülme sıklığını artırmaktadır (Kumsar ve Yılmaz, 2014). Bulaşıcı olmayan hastalıklar olarak belirtilen ve toplumda sık görülen kronik hastalıklar, kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere, kanserler, solunum sistemi hastalıkları ve diyabettir (Türkiye Bulaşıcı Olmayan Hastalıklar ve Risk Faktörleri Kohort Çalışması, 2021). Kronik hastalıklar zaman içerisinde bireyin fonksiyonel kapasitesinin azalmasına, çalışma performansının düşmesine, yaşam kalitesinin bozulmasına ve sosyal izolasyona neden olabilmektedir (Yönt, 2023). Bu nedenle kronik hastalıkların etkin yönetimi önemlidir (Yazıcıoğlu ve Bağcıvan, 2022).

Kronik hastalıkların yönetiminde en önemli belirleyicilerden biri, bireyin hastalık öz yönetimidir (Saygılı ve Yılmaz, 2023; Özdelikara ve ark., 2020). Öz yönetim, bireyin bir görevi uygun şekilde yönetmesi için gözlemlleme, karar alma ve gerçekçi tepkiler verme süreci olarak tanımlanmaktadır (Candan, 2021). Kronik sağlık sorunları bağlamında öz yönetim, bireyin semptomları, tedavi yöntemleri, hastalığın fiziksel, psikolojik ve sosyal sonuçları ile kronik bir durumun gerektirdiği yaşam tarzı değişikliklerini etkili bir şekilde yönetme yeteneği olarak ifade edilmektedir (Bakır ve Zengin, 2023). Bireylere kronik hastalık tanısı konulur konmaz öz yönetim becerilerinin kazandırılması önemlidir (Şentürk, 2021). Kronik hastalıkların öz yönetiminde, bireylerin sağlık profesyonelleri ile birlikte hastalık belirtilerini kontrol edebilmesi, hastalığa uyum sağlayarak gerekli davranış değişikliklerini geliştirebilmesi ve tedavi süreçlerine aktif bir şekilde katılmaları hedeflenmektedir (Bektaş ve Uysal, 2024). Bununla birlikte, öz yönetim desteğinin sağlanmasında sağlık profesyonellerinin hasta ile iş birliği yapması gerekmektedir (Jones et al., 2017). Kronik hastalığı olan bireylerde öz yönetimin sağlanması, hastalık belirtilerinin, acil başvuruların ve hastaneye yatışların azaltılmasına, hastalığın fizyolojik ve psikolojik etkilerinin sınırlandırılmasına, bağımlılığın önlenmesine ve yaşam kalitesinin artırılmasına katkı sağlayabilmektedir (Zuhur ve Özpancar, 2017).

Kronik hastalık yönetiminde önemli faktörlerden biri de bireylerin sağlık bilgisidir. Kronik hastalığı bulunan bireyler gerek hastalığa bağlı semptomlarla başedebilme, gerekse tedavi yöntemleri konusunda sağlık bilgisini artırma amacıyla sağlık bilgisi arama davranışlarına başvurabilmektedir (Deniz ve Çimen, 2021; Afşar ve Özkan, 2023). Sağlık bilgisi arama davranışı sürecinde birey önce rahatsızlık belirtilerini algılayıp değerlendirmekte, sonra danışma sistemini kullanmakta ve en son olarak da sağlık bilgisi arama davranışı göstermektedir (Yaman ve Atalay, 2024). Bireylerin sağlık bilgisi arama davranışı, karşılaştıkları hastalıklarla ilgili belirsizliği giderme, hastalığın seyri ile ilgili umut besleme ve oluşabilecek krizin psikolojik etkilerini de hafifletmeyi amaçlamaktadır (Özişli, 2023). Günümüzde, gelişen teknoloji ve yaygınlaşan akıllı telefon kullanımı ile dijital ortamda sağlık bilgisi edinme davranışları artış göstermiştir (Çömlekçi ve Bozkanat, 2021). Ancak sağlık aramada elde edilen bazı çelişkili bilgiler, kronik hastalığı olan bireylerin hastalık yönetiminde uygun olmayabilir (Zhao et al., 2022). Benzer şekilde sağlık profesyoneline teyit edilmeden elde edilen bilgilerin kullanılması, kronik hastalık prognozunu olumsuz etkileyebilir.

Literatürde, kronik hastalığı olan bireylerde sağlık arama davranışını inceleyen birkaç çalışma bulunmaktadır. Türkiye’de yapılan bir çalışmada, kalp ve göğüs hastalığı bulunan katılımcıların çevrimiçi sağlık arama

davranışının daha düşük olduğu, bununla birlikte ilk hastaneye yatışta sağlık arama davranışının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Afşar ve Özkan, 2023). Hintli yaşlı bireylerle yapılan bir çalışmada ise, sağlık taramalarına katılım, tele sağlığı kullanma, geleneksel toptan yararlanma gibi sağlık arama davranışlarının düşük olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada yaşlı bireylerin kan şekeri ölçme, ayak bakımı, stres yönetimi gibi öz bakım uygulamalarının da düşük olduğu tespit edilmiştir (Murugan et al., 2024). Kronik hastalığı olan hastalarda sağlık bilgisi arama davranışını ve bunun hastalık sonuçları ve sağlık üzerindeki etkisini araştırıldığı sistematik derleme çalışmasında da, sağlık bilgisi aramanın hastaların öz yönetimi ve öz kontrolü üzerine etkiler sağladığı, bununla birlikte hastaların yararlı ve güvenilir kaynaklardan bilgi edinmeleri ve ayrıca bilgilerin doğruluğunu teyit etmek için sağlık profesyonelleriyle paylaşımları teşvik edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Merati-Fashi et al., 2022). Bu çalışmalar dışında, kronik hastalığı olan bireylerde dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışlarının incelenmediği görülmektedir.

Kronik hastalığı olan bireylerin çoğunun kendi bakımını üstlendiği dikkate alındığında, bireylerin öz yönetim uygulamaları ve bu süreçte başvurduğu sağlık bilgisi arama davranışlarının tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır (Bektaş ve Uysal, 2024). Ancak literatürde kronik hastalığı olan bireylerde dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı ile öz yönetim arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmanın olmadığı görülmüştür. Bu bağlamda çalışma, kronik hastalığı olan bireylerde dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışının hastalık öz yönetimi ile ilişkisini belirlemek amacıyla planlanmıştır. Bu çalışmanın kronik hastalığı olan bireylerde öz yönetim becerilerinin geliştirilmesinde sağlık profesyonellerine ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Amacı ve Tipi

Çalışma, kronik hastalığı olan bireylerde dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı ile hastalık öz yönetim düzeyinin belirlenmesi ve bu iki değişken arasındaki ilişkinin ortaya konulması amacıyla tanımlayıcı ve kesitsel olarak yapılmıştır. Bu doğrultuda çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- Kronik hastalığı olan bireylerin hastalık öz yönetim düzeyi nedir?
- Kronik hastalığı olan bireylerin dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı ne düzeydedir?
- Kronik hastalığı olan bireylerin dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı hastalık öz yönetim düzeyi ile ilişkili midir?
- Kronik hastalığı olan bireylerde dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı hastalık öz yönetim üzerinde yordayıcı mıdır?

2.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini 01 Eylül – 30 Aralık 2025 tarihleri arasında, Sakarya ili Akyazı ilçesinde bulunan Akyazı Devlet Hastanesi iç hastalıkları polikliniklerine başvuran ve kronik hastalık tanısı ile takip edilen hastalar oluşturmuştur. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde G Power 3.1.9.7 yazılım programından yararlanılmıştır. Buna göre, Bektaş ve Uysal'ın (2024) kronik hastalığı olan bireylerle yaptığı, Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği'nin tedavi uyumu alt boyutu ile Sağlık Arama Davranışı Ölçeği toplam puanı arasındaki korelasyon katsayısı değeri 0,099 kullanılmıştır. Referans alınan çalışmadan yararlanılarak örneklem büyüklüğü; etki büyüklüğü = 0,31 olarak hesaplanmış olup, $\alpha = 0,05$ ve $1 - \beta = 0,95$ ile en az 120 birey olarak belirlenmiştir. Çalışmada kayıplar olabileceği öngörülerek örneklem sayısı %10 artırılmış ve 150 olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda, okuma-yazma bilen, hekim tarafından en az bir tane kronik hastalık tanısı konulmuş olan, en az altı aydır kronik hastalığı bulunan, hekim tarafından tanılanmış psikiyatrik hastalık tanısı

almamış olan, sözel iletişim engeli bulunmayan ve çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen 18 yaş ve üzeri bireyler çalışma kapsamına alınmıştır.

2.3. Veri Toplama Formları

Veriler hasta tanılama formu, Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği ve Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği kullanılarak elde edilmiştir.

Hasta tanılama formu, iki bölümden oluşmaktadır. Formun ilk bölümünde hastaların sosyodemografik özelliklerini (yaş, medeni durum, eğitim durumu, çalışma durumu, sağlık güvencesi varlığı vb) belirlemeye yönelik 12 soru bulunmaktadır. Formun ikinci bölümünde hastaların hastalık bilgilerini (hekim tarafından tanı konulmuş kronik hastalığının adı, hastalık süresi, ilaç kullanma durumu, sağlık kontrollerini düzenli yaptırma durumu vb) belirlemeye yönelik sekiz soru yer almaktadır.

Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği, Çömlekçi ve Bozkanat (2021) tarafından geliştirilmiştir. Bireylerin dijital medyadan sağlık bilgisi edinme tercihlerini ve edindikleri bilgileri doğrulamaya yönelik alışkanlıklarını ve yönelimlerini ölçmeye yönelik bir araçtır. Aynı zamanda sağlıkla ilgili dijital bilgilerin elde edilmesi ve doğrulanması için hangi kanalların veya platformların en çok tercih edildiğini belirleme amacı vardır. Beşli likert tipinde olan ölçek, 10 maddeden ve üç alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçek alt boyutları; dijital teyit, sağlık bilgisi edinme ve dijital sağlık bilgisi edinme şeklindedir. Ölçekten alınabilecek puan 1 ile 5 arasında değişmektedir. Ölçekte ters madde bulunmamaktadır. Ölçekten en az 0, en fazla 50 puan alınmaktadır. Ölçekten alınan puan azaldıkça bireylerin dijital sağlık bilgisi teyit alışkanlıklarının azaldığı; puanın arttıkça bireylerin dijital sağlık bilgisi teyit alışkanlıklarının arttığı değerlendirilmektedir (Akçay ve ark., 2023). Ölçeğin geliştirildiği çalışmada, Cronbach alpha değeri 0,76 olarak bulunmuştur (Çömlekçi ve Bozkanat, 2021). Bu çalışmada, ölçeğin Cronbach alfa değeri 0,81 olarak belirlenmiştir.

Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği, Ngai ve ark. (2021) tarafından geliştirilmiş olup kronik hastalıklarda öz yönetimi değerlendirmektedir. Ölçek 21 maddeden ve kendini damgalama, damgalamayla baş etme, sağlık bakım etkinliği ve tedavi uyumu olmak üzere dört alt boyuttan oluşmaktadır. Kendini damgalama alt boyutu kronik hastalığı olan bireylerin, sosyal ortamlara ve diğer insanlara karşı duygu ve düşünce düzeylerini içermektedir. Damgalamayla baş etme alt boyutu hastalıkla ilgili yaşanan sorunlara yönelik baş etme düzeylerini içermektedir. Sağlık bakım etkinliği alt boyutu kendi sağlığını yönetebilme düzeylerini içermektedir. Tedavi uyumu alt boyutu hastalık tedavisine/ilaçlarına uyum durumlarını içermektedir. Ölçek maddeleri 5'li Likert tipinde hazırlanmış olup katılımcılar 1 = Asla 2 = Nadiren; 3 = Ortalama; 4 = Oldukça sık; 5 = Her Zaman aralığında en uygun seçeneği işaretlemektedir. Ölçek aritmetik ortalama yöntemi hesaplanmaktadır. Ölçekten alınan puanlar 5'e yaklaştıkça öz yönetimin arttığını, 1'e doğru indikçe öz yönetimin azaldığını göstermektedir. Kendini damgalama alt boyutunda yüksek puan kendini damgalanmanın yüksek olduğunu, damgalanma ile baş etme alt boyutunda yüksek puan damgalanma ile baş edebilme yeteneğinin yüksek olduğunu, sağlık bakım etkinliğinde yüksek puan sağlık bakım etkinliğinin yüksek olduğunu ve tedavi uyumunda yüksek puan uyumun iyi olduğunu göstermektedir. Türkçe 'ye Öztürk ve ark. tarafından 2021 yılında uyarlanan 21 maddelik ölçeğin ve dört faktörlü bir yapı gösterdiği, Cronbach alpha katsayılarının 0,78–0,87 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, ölçeğin genel Cronbach alfa değeri 0,76 olarak tespit edilmiştir.

2.4. Araştırmanın Etik Yönü ve Uygulanması

Araştırmaya başlamadan önce Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu'ndan (Karar tarihi: 17.03.2025, karar no: 54/49), araştırmanın yapılacağı kurumdan ve araştırmaya katılmayı kabul eden bireylerden yazılı onay alınmıştır. Araştırma verileri yüze görüşme tekniği kullanılarak elde edilmiş olup veri formlarının doldurulması yaklaşık 20-25 dakika sürmüştür.

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmadan elde edilen veriler SPSS 29 programı ile değerlendirilmiştir. Verilerin normalliği Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş ve verilerin dağılımının homojen olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede tanımlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma, yüzdelik) yanında hastaların dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışları ile hastalık öz-yönetimi arasındaki ilişkinin belirlenmesinde Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olarak değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ortalaması $57,01 \pm 13,82$ yıl olup, %27,6'sı 65 yaş ve üzerindedir. Katılımcıların %71,1'i kadın, %84,9'u evli, %43,4'ü ilköğretim mezunu, %80,9'u herhangi bir işte çalışmamakta, %74,3'ü ekonomik durumunu orta olarak değerlendirmekte, %96,7'si sosyal güvencesi bulunmakta ve %5,3'ü yalnız yaşamaktadır. Hastaların %22,4'ü halen sigara içmektedir. Hastaların %1,3'ü bireysel ihtiyaçlarını kendisi karşılayamadığını belirtmiş olup %69,1'i genel sağlık durumunu orta düzeyde değerlendirmiştir. Katılımcıların %24,3'ü internet ortamında sağlıkla ilgili herhangi bir gruba (facebook, whatsapp vb.) üyeliğinin bulunduğunu belirtmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Hastaların sosyodemografik özelliklerinin dağılımı

Özellikler	Ort±SS	
Yaş (yıl)	57,01±13,82	
Yaş kategori	n	%
<65	110	72,4
≥65	42	27,6
Cinsiyet		
Kadın	108	71,1
Erkek	44	28,4
Medeni durum		
Evli	129	84,9
Bekar	23	15,1
Eğitim durumu		
Okur-yazar	26	17,1
İlkokul mezunu	66	43,4
Ortaokul mezunu	15	9,9
Lise mezunu	19	12,5
Üniversite mezunu	26	17,1
Çalışma durumu		
Çalışıyor	29	19,1
Çalışmıyor	123	80,9
Algılanan ekonomik durum		
İyi	28	18,4
Orta	113	74,3
Kötü	11	7,2
Sağlık güvencesi		
Var	147	96,7
Yok	5	3,3
Birlikte yaşadığı bireyler		
Aile	144	96,7
Yalnız	8	5,3
Sigara içme durumu		

Hala içiyor	34	22,4
Bırakmış	78	51,3
Hiç içmemiş	40	26,3
Bireysel ihtiyaçlarını kendisi karşılayabilme durumu		
Evet	150	98,7
Hayır	2	1,3
İnternet ortamında sağlıkla ilgili herhangi bir gruba (facebook, whatsapp vb.) üyelik durumu		
Evet	37	24,3
Hayır	115	75,0
Genel sağlık değerlendirmesi		
İyi	34	22,4
Orta	105	69,1
Kötü	13	8,6

Hastaların kronik hastalık süresi ortalaması $12,12 \pm 8,69$ yıldır. Hastaların kronik hastalıkları değerlendirildiğinde katılımcıların %55,9'unun hipertansiyon, %42,8'inin diyabet ve %21,7'sinin kalp hastası olduğu belirlenmiştir. Hastaların %32,9'unun hastalığı nedeniyle günde iki kez ilaç kullanımının olduğu, yaklaşık üçte ikisinin (%63,2) sağlık kontrollerini düzenli yaptırdığı tespit edilmiştir. Katılımcıların %71,8'i hastalığı hakkında hekim ya da hemşireden eğitim aldığını belirtmiştir. Hastaların %73,7'si ailesinde benzer hastalığa sahip birey bulunduğunu ifade etmiştir. Hastaların %48,7'sinin son bir yıl içerisinde hastalığı nedeniyle acil servise başvurusunun bulunduğu, %20,4'ünün de hastaneye tedavi amacıyla yatış yaptığı tespit edilmiştir (Tablo 2).

Kronik hastalığı olan bireylerin Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği puan ortalaması $16,00 \pm 6,40$ olarak bulunmuştur. Ölçekten alınabilecek puan aralıkları göz önüne alındığında (0-50), hastaların dijital sağlık bilgisi teyit alışkanlıklarının düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte hastaların en fazla dijital teyit ($5,71 \pm 2,93$) ve en düşük sağlık bilgisi edinme ($4,98 \pm 2,5$) alt boyutlarında ölçek puanı aldığı tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 2. Hastaların hastalık ile ilgili özelliklerinin dağılımı

Özellikler	Ort±SS	
Hastalık süresi (yıl)	12,12±8,69	
Hastalığın adı*	n	%
Hipertansiyon	85	55,9
Diyabet	65	42,8
Kalp hastalığı	33	21,7
KOAH/Astım	25	16,4
Hiperlipidemi	23	15,1
Romatizmal hastalıklar/osteoporoz	17	11,2
Hipertroidi/Guatr	15	9,9
Nörolojik hasar (fibromiyalji, migren, epilepsi, parapleji, Multiple skleroz, Parkinson Hastalığı, Alzheimer Hastalığı)	10	6,6
Kanser	3	2,0
Kronik böbrek yetmezliği	3	2,0
Gastrik ülser/Gastroözafageal reflü	2	1,3
Diğer**	5	3,3
Hastalığı nedeniyle günlük ilaç kullanım sayısı		
Hiç kullanmıyor	19	9,9

Günde bir kez	45	29,6
Günde iki kez	50	32,9
Günde üç kez	29	19,1
Günde dört kez veya daha fazla	13	8,6
Sağlık kontrollerini düzenli yaptırma durumu		
Evet	96	63,2
Hayır	56	36,8
Hastalığı hakkında hekim ya da hemşireden eğitim alma durumu		
Evet	109	71,8
Hayır	43	28,3
Ailede benzer hastalığa sahip birey varlığı		
Evet	112	73,7
Hayır	40	26,3
Son bir yıl içerisinde hastalığı nedeniyle acil servise başvuru yapma durumu		
Evet	74	48,7
Hayır	78	51,3
Son bir yıl içerisinde hastalığı nedeniyle hastaneye yatarak tedavi görme durumu		
Evet	31	20,4
Hayır	121	79,6

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

** Ankilozan spondilit, Chron Hastalığı, Hepatit B, lenfödem

Hastaların Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği puan ortalamasının ise 3.12 ± 0.47 olduğu, ölçekten alınabilecek puan aralığı göz önüne alındığında (1-5), hastalık öz yönetiminin de ortalamanın üzerinde olduğu görülmüştür. Hastaların tedaviye uyum (3.92 ± 0.97) düzeylerinin diğer alt boyutlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Hastaların Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği ve Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği genel ve alt boyut puan ortalamalarının dağılımı

Ölçekler	Alınabilecek min-max puan	İşaretlenen min-max puan	Ort±SS
Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği			
Dijital teyit	0-15	3-14	5.71±2.93
Sağlık bilgisi edinme	0-15	3-13	4.98±2.50
Dijital sağlık bilgisi edinme	0-20	4-16	5.30±2.29
Genel	0-50	10-41	16.00±6.40
Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği			
Kendini damgalama	1-5	1-5	1.93±0.67
Damgalamayla baş etme	1-5	1-5	3.20±0.75
Sağlık bakım etkinliği	1-5	1-5	3.45±0.82
Tedavi uyumu	1-5	1-5	3.92±0.97
Genel	1-5	1-5	3.12±0.47

Tablo 4. Hastaların Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği ve Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği Genel ve Alt Boyut Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Ölçekler	1	2	3	4	5	6	7	8
Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği								
1. Dijital teyit	1,00							
2.Sağlık bilgisi edinme	0,693; <0,001**	1,00						
3.Dijital sağlık bilgisi edinme	0,398; <0,001**	0,431; 0,001**	1,00					
4.Genel	0,875; <0,001**	0,868; <0,001**	0,712; <0,001**	1,00				
Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği								
5.Kendini damgalama	0,033; 0,683	0,058; 0,480	-0,177; 0,043*	-0,018; 0,824	1,00			
6.Damgalamayla baş etme	0,421; <0,001**	0,443; <0,001**	0,264; <0,001**	0,463; <0,001**	-0,309; 0,001**	1,00		
7.Sağlık bakım etkinliği	0,372; <0,001**	0,376; <0,001**	0,208; 0,010*	0,394; <0,001**	-0,331; 0,001**	0,619; <0,001**	1,00	
8.Tedavi uyumu	0,308; <0,001**	0,174; 0,032*	0,185; 0,022*	0,276; 0,049*	-0,273; 0,001**	0,410; <0,001**	0,383; <0,001**	1,00
9.Genel	0,499; <0,001**	0,449; <0,001**	0,235; 0,004**	0,490; <0,001**	-0,051; 0,533	0,767; <0,001**	0,759; <0,001**	0,746; <0,001**

* p<0,05; **p<0,01

Hastaların Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Etme Davranışları Ölçeği genel puan ortalaması ile Kronik Hastalık Öz Yönetim Ölçeği genel puan ortalaması arasında pozitif yönde zayıf düzeyde istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir ($r=0,490$; $p<0,01$). Buna göre, kronik hastalığı olan bireylerin dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranış düzeyleri arttıkça, hastalık öz yönetim düzeyleri de artmaktadır. Özellikle dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı düzeyi, damgalamayla baş etme ve sağlık bakım etkinliği düzeyini artırmaktadır (Tablo 4).

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, kronik hastalığı olan bireylerde dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı ile hastalık öz yönetim düzeyinin belirlenmesi ve bu iki değişken arasındaki ilişkinin ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada kronik hastalığı olan bireylerin dijital sağlık bilgisi teyit alışkanlıklarının düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda, bireylerin dijital ortamlarda maruz kaldıkları sağlık bilgilerini yeterli düzeyde incelemediklerini ve doğrulama süreçlerini etkili olarak kullanmadıklarını göstermektedir. Literatürde ilgili çalışmalar incelendiğinde, bu bulguların benzer olduğu görülmüştür. Bu kapsamda Yıldırım ve Dereli (2026) tarafından yürütülen çalışmada, bireylerin e-sağlık okuryazarlığı puan ortalaması $21,67 \pm 6,07$ olup bu durum katılımcıların e-sağlık okuryazarlık düzeylerinin düşük düzeyde olabileceğini ortaya koymuştur. Aydemir ve Yaşar (2023) çalışmasında da katılımcıların sağlık okuryazarlık düzeyleri arttıkça dijital ortamda sağlık bilgisi edinme davranışlarının artma eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Ayrıca Ren ve ark. (2019) çalışmasında, dijital ortamda sağlık bilgisi elde eden bireylerin sayısının zamanla arttığı ancak elde edilen bilgilerin doğruluğunun teyit edilmesinde dijital sağlık okuryazarlığının öneminin büyük olduğu vurgulanmıştır. Bu bağlamda incelendiğinde, çalışmamızda edinilen düşük düzeyde dijital sağlık bilgisi teyit etme davranışının literatürde bildirilen düşük sağlık okuryazarlığı ile ilişkilendirilebilir.

Çalışmamızda bireylerin dijital ortamda sağlık bilgisi teyit düzeylerinin yüksek, bununla birlikte sağlık bilgisi edinme düzeylerinin düşük olduğu saptanmıştır. Bu durum, bireylerin çevrimiçi ortamda karşılaştıkları sağlık bilgilerini sorgulama ve doğrulama konusunda yüksek bir farkındalığa sahip olduklarını fakat bilgi arama ve

edinme davranışlarının sınırlı kaldığını göstermektedir. Literatür incelendiğinde benzer sonuçlar bulunmaktadır. Akgün ve Toker (2023) çalışmasında, sosyal medya platformu kullanan, pandemi sürecinde dijital ortamda sağlık bilgisi arama davranışı artan ve sağlıkla ilgili sosyal medya gruplarına üye olan bireylerin dijital sağlık bilgisi edinme alt boyut puan ortalamalarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, bireylerin dijital platformları aktif kullandıklarında bilgi edinme davranışlarının artabileceğini göstermektedir. Bunun yanı sıra Türkiye’de yapılan geniş kapsamlı bir araştırmada (Sağlığın Geliştirilmesi Genel Müdürlüğü, 2020), toplumun büyük bir kısmının yetersiz veya sorunlu-sınırlı sağlık okuryazarlığı düzeyinde olduğu, özellikle 65 yaş ve üzeri bireylerde bu oranın daha da arttığı bildirilmiştir. Ayrıca Dirik ve ark. (2025) tarafından yapılan bir araştırmada eğitim düzeyi ile sağlık okuryazarlığı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuş; üniversite mezunu bireylerin sağlık okuryazarlık düzeylerinin ilkökul mezunlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, çalışmamızda sağlık bilgisi edinme düzeyinin düşük olmasının genel sağlık okuryazarlığı düzeyinin yetersizliği ile ilişkili olabileceğini düşündürebilir. Bununla birlikte dijital teyit davranışının yüksek olması, bireylerin bilgi güvenilirliğini sorgulama konusunda farkında olduklarını da göstermektedir.

Araştırmada kronik hastalığı olan bireylerin hastalık öz yönetim düzeylerinin ortalamasının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Literatürde de bu bulguyu destekleyen araştırmalar bulunmaktadır. Birçok araştırmada sağlık okuryazarlığı ile diyabet öz bakım davranışları arasında pozitif ve güçlü bir ilişki olduğu sunulmuştur (Neşe ve ark., 2021; van der Heide et al., 2014; Xu et al., 2018). Başka bir deyişle, sağlık okuryazarlığı düzeyi arttıkça bireylerin öz bakım ve öz yönetim davranışlarını yerine getirme düzeylerinin de arttığı tespit edilmiştir. Bu durum, kronik hastalığı olan bireylerin öz yönetim düzeylerinin sadece bireysel motivasyonla açıklanamayacağını, aynı zamanda sağlık okuryazarlığı düzeyleriyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, sağlık okuryazarlığının iyileştirilmesi, bireylerin hastalık yönetiminde daha etkin rol almalarını destekleyebilir.

Çalışmamızda ayrıca dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı düzeyi, damgalamayla baş etme ve sağlık bakım etkinliği düzeyini arttırdığı saptanmıştır. Bu durum dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışının damgalamayla baş etme ve sağlık bakım etkinlik düzeyini olumlu yönde arttırdığını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda Bakır ve Zengin (2023) tarafından yürütülen çalışmada diyabetli bireylerin kendini damgalama düzeyleri düşük, damgalanma ile baş etme, sağlık bakım etkinliği ve tedaviye uyum düzeylerinin ise iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmada tedaviye uyumun evli çiftlerde daha yüksek olduğu ve sağlık bakım etkinliğinin gelir düzeyi ile ilgili olduğunu da göstermiştir. Buna ek olarak Gökmen ve Öztürk (2025) tarafından yürütülen çalışmada öz yönetim alt boyutları ile öz yeterlilik arasında pozitif ilişkiler bulunmuş; damgalamayla baş etme, sağlık bakım etkinliği ve tedaviye uyum ile öz yeterlilik arasında orta düzeyde pozitif ilişki bulunurken, kendini damgalama ile negatif ilişki olduğu saptanmıştır. Bütün veriler birlikte incelendiğinde, bu çalışmanın literatür ile tutarlı olduğu ve özellikle psikososyal alanlara bakıldığında insanların daha fazla güçlük yaşadığı sonucu ortaya çıkmaktadır.

Çalışmamızda, kronik hastalığı olan bireylerin dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranış düzeyleri arttıkça hastalık öz yönetim düzeylerinin de arttığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, dijital sağlık bilgisine ulaşım ve bu bilgiyi değerlendirme becerilerinin bireylerin hastalık yönetiminde önemli bir tanımlayıcı olduğunu göstermektedir. Nitekim literatürde, dijital sağlık okuryazarlığı ile kronik hastalık öz yönetimi arasında pozitif bir ilişki olduğu ve dijital sağlık okuryazarlığının öz yönetim davranışlarını doğrudan ve dolaylı olarak etkilediği saptanmıştır (Liu et al., 2025). Aynı zamanda dijital sağlık teknolojilerinin aktif kullanımının bireylerin tedaviye uyumunu ve öz bakım davranışlarını güçlendirdiği de vurgulanmaktadır (Zaghloul et al., 2025). Özellikle çalışmamızda dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranışı düzeyinin artması, bireylerin damgalamayla baş etme ve sağlık bakım etkinliği arasında orantılı bir ilişki tespit edilmiştir. Bu durum, bireylerin sadece bilgiye ulaşmalarının değil, ayrıca bu bilgiyi eleştirel biçimde değerlendirebilmelerinin psikososyal açıdan da uyumlarını desteklediğini düşündürmektedir. Literatürde de sağlık okuryazarlığının bilgi

değerlendirme ölçütünün, öz yönetim davranışlarını güçlendiren en önemli bileşenlerden biri olduğu ve özellikle bilgiye ulaşım, değerlendirme ve kullanma kabiliyetlerinin gelişmesinin bireylerin sağlıkla ilgili karar alma aşamalarını olumlu etkilediği saptanmaktadır (Dinh & Bonner, 2023). Bu kapsamda incelendiğinde, çalışmamızdan edinilen verilerin literatür ile tutarlı olduğu ve dijital sağlık okuryazarlığının sadece bilgi elde etme sürecini değil, aynı zamanda insanların psikososyal uyumunu, sağlık bakım etkinliğini ve hastalık öz yönetimini holistik olarak etkileyen önemli bir etken olduğu söylenebilir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, kronik hastalığı olan bireylerin dijital sağlık bilgisi edinme davranışları düşük olduğu, bununla birlikte, bireylerin dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit etme davranış düzeyleri arttıkça, hastalık öz yönetim düzeyleri de arttığı bulunmuştur. Buna yönelik olarak bireylere dijital ortamda sağlık bilgisi edinme davranışları hakkında eğitim verilerek bu konudaki bilgi düzeyi artırılabilir.

KAYNAKLAR

- Afşar, F., & Özkan, A. (2023). The health literacy and health-seeking behavior of patients with a chronic disease requiring hospitalization. *Çam Sak Med J*, 3(1), 19-26.
- Akgün, Ö., & Toker, S. (2023). Sağlık yüksekokulu öğrencilerinin dijital ortamda sağlık bilgisi edinme durumları. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 10(4), 644-653.
- Akçay, E. A., Öztas, H. G., & Erdi, G. (2023). Ebelerin Bireysel Yenilikçi Durumu ve Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme ve Teyit Davranışları İlişkili Faktörler. *Journal of Midwifery and Health Sciences*, 6(2), 91-99.
- Aydemir, İ., & Yaşar, M. E. (2023). Üniversite Personelinin Dijital Ortamda Sağlık Bilgisi Edinme Ve Teyit Davranışları ile Sağlık Okuryazarlığı Bilgi Düzeyi İlişkisinin Belirlenmesi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (25), 123-134.
- Bakır, G. G., & Zengin, N. (2023). Diyabetli bireylerde kronik hastalık öz yönetimi ve etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 5(1), 9-17.
- Bektaş, G., & Uysal, N. (2024). Kronik Hastalığı Olan Bireylerde Öz Yönetim ve Sağlık Arama Davranışlarının Belirlenmesi: Tanımlayıcı Araştırma. *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 16(1).
- Candan, Ç. (2021). Kronik hastalığı olan bireylerin öz bakım yönetimi ile bakım veren aile üyelerinin bakım yükü arasındaki ilişki.
- Çömlekçi, M. F., & Bozkanat, E. (2021). İnfodemide dijital ortamda sağlık bilgisi edinme ve teyit davranışları. *İstanbul University Journal of Sociology*, 41(1), 103-125.
- Deniz, S., & Çimen, M. (2021). Sağlık Arama Davranışı Üzerine Bir Araştırma. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 7(3), 639-646.
- Dinh, T. T. H., & Bonner, A. (2023). Exploring the relationships between health literacy, social support, self-efficacy and self-management in adults with multiple chronic diseases. *BMC health services research*, 23(1), 923.
- Dirik, E. Z. G. İ., Gürdoğan, E., & Aksoy, B. (2025). Kronik Hastalığı Olan Bireylerin Sağlık Okuryazarlık ve COVID-19'a Yönelik Bilgi Düzeyleri Arasındaki İlişki. *Journal of Academic Research in Nursing*, 11(1).
- Gökmen, E., & Öztürk, Y. E. (2025). Genel Özyeterlilik Düzeyinin Kronik Hastalık Öz Yönetimine Etkisinin İncelenmesi: Konya İli Örneği. *International Anatolia Academic Online Journal Health Sciences*, 11(2), 685-702.
- Jones, L. M., Rosemberg, M. A. S., & Wright, K. D. (2017). Opportunities for the advanced practice nurse to enhance hypertension knowledge and self-management among African American women. *Clinical Nurse Specialist*, 31(6), 311-318.

- Kumsar, A. K., & Yılmaz, F. T. (2014). Kronik hastalıklarda yaşam kalitesine genel bakış. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 2(2), 62-70.
- Liu, X., Gan, X., Ren, G., Mao, Z., Hu, J., Sha, C., & Wu, J. (2025). Path analysis of the influence of digital health literacy on self-management behaviour among elderly patients with chronic diseases in rural China. *BMC geriatrics*, 25(1), 293.
- Merati-Fashi, F., Dalvandi, A., & Yekta, Z. P. (2022). Health information seeking and its achievements in patients with chronic disease. *The Journal for Nurse Practitioners*, 18(4), 411-416.
- Murugan, Y., Parmar, A., Hirani, M. M., Babaria, D. L., & Damor, N. C. (2024). Self-care practices and health-seeking behaviors among older adults in urban Indian slums: a mixed methods study. *Cureus*, 16(4).
- National Health Council. About chronic diseases. https://nationalhealthcouncil.org/wpcontent/uploads/2019/12/NHC_Files/Pdf_Files/AboutChronicDisease.pdf <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>, Erişim tarihi: 07.03.2026
- Neşe, A., Bakir, E., Bağlama, S. S., & Karasu, F. (2021). Tip 2 diyabet hastalarında sağlık okuryazarlığı düzeyinin diyabet öz bakımı üzerine etkisi: klinik tabanlı bir çalışma. *Türkiye Klinikleri J Health Sci*, 6(1), 112-119.
- Ngai, S. S. Y., Cheung, C. K., Ng, Y. H., Shang, L., Tang, H. Y., Ngai, H. L., & Wong, K. H. C. (2021). Time effects of supportive interaction and facilitator input variety on treatment adherence of young people with chronic health conditions: A dynamic mechanism in mutual aid groups. *International journal of environmental research and public health*, 18(6), 3061.
- Özdelikara, A., Taştan, A., & Atasayar, B. Ş. (2020). Kronik hastalıklarda öz bakım yönetimi ve uyumun değerlendirilmesi. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1), 42-49.
- Özişli, Ö. (2023). Sağlık arama davranışı üzerine bir saha çalışması. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2023(1), 40-47.
- Öztürk, Y. E., Yeşildal, M., Arık, Ö., & Fidan, Y. (2021). Kronik hastalık öz yönetim ölçeğinin türkçe geçerlilik güvenilirliği. *Journal of Academic Value Studies*, 7(3), 375-381.
- Ren, C., Deng, Z., Hong, Z., & Zhang, W. (2019). Health information in the digital age: an empirical study of the perceived benefits and costs of seeking and using health information from online sources. *Health Information & Libraries Journal*, 36(2), 153-167.
- Sağlığın Geliştirilmesi Genel Müdürlüğü. (2020, Aralık 20). *Türkiye'nin sağlık okuryazarlığı düzeyi ölçüldü*. T.C. Sağlık Bakanlığı. <https://sggm.saglik.gov.tr/TR,57003/turkiyenin-saglik-okuryazarligi-duzeyi-olculdu.html>
- Saygılı, Z., & Yılmaz, A. (2023). Association of chronic disease self-management with health locus of control study on diabetic patients. *Ankyra Medical Journal*, 107-113.
- Şentürk, S. G. (2021). Kronik hastalıkların yönetiminde öz yönetim stratejilerinin önemi ve hemşirenin rolü. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(1), 9-13.
- Türkiye Bulaşıcı Olmayan Hastalıklar ve Risk Faktörleri Kohort Çalışması. Sağlık Bakanlığı Yayın No 1246, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 2021.
- Xu, X. Y., Leung, A. Y. M., & Chau, P. H. (2018). Health literacy, self-efficacy, and associated factors among patients with diabetes. *HLRP: Health Literacy Research and Practice*, 2(2), e67-e77.
- Van Der Heide, I., Ueters, E., Rademakers, J., Struijs, J. N., Schuit, A. J., & Baan, C. A. (2014). Associations among health literacy, diabetes knowledge, and self-management behavior in adults with diabetes: results of a dutch cross-sectional study. *Journal of health communication*, 19(sup2), 115-131.
- Yaman, Z., & Atalay, H. N. (2024). Bireylerin sağlık algısının sağlık arama davranışı ile ilişkisinin incelenmesi. *The Journal of International Educational Sciences*, (25), 189-202.
- Yazıcıoğlu, İ., & Bağcıvan, G. (2022). Kronik Hastalık Yönetim Modelleri: Geleneksel Derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 14(4).

- Yıldırım, J. G., & Dereli, F. (2026). Kronik Hastalıkların Öz-Yönetiminde Elektronik Sağlık Okuryazarlığı ve Sağlıkta İşbirliğinin İncelenmesi: Aile Sağlığı Merkezi Örneği. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 11(1), 185-192.
- Yönt, G. H. (2023). Kronik hastalıklarda bakım bağımlılığı ile ilgili literatürün gözden geçirilmesi. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 8(2), 575-578.
- Zaghloul, H., Fanous, K., Ahmed, L., Arabi, M., Varghese, S., Omar, S., ... & Arayssi, T. (2025). Digital health literacy in patients with common chronic diseases: systematic review and meta-analysis. *Journal of medical Internet research*, 27, e56231.
- Zhao, Y. C., Zhao, M., & Song, S. (2022). Online health information seeking among patients with chronic conditions: integrating the health belief model and social support theory. *Journal of Medical Internet Research*, 24(11), e42447.
- Zuhur, Ş., & Özpancar, N. (2017). Türkiye’de kronik hastalık yönetiminde hemşirelik modellerinin kullanımı: sistematik derleme. *Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi*, 19(2), 57-74.

METABOLİK SENDROM HASTALARINDA İLACA VE AKDENİZ DİYETİNE UYUM DÜZEYİ İLE MYOKARD İNFARKTÜSÜ GEÇİRME RİSK ALGISININ BELİRLENMESİ

Öğrenci Hemşire Nazar ENÇİ¹, Öğrenci Hemşire Gülçin ALBAYRAK², Prof. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ³

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Sakarya, Türkiye, mail adresi, 22060303016@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0008-9089-3020

²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Sakarya, Türkiye, 22060303116@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0004-6015-7349

³Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Sakarya, Türkiye, feridetaskinyilmaz@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0568-5902

Özet

Metabolik Sendrom (MetS), günümüzde sıklığı gün geçtikçe artan, özellikle oluşturduğu vasküler hastalıklar nedeni ile morbidite ve mortaliteye neden olan kronik metabolik hastalıklardan biridir. MetS’da hastalığın yönetim hedefleri, insülin direncine neden olan risk faktörlerinin yaşam şekli değişiklikleri ile kontrol altına alınması ve klinik hedeflere ulaşmak amacıyla ilaç tedavisinin uygulanmasıdır. Bu çalışma, MetS hastalarında ilaca ve Akdeniz diyetine uyum düzeyi ile MI geçirme risk algısının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Tanımlayıcı ve kesitsel dizaynda gerçekleştirilen çalışmaya, bir kamu hastanesinin iç hastalıkları polikliniklerine başvuran ve diyabet, hipertansiyon ve dislipidemi bileşenlerini içeren ve MetS tanısı ile takip edilen, daha önce Myokard İnfarktüsü (MI) geçirmeyen 44 hasta dahil edilmiştir. Veriler hasta tanılama formu, İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği ve Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmada hastaların İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği toplam puan ortalaması 5.79 ± 1.70 olup, ilaç uyum düzeylerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Hastaların Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği toplam puan ortalamasının ise 5.84 ± 1.79 olduğu, %47.7’sinin uyum düzeyinin düşük ve %47.7’sinin orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Hastaların %95.5’inin kendisini MI geçirme açısından riskli gördüğü ve %68.2’sinin gelecekte MI geçirme ihtimalinin çoğu insandan daha yüksek olduğunu düşündüğü saptanmıştır. Hastalara MI geçirme açısından risk değerlendirmesi yapması istendiğinde, hastalar tarafından 0-100 arasında işaretlenen risk algı puan ortalamasının 68.63 ± 14.07 olduğu tespit edilmiştir. Hastaların MI geçirme açısından risk algı puan ortalaması ile İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği genel puan ortalaması karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). Bununla birlikte, hastaların MI geçirme açısından risk algı puan ortalaması ile Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği genel puan ortalaması karşılaştırıldığında, aralarında negatif yönde anlamlı ilişki olduğu görülmüştür ($p < 0.01$). Sonuç olarak, bu çalışmada MetS hastalarının neredeyse tamamına yakınının kendisini MI geçirme açısından riskli gördüğü ve büyük çoğunluğunun gelecekte MI geçirme ihtimalinin çoğu insandan daha yüksek olduğunu düşündüğü belirlenmiştir. Ayrıca, MI geçirme açısından risk algısı yüksek hastaların Akdeniz diyetinde uyumlarının düşük olduğu, ilaç uyumu açısından ise farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Metabolik sendrom, myokard infarktüsü, risk, ilaç uyumu, Akdeniz diyeti

DETERMINING THE PERCEIVED RISK OF MYOCARDIAL INFARCTION IN PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME BASED ON ADHERENCE TO MEDICATION AND THE MEDITERRANEAN DIET**Nursing Student Nazar ENCI¹, Nursing Student Gülçin ALBAYRAK², Prof. Feride TAŞKIN YILMAZ³****¹Sakarya University of Applied Sciences Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Sakarya, Türkiye, mail adresi, 22060303016@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0008-9089-3020****²Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Sakarya, Türkiye, 22060303116@subu.edu.tr, ORCID ID: 0009-0004-6015-7349****³Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Sakarya, Türkiye, feridetaskinyilmaz@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0568-5902****Abstract**

Metabolic Syndrome (MetS) is a chronic metabolic disorder whose prevalence is increasing day by day and which leads to morbidity and mortality, particularly due to the vascular diseases it causes. The management goals for MetS include controlling the risk factors that cause insulin resistance through lifestyle changes and administering medication to achieve clinical targets. This study was conducted to determine the level of adherence to medication and the Mediterranean diet, as well as the perceived risk of myocardial infarction (MI), in patients with MetS. Conducted as a descriptive and cross-sectional study, the research included 44 patients who presented to the internal medicine outpatient clinics of a public hospital, were diagnosed with MetS (which includes the components of diabetes, hypertension, and dyslipidemia), and had not previously experienced a myocardial infarction (MI). Data were collected using a patient diagnosis form, the Medication Adherence Report Scale, and the Mediterranean Diet Adherence Scale. The mean total score on the Medication Adherence Report Scale was 5.79 ± 1.70 , indicating a very low level of medication adherence. The mean total score on the Mediterranean Diet Adherence Scale was 5.84 ± 1.79 , with 47.7% of patients exhibiting low adherence and 47.7% exhibiting moderate adherence. It was found that 95.5% of patients considered themselves at risk for MI, and 68.2% believed their likelihood of experiencing an MI in the future was higher than that of most people. When patients were asked to assess their risk of having a myocardial infarction (MI), the average risk perception score—rated by patients on a scale of 0 to 100—was found to be 68.63 ± 14.07 . When the average risk perception score regarding MI risk was compared with the average total score on the Medication Adherence Report Scale, no statistically significant relationship was found between them ($p>0.05$). However, when the average risk perception score regarding MI risk was compared with the average total score on the Mediterranean Diet Adherence Scale, a statistically significant negative correlation was observed ($p<0.01$). In conclusion, this study found that nearly all patients with MetS perceived themselves as being at risk for MI and that the vast majority believed their likelihood of experiencing an MI in the future was higher than that of most people. Additionally, it was determined that patients with a high perceived risk of MI had low adherence to the Mediterranean diet, while there was no difference in medication adherence.

Keywords: Metabolic syndrome, myocardial infarction, risk, medication adherence, Mediterranean diet

1. GİRİŞ

Metabolik sendrom (MetS), diabetes mellitus, dislipidemi ve hipertansiyon gibi sistemik bozuklukların birbirine eklendiği ölümcül bir endokrinopatidir (Metabolik Sendrom Kılavuzu, 2009). Yaşam tarzında değişiklikler, teknolojinin gelişimi, fiziksel aktivite eksikliği, dengesiz ve aşırı beslenme gibi faktörler MetS gelişimine zemin hazırlamaktadır (Karaman ve Akbulut, 2023). MetS, sıklığı dünyada ve Türkiye’de gün geçtikçe artış göstermekte, özellikle oluşturduğu vasküler hastalıklar nedeni ile morbidite ve mortalitede önemli etkiler oluşturmaktadır (Balkan, 2013). Türkiye’de MetS sıklığının meta-analiz ve meta-regresyonu şeklinde incelendiği bir çalışmada, MetS prevalansının %43,3 olduğu, cinsiyete göre incelendiğinde kadınlarda bu oranın %50,4, erkeklerde ise %35,4 olduğu belirlenmiştir (Abacı ve ark, 2018).

Metabolik sendrom, hastanın yaşam kalitesini düşürebilmektedir (Rashvand et al, 2021). Bununla birlikte hastalığın en önemli komplikasyonlarından biri Myokard Infarktüsü (MI) gelişimidir (Bilsel ve ark, 2007). MetS hastalarında, bileşenini oluşturduğu gerek obezite gerekse diyabet varlığı nedeniyle koroner arter hastalığı (KAH) gelişme riski oldukça yüksektir (Dağdelen, Yıldırım ve Erbaş, 2008). Yapılan bir çalışmada, MetS’un akut MI geçiren hastalardaki sıklığının %45,4 olduğu ve bu oranın yüksek olduğu vurgulanmıştır. Aynı çalışmada, anjiyografi sonrası bir ay boyunca takip edilen MetS olan hastaların %13’ünde majör kardiyak olay geliştiği, MetS olmayanlarda ise majör kardiyak olayın gelişmediği belirlenmiştir (Bilsel ve ark, 2007). Başka bir çalışmada da, MetS’un kardiyovasküler hastalık (KVH) riskini iki kat, MI riskini de 1,99 kat artırdığı belirtilmiştir (Mottillo et al, 2010). KAH’nın dünya çapında morbidite ve mortalitenin önde gelen nedenini oluşturduğu göz önüne alındığında, MetS hastalığının yükünü azaltmak oldukça önemlidir (Fahed et al, 2022).

Metabolik sendromda hastalığın yönetim hedefleri, insülin direncine neden olan risk faktörlerinin yaşam şekli değişiklikleri ile kontrol altına alınması ve klinik hedeflere ulaşmak amacıyla ilaç tedavisinin uygulanmasıdır (Metabolik Sendrom Kılavuzu, 2009). MetS gibi kronik hastalıkların tedavilerinde, tedavi başarısını belirleyen en önemli faktörlerden biri tedaviye uyumdur (Demirbaş ve Kutlu, 2020). İlaç tedavisine zayıf uyum tedavinin etkinliğini azaltmakta ve hastalığın prognozunu olumsuz etkilemektedir (Akpınar ve ark, 2023). MetS bileşenlerinden olan diyabet ve hipertansiyon tanısı almış bireylerle yapılan çalışmalarda, hastaların tedaviye uyum düzeylerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir (Eşer ve ark, 2018; Gürdoğan ve Gürdoğan, 2019). Çoklu ilaç kullanan bireylerle yapılan bir çalışmada da, hastaların %46,2’sinin düzenli ilaç kullanmadığı tespit edilmiştir (Demirbaş ve Kutlu, 2020). Literatür incelendiğinde MetS hastalarında tedaviye uyumun incelenmediği görülmektedir. Gerek hastalığın çoklu bileşenden olması, gerekse komplikasyon riskinin yüksek olması göz önüne alındığında, MetS hastalarında ilaç uyumunun değerlendirilmesi ve sürdürülmesi önemlidir.

Metabolik Sendromun yönetiminde farmakolojik tedaviden daha etkili yöntem bireyin yaşam tarzı değişikliğini sağlamasıdır. Özellikle kilonun verilmesi, düzenli egzersiz, sağlıklı beslenme ve sigaranın kesilmesi temel yaşam tarzı değişiklikleri arasında yer almaktadır (Metabolik Sendrom Kılavuzu, 2009). MetS hastalarında beslenmenin düzenlenmesi ile, obezite kontrolünün yanı sıra kan basıncı, glisemi ve lipid düzeyleri de kontrol altına alınabilmektedir (Balkan, 2013). MetS’da beslenme önerisi olarak, LDL kolesterol düzeylerini düşürmeye yardımcı seçenekler olan posa alımı, bitkisel sterol/stanol alımı, kırmızı et ve işlenmiş ürünlerin tüketiminin azaltılması, yağı azaltılmış süt ve süt ürünleri tüketiminin artırılması, alkol alımının ve tuz tüketiminin sınırlandırılması yer almaktadır (Güldemir, 2022). Literatürde Akdeniz diyetinin MetS hastaları için uygun beslenme yöntemi olduğu belirtilmektedir (Salas-Salvado et al, 2015; Veccek et al, 2020). Sağlıklı beslenme önerilerinin doğal bir birleşimi olan Akdeniz diyeti, yüksek sebze, meyve, posa, vitamin, mineral, doymamış yağ ve düşük et ve et ürünleri, doymuş yağ, işlenmiş ürün içeriği ile kan lipid profili kontrolünde etkili olmakla birlikte KVH’a karşı da koruyucu özellik göstermektedir (Kesse-Guyot et al, 2013). Sağlık üzerindeki olumlu etkileri göz önünde tutulduğunda, Akdeniz diyetine uyumun artırılabilmesi için topluma yönelik beslenme eğitimleri düzenlenerek bireylerin bu konuda farkındalığı artırılmalı (Barbaros ve Kabaran, 2014) ve diyetle uyum durumları değerlendirilmelidir.

Günümüzde MetS'un görülme sıklığını azaltmak için alınacak önlemler ve hastalık yönetimi açısından hemşirelere ciddi sorumluluklar düşmektedir. Hemşireler, yaşam tarzı değişikliğini desteklemek amacıyla düzenli aralıklarla eğitim vermeli ve hastaları takip etmelidir (Demirtaş ve Akbayrak, 2016). Ayrıca hemşirelerin ilaç ve beslenme uyumu gibi hastalık yönetim basamaklarına uyumu değerlendirmesi, bunun yanı zamanda hastalık komplikasyonlarına ilişkin farkındalığı incelemesi önemlidir. Bu bağlamda çalışma, MetS hastalarında ilaca ve Akdeniz diyetine uyum düzeyi ile MI geçirme risk algısının belirlenmesi amacıyla planlanmıştır. Bu çalışmanın, MetS yönetiminde, hastalara verilecek olan eğitim içeriğinin belirlenmesinde, hastaların sağlık kontrolüne başvurularında hastalık yönetiminin desteklenmesinde sağlık profesyonellerine ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Amacı ve Tipi

Çalışma, MetS hastalarında ilaca ve Akdeniz diyetine uyum düzeyi ile MI geçirme risk algısının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmanın, MetS yönetiminde, hastalara verilecek olan eğitim içeriğinin belirlenmesinde, hastaların sağlık kontrolüne başvurularında hastalık yönetiminin desteklenmesinde sağlık profesyonellerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışma ile bu konuda ulusal ve uluslararası literatürüne ek katkı sağlamak, toplum sağlığı açısından hastalığın yönetimini desteklemek hedeflenmiştir. Çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- MetS hastalarında tedaviye uyum düzeyi nedir?
- MetS hastalarında Akdeniz diyetine uyum düzeyi nedir?
- MetS hastalarında MI geçirme risk algısı düzeyi nedir?
- MetS hastalarında tedaviye ve Akdeniz diyetine uyum düzeyi, MI geçirme risk algı düzeyi ile ilişkili midir?

2.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini Eylül – Aralık 2025 tarihleri arasında, Sakarya ili Akyazı ilçesinde bulunan Akyazı Devlet Hastanesi iç hastalıkları polikliniklerine başvuran ve MetS tanısı ile takip edilen hastalar oluşturmuştur. Araştırmanın örneklem büyüklüğü bir önceki yılın son çeyreğinde, araştırmanın yapıldığı ilgili birimlere başvuran MetS birey sayısı göz önüne alınarak evreni bilinen örneklem yöntemi kullanılarak $(Nt^2pq/d^2(N-1)+t^2pq)$ hesaplanmıştır. Bu doğrultuda, okuma-yazma bilen, daha öncesinde MI öyküsü bulunmayan, hekim tarafından tanılanmış psikiyatrik hastalık tanısı almamış olan, sözel iletişim engeli bulunmayan ve çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen 18 yaş ve üzeri bireyler çalışma kapsamına alınmıştır.

2.3. Veri Toplama Formları

Veriler hasta tanılama formu, İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği ve Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği kullanılarak elde edilmiştir.

Hasta tanılama formu, üç bölümden oluşmaktadır. Formun ilk bölümünde hastaların sosyodemografik özelliklerini (yaş, medeni durum, eğitim durumu, çalışma durumu, sağlık güvencesi varlığı vb) belirlemeye yönelik 11 soru bulunmaktadır. Formun ikinci bölümünde hastaların hastalık bilgilerini (ne kadar süredir obez olduğu, diyabet ya da hipertansiyon hastası olduğu, hastalık hakkında eğitim alma durumu vb) belirlemeye yönelik yedi soru yer almaktadır. Formun üçüncü bölümü ise, MI geçirme risk algısına yönelik beş soruyu içermektedir. Bu sorular arasında "Sizce gelecekte kalp krizi geçirme ihtimaliniz diğer insanlara göre nasıldır ", "Kalp krizini düşünmek sizde hangi duyguyu hissettiriyor" ve "Kalp krizi geçirme riskinizi verilen çizelge üzerinde işaretleyiniz (0-100 arası risk değerlendirmesi)" şeklindedir.

İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği, Horne, Hankins, and Jenkins (2001) tarafından ilaç uyumunu değerlendirmek amacıyla geliştirilen jenerik bir ölçektir. Ölçeğin Türkçe'ye uyarlaması Şen ve ark. (2019) tarafından yapılmıştır. Beşli likert tipinde olan ölçek, beş maddeden oluşmaktadır. Maddelerden elde edilen puanlar toplanarak toplam ölçek puanı elde edilmekte olup, alınan puanlar 5 ile 25 arasında değişmektedir. Ölçek toplam puanlardaki yükselme uyumluluğu, puanlardaki düşme ise uyumsuzluğu göstermektedir. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ile güvenirlik çalışmasında, Cronbach alpha değeri 0,85 olarak bulunmuştur (Şen ve ark, 2019).

Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği, Martinez-Gonzalez ve ark. (2012) tarafından geliştirilmiştir. Ülkemiz için geçerlilik ve güvenirlik çalışması Bekar ve Goktas(2023) tarafından yapılmıştır. Bu ölçekte, iki tanesi besin tüketim alışkanlıkları ve 12 tanesi besin tüketim sıklığı ile ilişkili olmak üzere toplam 14 adet soru bulunmaktadır. Her bir soru 0 ya da 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Puanlar toplanmakta ve skor ≤ 5 (düşük uyum), 6-9 (orta uyum) ve ≥ 10 (yüksek uyum) şeklinde değerlendirilmektedir. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenirlik çalışmasında Cronbach alfa değeri 0,83 olarak bulunmuştur (Pehlivanoglu ve ark, 2020).

2.4. Araştırmanın Etik Yönü ve Uygulanması

Araştırmaya başlamadan önce Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Etik Kurulu'ndan (Karar tarihi: 17.03.2025, karar no: 54/50), araştırmanın yapıldığı kurumdaki ve araştırmaya katılmayı kabul eden bireylerden yazılı onay alınmıştır. Araştırma verileri yüze görüşme tekniği kullanılarak elde edilmiştir. Veri formlarının doldurulmasının ve boy-kilo ölçümlerinin yapılması yaklaşık 25-30 dakika sürmüştür.

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, SPSS 29.0 programı kullanılmıştır. Çalışmada tanımlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma) yanı sıra ölçekler arasındaki ilişkinin karşılaştırılmasında Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. Ayrıca MI geçirme açısından risk algı puan ortalaması ile ölçekler arasındaki ilişkinin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş ortalaması 64.11 ± 9.56 yıl (min=42, maks=80) olup, %52.3'ü 65 yaş ve üzerindedir. Katılımcıların %56.8'i kadın, tamamı evli, %52.3'ü ortaokul mezunu, %84.1'i herhangi bir işte çalışmamakta ve %84.1'i gelirini iyi olarak değerlendirmektedir. MetS hastalarının %20.5'i halen sigara içmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Hastaların kişisel özelliklerinin dağılımı (n=44)

Özellikler		n	%
Yaş	65 yaş altı	21	47.7
	65 yaş ve üzeri	23	52.3
Cinsiyet	Kadın	25	56.8
	Erkek	19	43.2
Medeni durum	Evli	46	100.0
	Bekar	0	0.0
	Okur-yazar	3	6.8
Eğitim durumu	İlkokul	18	40.9
	Ortaokul	23	52.3
Çalışma durumu	Çalışıyor	7	15.9
	Çalışmıyor	37	84.1
	İyi	4	9.1
Gelir durumu algısı	Orta	37	84.1
	Kötü	3	6.8
	Halen içiyor	9	20.5
Sigara kullanma durumu	Hiç içmemiş	26	59.0
	Bırakmış	9	20.5
	Halen içiyor	0	0.0
Alkol kullanma durumu	Hiç içmemiş	42	95.5
	Bırakmış	2	4.5

Hastaların obezite süresi ortalaması 34.54 ± 13.92 , diyabet süresi ortalaması 18.77 ± 10.98 ve hipertansiyon süresi ortalaması 15.15 ± 9.63 yıldır. Katılımcıların %81.8'i birinci derece obezdir. Katılımcıların %40.9'unun MetS dışında başka kronik hastalık bulunmakta olup, bu hastalıklar incelendiğinde sıklıkla %18.2'sinde kronik böbrek yetmezliği, %15.9'unda kronik obstrüktif akciğer hastalığı ya da astım ve %11.3'ünde kalp yetmezliği olduğu görülmüştür. Hastaların sadece %9.1'i MetS hakkında doktor ya da hemşireden eğitim aldığını belirtmiştir. Katılımcıların çoğu (%79.5) genel sağlık durumunu orta düzeyde değerlendirmiştir (Tablo 2).

Hastaların MI risk algısına ilişkin özellikleri incelendiğinde; %65.9'unun ailesinde ya da birinci derece yakınlarında MI geçiren birey bulunduğu, %95.5'inin kendisini MI geçirme açısından riskli gördüğü ve %68.2'sinin gelecekte MI geçirme ihtimalinin çoğu insandan daha yüksek olduğunu düşündüğü belirlenmiştir. Ayrıca katılımcıların %47.7'si MI'nü düşünmenin kendisinde kaygı hissettirdiğini ifade etmiştir. Hastalara MI geçirme açısından risk değerlendirmesi yapması istendiğinde, hastalar tarafından 0-100 arasında işaretlenen risk algı puan ortalamasının 68.63 ± 14.07 olduğu görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 2. Hastaların hastalık ile ilgili özelliklerinin dağılımı

Özellikler	Ortalama±SS
Obezite süresi (yıl)	34.54±13.92 (min=10, maks=55)
Dişabet süresi (yıl)	18.77±10.98 (min=3, maks=40)
Hipertansiyon süresi (yıl)	15.15±9.63 (min=3, maks=40)
	n %
Obezite derecesi	1. derece obezite (30-34.9 kg/m ²) 36 81.8
	2. derece obezite (35-39.9 kg/m ²) 6 13.6
	3. derece (morbid) obezite (>40 kg/m ²) 2 4.5
Mets dışında başka kronik hastalık varlığı	Var 18 40.9
	Yok 26 59.1
	Kronik Böbrek Yetmezliğı 8 18.2
	KOAH/Astım 7 15.9
Var olan diğerk kronik hastalıklar*	Kalp Yetmezliğı 5 11.3
	Demans 1 2.3
	Epilepsi 1 2.3
Hastalığı hakkında doktor ya da hemşireden eğitim alma durumu	Evet 4 9.1
	Hayır 40 90.9
	İyi 1 2.3
Genel sağılığı değerklendirmesi	Orta 35 79.5
	Kötü 8 18.2

*Birden fazla işaretlendiğınden dolayı n sayısı artmıştır.

Hastaların İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeğı toplam puan ortalaması 5.79±1.70 olup, ölçekten alınabilecek minimum ve maksimum puan aralığı göz önüne alındığında ilaç uyum düzeylerinin oldukça düşük olduğı görülmüştür. Hastaların Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeğı toplam puan ortalamasının ise 5.84±1.79 olduğı, ölçek kesme puanına göre %47.7'sinin uyum düzeyinin düşük ve %47.7'sinin orta düzeyde olduğı belirlenmiştir (Tablo 4).

Hastaların MI geçirme açısından risk algı puan ortalaması ile İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeğı genel puan ortalaması karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı görülmüştür (p>0,05). Bununla birlikte, hastaların MI geçirme açısından risk algı puan ortalaması ile Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeğı genel puan ortalaması karşılaştırıldığında, aralarında negatif yönde anlamlı ilişki olduğı görülmüştür (p<0.01). Ayrıca hastaların Akdeniz Diyetine uyum düzeylerine göre inceleme yapıldığında, düşük uyum düzeyine sahip hastaların MI geçirme açısından risk algı puan ortalamasının istatistiksel olarak daha yüksek olduğı saptanmıştır (p<0.05) (Tablo 5).

Tablo 3. Hastaların Myokard İnfarktüsü risk algısına ilişkin özelliklerinin dağılımı

Özellikler		n	%
Ailede ya da birinci derece yakınlarında MI geçiren birey varlığı	Var	29	65.9
	Yok	15	34.1
Kendini MI geçirme açısından riskli görme durumu	Evet	42	95.5
	Hayır	2	4.5
Diğer insanlara göre gelecekte MI geçirme ihtimali	Çoğu insanla aynı	14	31.8
	Çoğu insandan yüksek	30	68.2
	Çoğu insandan düşük	0	0.0
MI düşünmenin hissettirdiği duygu	Endişe	6	13.6
	Kaygı	21	47.7
	Korku	14	31.8
	Hissettiği duygu yok	3	6.8
MI geçirme açısından risk algı puanı (Ortalama±SS)		68.63±14.07 (min=10, maks=90)	

Tablo 4. Hastaların İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği ve Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği Puan Ortalamalarının Dağılımı

Ölçekler	Alınabilecek min max	İşaretlenen min max	Ort±SS	n	%
İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği					
Genel	5-25	5-15	5.79±1.70		
Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği					
Genel	0-14	1-10	5.84±1.79		
Uyum düzeyi					
Düşük uyum	0-5			21	47.7
Orta uyum	6-9			21	47.7
Yüksek uyum	10-14			2	4.6

Tablo 5. Hastaların MI geçirme açısından risk algı puan ortalaması ile İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği ve Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Ölçekler	MI geçirme açısından risk algı puanı		
	Ort±SS	Test	p
İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği		r=-0.196	0.203
Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği		r=-0.479	<0.001*
Akdeniz Diyetine Uyum Düzeyi			
Düşük uyum	73.33±9.12	Z=7.703	0.021**
Orta uyum	67.61±11.35		
Yüksek uyum	30.00±28.28		

*p<0.01; **p<0.05

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Günümüzde dünya nüfusunun yaşlanması, hızlı kentleşme sonucu meydana gelen stresörler, gelişen teknoloji ile fiziksel aktivitenin azalması, beslenme alışkanlıklarının değişmesi gibi nedenlerden dolayı obezite, diyabet, hipertansiyon gibi kronik hastalıkların görülme sıklığı artmaktadır (Kumsar ve Yılmaz, 2014). Bu çalışmada, MetS hastalarının %81.8'inin birinci derece obez olduğu görülmüştür. Diyabetli bireylerle yapılan bir çalışmada, katılımcıların %21'inin fazla kilolu ve %76'sının obez olduğu bulunmuştur (Bakır ve Zengin, 2023). Hipertansiyon hastaları ile yapılan bir çalışmada da, %38,8'inin fazla kilolu ve %27,3'ünün obez olduğu tespit edilmiştir (Demirören ve ark, 2020). MetS, komorbid bir hastalık olup, diyabet ve hipertansiyona ek olarak obezite de MetS'un önemli bir bileşenidir. Bu çalışmada, MetS hastalığının içerisinde obezite'nin de olmasına bağlı olarak obezite görülme oranı yüksek bulunmuştur.

Çalışmada hastaların sadece %9.1'inin MetS hakkında doktor ya da hemşireden eğitim aldığı belirlenmiştir. Literatüre bakıldığında bir araştırma da tip 2 diyabet tanılı hastaların %19,6'sı, hastalık tanısı aldıktan sonra diyabet yönetimi hakkında eğitim aldıkları belirtilmiştir (Küçük ve ark, 2023). Bu çalışmada, MetS hastalarının sağlık profesyonellerinden eğitim alma oranı düşük gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin hastaların MetS hastalığı içerisinde olan diyabet, hipertansiyon gibi hastalıkları için ayrı ayrı eğitim almış olabileceği ancak bütüncü olarak MetS'in ayrı bir hastalık olarak değerlendirilmesinden kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada hastaların %95.5'inin kendisini MI geçirme açısından riskli gördüğü ve %68.2'sinin gelecekte MI geçirme ihtimalinin çoğu insandan daha yüksek olduğunu düşündüğü belirlenmiştir. Literatürde bu konu ile ilgili benzer çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte elde edilen bulgu MetS hastalarının, hastalığa bağlı kardiyovasküler etkilenme olabileceğinin farkındalığı açısından önemlidir. MetS'un primer perkütan koroner girişim sonrası erken dönemde majör kardiyak olay gelişimi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, MetS olan hastalarda girişim sonrası erken dönemde MI gelişme riskinin daha fazla olduğu bulunmuştur (Bilsel ve ark, 2007). Bu çalışmada, MetS hastalarının çoğunun MI gelişimi açısından kendilerini riskli değerlendirmesi, diyabet, hipertansiyon, obezite gibi çoklu hastalığa sahip olma algısından da kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada hastaların İlaç Uyumunu Bildirim Ölçeği toplam puan ortalaması 5.79±1.70 olup, ölçekten alınabilecek minimum ve maksimum puan aralığı göz önüne alındığında ilaç uyum düzeylerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Literatürde yapılan başka bir çalışmada, hipertansif olan hastaların ilaç uyum düzeyinin orta olduğu saptanmıştır (Emre ve ark. 2025). Tip 2 diyabetli bireylerle yapılan bir çalışmada da, katılımcıların ilaca uyumlarının düşük olduğu tespit edilmiştir (Baykal ve Kapucu, 2015). Bu çalışmada da MetS hastalarında

tedaviye uyumun düşük olması, hastalığın kombibe olmasından, hastaların çoklu ilaç kullanımından, hastalık hakkında eğitimlerinin yetersizliğinden kaynaklanmış olabilir.

Çalışmada hastaların Akdeniz Diyetine Uyum Ölçeği toplam puan ortalamasının 5.84 ± 1.79 olduğu, ölçek kesme puanına göre %47.7'sinin uyum düzeyinin düşük ve %47.7'sinin orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Literatürde MetS hastaları ile yapılan bir çalışma bulunmamakla birlikte fazla kilolu ve obez bireylerin çoğunluğunu oluşturduğu koroner arter hastalığı tanısı olan hastalarla yapılan bir çalışmada, Akdeniz diyetine uyumun genel olarak düşük olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada, hastaların %56.03'ünün Akdeniz diyetine uyumunun düşük düzeyde olduğu, sadece %11.2'sinin Akdeniz diyetine uyumunun yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir (Özkan ve ark, 2022). Yapılan başka bir çalışmada ise, tip 1 diyabetlilerin %41,7'sinin, tip 2 diyabetlilerin de %13,8'inin Akdeniz tipi beslenme alışkanlığına sıkı uyumlu sağladığı tespit edilmiştir (Köksal ve ark, 2024). Bu çalışmada, katılımcıların hastalık yönetimi için gerekli olan Akdeniz diyetine uyum konusunda hastaların bilinçlendirilmesi gerektiği ortaya konmuştur.

Çalışmada hastaların MI geçirme açısından risk algısı ile ilaç uyumu arasında ilişki olmadığı görülmüştür. Literatürde bu konuyla ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte elde edilen çalışma bulgusu, hastaların ilaç uyumlarının düşük olmasından kaynaklı olabilir. Bu bulgu da, hastaların her ne kadar kendilerini MI geçirme açısından riskli görse de ilaç uyumlarına dikkat etmediklerini göstermektedir.

Çalışmada, Akdeniz diyetinde düşük uyum düzeyine sahip hastaların MI geçirme açısından risk algılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Literatürde Akdeniz diyetinin MetS ve kardiyometabolik hastalıkların prevalansının azaltılmasında etkili bir yaşam biçimi müdahalesi olarak önerildiği belirtilmektedir (Hızlıgüldemir, 2022). Bununla birlikte bu çalışmaya benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgu, hastaların kendilerini MI açısından riskli görmelerine rağmen hastalık yönetiminde önerilen diyetle uyum sağlayamadıklarını göstermektedir. Hastalık yönetimi açısından bu bulgu düşündürücü olup sağlık profesyonellerinin bu konuda hastaları desteklemesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç

Bu çalışmada MetS hastalarının neredeyse tamamına yakınının kendisini MI geçirme açısından riskli gördüğü ve büyük çoğunluğunun gelecekte MI geçirme ihtimalinin çoğu insandan daha yüksek olduğunu düşündüğü belirlenmiştir. Ayrıca, MI geçirme açısından risk algısı yüksek hastaların Akdeniz diyetinde uyumlarının düşük olduğu, ilaç uyumu açısından ise farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Buna yönelik olarak sağlık profesyonellerinin MetS hastalarına, hastalık ve komplikasyon yönetimi ile ilgili eğitim vermesi, hastaların hastalık yönetimini izlemesi ve gerektiğinde danışmanlık desteği sunması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abacı A, Kılıçkap M, Göksülük H, Karaaslan D, Barçın C, Kayıkçıoğlu M, ve ark. Data on prevalence of metabolic syndrome in Turkey: Systematic review, meta-analysis, and meta-regression of epidemiological studies on cardiovascular risk factors. *Turk Kardiyol Dern Ars* 2018;46(7):591-601. doi: 10.5543/tkda.2018.00878.
- Akpınar CV, Mandıracıoğlu A, Özvurmaz S, Kurt F, Koç N. Kırsal bir bölgede kronik hastalığı olan bireylerin tedaviye uyumu ve sağlık okuryazarlığı. *Ege Tıp Dergisi*. 2023;62(3):406-417.
- Bakır GG, Zengin N. Diyabetli bireylerde kronik hastalık öz yönetimi ve etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*. 2023;5(1):9-17.
- Balkan F. Metabolik Sendrom. *Ankara Medical Journal*. 2013;13(2):85-90.
- Barbaros B, Kabaran S. Akdeniz diyeti ve sağlığı koruyucu etkileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*. 2014;42(2):140-147.
- Baykal A, Kapucu S. Tip 2 diyabetes mellituslu hastaların tedavilerine uyumlarının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*. 2015; 2(2), 44-58. <https://izlik.org/JA96UZ23GD>
- Bekar C, Goktas Z. Validation of the 14-item Mediterranean diet adherence screener. *Clin Nutr ESPEN*. 2023;53:238-243. doi: 10.1016/j.clnesp.2022.12.026.
- Bilsel T, Esen A, Aslan V, Tayyareci G, Engin Ö, Ünal Ş, Akgöz H. Primer perkütan koroner girişim uygulanan ST-segment yükselmeli akut miyokard infarktüsülü hastalarda metabolik sendrom varlığının majör kardiyak olay gelişimi üzerine etkisi. *Turk Kardiyol Dern Ars*, 2007;35(3):165-169.
- Dağdelen S, Yıldırım T, Erbaş T. Metabolik sendrom tanı kriterleri hakkında yaşanan küresel kargaşa: Kılavuzların anlaşılmadığı nokta nedir? *Anadolu Kardiyol Derg*. 2008;8:149-153.
- Demirören N, Akın B, Benli S. Bir aile sağlığı merkezinde yetişkin bireylerde kan basıncı yüksekliğinin ve ilişkili risk faktörlerinin belirlenmesi. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*. 2020;2(1):34-47.
- Demirtaş A, Akbayrak N. Metabolik Sendrom Yönetiminde Hemşirenin Sorumlulukları. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*. 2016;13(3):196-201. doi:10.5222/HEAD.2016.196.
- Demirtaş N, Kutlu R. Treatment adherence and self-efficacy levels of adults using multiple drugs. *Ankara Med J*. 2020;20(2):269-280. doi: 10.5505/amj.2020.16362.
- Emre N, Poyraz B, Özşahin A, Edirne T. Kırsal bölgede yaşayan hipertansiyonlu bireylerin öz etkililik ve ilaç uyumu. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*. 2025;15(1):264-273.
- Eşer AK, Doğan EN, Kav S, Bulut Y. Tip 2 diabetes mellitus tedavisinde hasta uyumunun değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*. 2018;34(2):64-76
- Fahed G, Aoun L, BouZerdan M, Allam S, BouZerdan M, Bouferraa Y, Assi HI. Metabolic Syndrome: Updates on pathophysiology and management in 2021. *Int J Mol Sci*. 2022;23(2):786. doi: 10.3390/ijms23020786.
- Güldemir HH. Metabolik sendromda tıbbi beslenme tedavisi. *Sağlık Bilimlerinde Değer*. 2022;12(2):366-71. <https://doi.org/10.33631/sabd.1115783>
- Gürdoğan M, Gürdoğan EP. Hipertansiyon hastalarında tedaviye uyum ve ilişkili faktörler. *MN Kardiyoloji* 2019;26(3):147-153.
- Horne R, Hankins M, Jenkins, R. The Satisfaction with Information about Medicines Scale (SIMS): A new measurement tool for audit and research. *Quality and Safety in Health Care*, 2001;10 (open in a newwindow) (3(open in a newwindow)):135–140. doi:10.1136/qhc.0100135
- Kesse-Guyot E, Ahluwalia N, Lassale C. Adherence to Mediterranean diet reduces the risk of metabolic syndrome: a 6-year prospective study. *Nutr Metab Cardiovas Dis*. 2013;23(7):677-683.
- Köksal H, İdiz C, Çalıkoğlu Barbaros B, Hacışahinoğulları H, Yenidünya Yalın G, Soyluk Selçukbiricik Ö, ve ark. Tip 1 ve tip 2 diyabetli bireylerde Akdeniz diyetine bağlılığın ve mikrobiyota farkındalığının

- değerlendirilmesi. 60. Ulusal Diyabet, Metabolizma ve Beslenme Hastalıkları Kongresi, Antalya, Türkiye, 15 - 18 Mayıs 2024, cilt.2024, ss.107-108.
- Kumsar AK, Yılmaz FT. Kronik hastalıklarda yaşam kalitesine genel bakış. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi. 2014;2(2):62-70.
- Küçük S, Uludasdemir D, Karşıgil P, Güven İ. Tip 2 diyabet hastalarında sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının belirlenmesi ve diyabet öz yeterliliği. Turkish Journal of Diabetes and Obesity. 2023;7(2):112-121.
- Martínez-González MA, García-Arellano A, Toledo E, Salas-Salvadó J, Buil-Cosiales P, Corella D, ve ark; PREDIMED Study Investigators. A 14-item Mediterranean diet assessment tool and obesity indexes among high-risk subjects: the PREDIMED trial. PLoS One. 2012;7(8):e43134. doi: 10.1371/journal.pone.0043134.
- Metabolik Sendrom Kılavuzu. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği, BAYT Bilimsel Araştırmalar Basın Yayın ve Tanıtım Ltd. Şti., 2009.
- Mottillo S, Filion KB, Genest J, Joseph L, Pilote L, Poirier P, Rinfret S, Schiffrin EL, Eisenberg MJ. The metabolic syndrome and cardiovascular risk a systematic review and meta-analysis. J am Coll Cardiol. 2010;56(14):1113-1132. doi: 10.1016/j.jacc.2010.05.034.
- Özkan ÖP, Erginbaş Ç. Koroner arter hastalarının akdeniz diyetine bağlılık durumunun değerlendirilmesi. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2022;(16):123-135.
- Rashvand F, Ghorbani A, Esmailzadehha N. Health-related quality of life in adults with metabolic syndrome: Qazvin metabolic disease study, Iran. Asian J Soc Health Behav. 2021;4:69-73.
- Salas-Salvadó J, Guasch-Ferré M, Lee CH, Estruch R, Clish CB, Ros E. Protective Effects of the Mediterranean Diet on Type 2 Diabetes and Metabolic Syndrome. J Nutr. 2015;146(4):920S-927S. doi: 10.3945/jn.115.218487.
- Şen ET, Berk ÖS, Sindel D. The validity and reliability study of the Turkish adaptation of the medical adherence report scale. J Ist Faculty Med. 2019;82(1):52-61. doi: 10.26650/IUITFD.413637
- Veček NN, Mucalo L, Dragun R, Miličević T, Pribisalić A, Patarčić I, ve ark. The association between salt taste perception, mediterranean diet and metabolic syndrome: A cross-sectional study. Nutrients. 2020;12(4):1164.

QUALITY ASSESSMENT OF YOUTUBE VIDEOS ON PLANTAR FASCIITIS**Asst. Prof. Dr. Ebubekir Eravsar****Selçuk University Department of Orthopedics and Traumatology****Selçuklu/Konya/TURKIYE Postal Code: 42130 ORCID: 0000-0003-2940-604X****Abstract**

Objective: Although YouTube's primary purpose is not health education, the number of health-related videos has increased due to the interest of both patients and doctors. However, since YouTube videos do not undergo an editorial process, their quality and reliability are questionable. This study analyzes plantar fasciitis videos on YouTube. The primary aim is to assess overall quality and content adequacy, while the secondary aim is to evaluate whether these are associated with video characteristics, presenters, and themes.

Methods: The first 20 videos from a YouTube search for "plantar fasciitis" were recorded and included in the study. Data collected included view count, days since upload, view ratio, duration, number of comments, presenter type (doctor, physiotherapist, or speaker), and theme (general information or exercise). One orthopedic surgeon evaluated video quality using DISCERN, Journal of the American Medical Association(JAMA) score, and Global Quality Score(GQS). Relationships between video characteristics, presenters, themes, and scores were analyzed using Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis, and Spearman's rho tests.

Results: The median values for the videos were as follows: view count 834,338 (25,501-10,089,518), view ratio 329 (32-3797), duration 451 seconds (60-837), and number of comments 374 (1-8,687). Additionally, the median scores were 24 for DISCERN (19-39), 1 for JAMA (1-2), and 2 for GQS (1-3). No correlation was found between video quality scores and view count, view ratio, duration, or number of comments($p>0.05$). No differences were found in view count, view ratio, duration, number of comments, or quality scores according to video themes or presenter type($p>0.05$).

Conclusion: The overall quality of plantar fasciitis videos is very low. Video characteristics, presenter type, and content theme did not significantly influence quality scores. These findings suggest that YouTube may not be a reliable standalone source for patient education, highlighting the need for better quality control and expert-reviewed content.

Keywords: Fasciitis, Plantar; Social Media; YouTube; Health Information Quality

**ASSOCIATION BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY HABITS AND MUSCULOSKELETAL PAIN
AMONG HEALTH SCIENCES STUDENTS: A CROSS-SECTIONAL STUDY****Fzt. Eriselda Zekaj (First Author)^{1*} / Prof. Dr. Yıldız ANALAY AKBABA (Second Author)²****¹Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Graduate School of Education, Master's Program in Physiotherapy and Rehabilitation, Büyükçekmece, İstanbul, eriseldazekaj@ogr.iuc.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0007-1674-154X>, 05451971563****²Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Büyükçekmece, İstanbul, yildizanalay@iuc.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-8141-6977>, 05323774013****ABSTRACT****BACKGROUND**

Physical activity is a key determinant of musculoskeletal health. However, sedentary behavior has increased among university students, potentially contributing to a higher prevalence of musculoskeletal pain, particularly in the neck and lower back regions.

OBJECTIVE

This study aimed to examine the relationship between physical activity habits and musculoskeletal pain among health sciences students.

METHODS

A total of 115 undergraduate students participated in this cross-sectional study. Data were collected Google Forms an online questionnaire. Physical activity levels were assessed using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), and musculoskeletal pain was evaluated using the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ). Descriptive statistics and Chi-square tests were used for analysis, with a significance level set at $p < 0.05$.

RESULTS

The mean age of participants was 22.72 ± 3.49 years, and the mean BMI was 23.88 ± 5.74 kg/m². A significant association was found between regular physical activity and neck pain within the last 12 months ($p = 0.019$). Additionally, regular exercise was significantly associated with functional limitations due to low back pain ($p = 0.012$). A significant relationship was also observed between physical activity and neck pain in the last 7 days ($p = 0.026$). No significant association was found between physical activity and knee pain ($p > 0.05$).

CONCLUSION

Regular physical activity appears to be associated with certain musculoskeletal outcomes, particularly neck pain and low back-related functional limitations. However, this relationship is not consistent across all body regions. Further studies using advanced statistical methods are needed.

KEYWORDS

Physical Activity, Musculoskeletal Pain, Students, Exercise.

ASSOCIATION BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY HABITS AND MUSCULOSKELETAL PAIN AMONG HEALTH SCIENCES STUDENTS: A CROSS-SECTIONAL STUDY

INTRODUCTION

Physical activity is widely recognized as a fundamental component of a healthy lifestyle and plays a crucial role in maintaining musculoskeletal health. Regular physical activity contributes to improved muscle strength, joint stability, and overall physical function, while also reducing the risk of chronic diseases. Despite these well-documented benefits, modern lifestyles have become increasingly sedentary, particularly among university students. (Tigli et al., 2020)

University students represent a unique population characterized by prolonged sitting durations, intensive academic workloads, and increased screen exposure. These factors collectively contribute to a sedentary lifestyle, which has been associated with a higher prevalence of musculoskeletal disorders. Among these, neck pain and low back pain are the most commonly reported complaints, often affecting students' quality of life and academic performance. (El-Metwally et al. 2006)

Previous studies have demonstrated that low levels of physical activity are associated with an increased prevalence of musculoskeletal pain. However, the relationship between physical activity and musculoskeletal symptoms is complex and may vary depending on the body region, individual characteristics, and environmental factors. While some studies suggest that higher physical activity levels reduce musculoskeletal pain, others indicate that excessive or improper physical activity may also contribute to such complaints. (Alsaadi, 2022).

In this context, reliable and standardized assessment tools are essential for evaluating both physical activity and musculoskeletal symptoms. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) is widely used to assess physical activity levels, while the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) is a validated instrument for identifying musculoskeletal pain across different body regions. (Craig et al., 2003).

Given the increasing prevalence of sedentary behavior and musculoskeletal complaints among university students, it is important to better understand the relationship between these variables. Therefore, the aim of this study was to investigate the association between physical activity habits and musculoskeletal pain among health sciences students.

MATERIALS AND METHODS

Study Design

This study was designed as a cross-sectional observational study aimed at evaluating the relationship between physical activity habits and musculoskeletal pain.

Participants

A total of 115 undergraduate students enrolled in health sciences programs voluntarily participated in the study. Inclusion criteria included being a registered student in a health sciences faculty, providing informed consent, and completing the questionnaire fully. Participants with incomplete responses were excluded from the analysis.

Data Collection

Data were collected Google Forms an online survey distributed via social media platforms. Participation was voluntary, and all responses were self-reported.

The survey consisted of three main sections. The first section included demographic information such as age, gender, and body mass index (BMI). The second section focused on the assessment of physical activity levels

using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). The third section evaluated musculoskeletal pain using the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ).

Regarding outcome measures, physical activity levels were categorized according to IPAQ scoring protocols. Musculoskeletal pain was assessed across different body regions, including the neck, back, and knee. In addition, functional limitations related to pain were recorded and evaluated.

Participants reported pain experienced within the last 12 months and the last 7 days.

Statistical Analysis

Descriptive statistics were calculated for all variables. Continuous variables were presented as mean $\pm$ standard deviation. Categorical variables were expressed as frequencies and percentages.

The Chi-square test was used to examine associations between physical activity and musculoskeletal pain. A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant.

Although multivariate analyses were not conducted, potential confounding factors such as BMI and lifestyle habits were considered during interpretation.

RESULTS

The mean age of participants was 22.72 ± 3.49 years, and the mean BMI was 23.88 ± 5.74 kg/m².

Table 1. Descriptive characteristics of participants (Age and BMI)

Variable	Mean	SD
Age (years)	22.72	3.49
BMI (kg/m ²)	23.88	5.74

Analysis revealed a statistically significant association between regular physical activity and neck pain experienced within the past 12 months ($p = 0.019$). Participants who engaged in regular exercise reported lower prevalence of neck pain compared to those who did not.

Table 2. Relationship between regular exercise and neck pain (12 months)

Neck Pain (12 months)	Exercise (Yes)	Exercise (No)
Yes	19	54
No	20	22

Additionally, a significant relationship was found between regular physical activity and functional limitations due to low back pain ($p = 0.012$). Students who exercised regularly were less likely to report functional impairment associated with low back pain.

Table 3. Relationship between regular exercise and functional limitation due to low back pain.

Functional limitation (low back)	Exercise (Yes)	Exercise (No)
Yes	4	24
No	35	52

Furthermore, neck pain reported within the last 7 days was significantly associated with physical activity levels ($p = 0.026$).

However, no statistically significant associations were observed between physical activity and knee pain or other musculoskeletal complaints ($p > 0.05$).

DISCUSSION

The findings of this study indicate that physical activity is significantly associated with certain musculoskeletal outcomes, particularly neck pain and low back-related functional limitations. These results are consistent with previous studies suggesting that regular physical activity may have a protective effect on musculoskeletal health.

One possible explanation for the observed association between physical activity and reduced neck pain is the role of exercise in improving posture and strengthening cervical and upper back muscles. Similarly, regular physical activity may enhance core stability, thereby reducing the risk of low back pain and associated functional limitations.

However, the lack of association between physical activity and knee pain suggests that different mechanisms may be involved in the development of musculoskeletal complaints in different body regions. Factors such as biomechanics, joint loading, and individual movement patterns may play a more significant role in knee pain.

Another important consideration is the role of sedentary behavior. Prolonged sitting, which is common among university students, may contribute to musculoskeletal strain regardless of physical activity levels. Therefore, reducing sedentary time may be as important as increasing physical activity.

This study has several limitations. First, the cross-sectional design does not allow for causal inferences. Second, data were self-reported, which may introduce recall bias. Third, the absence of multivariate analysis limits the ability to control for confounding variables.

Future research should include larger sample sizes and employ advanced statistical methods such as regression analysis to better understand the relationship between physical activity and musculoskeletal pain.

CONCLUSION

This study demonstrates that physical activity is associated with certain musculoskeletal outcomes among health sciences students, particularly in relation to neck pain and low back-related functional limitations. However, this relationship is not uniform across all body regions.

Encouraging regular physical activity and reducing sedentary behavior may play an important role in promoting musculoskeletal health in this population. Further research is needed to confirm these findings and explore underlying mechanisms.

REFERENCES

- Alsaadi, S. M. (2022). Musculoskeletal pain in undergraduate students and its association with physical activity and psychological stress. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 13929.
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381–1395.
- El-Metwally, A., Salminen, J. J., Auvinen, A., Kautiainen, H., & Mikkelsen, M. (2006). Risk factors for development of non-specific musculoskeletal pain in preteens and early adolescents. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7, 1–10.
- Kahraman, T., Genç, A., & Göz, E. (2016). The Nordic Musculoskeletal Questionnaire: Cross-cultural adaptation into Turkish assessing its psychometric properties. *Disability and Rehabilitation*, 38(21), 2153–2160.
- Tigli, A., Altıntaş, A., & Aytar, A. (2020). Üniversite öğrencilerinde kas-iskelet sistemi ağrıları ve fiziksel aktivite düzeyi arasındaki ilişki. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 12(2), 101–108.
- Zheng, L., Wang, X., Li, J., & Chen, Y. (2024). Association between physical activity and musculoskeletal pain among university students. *Scientific Reports*, 14, 77888

**MİNDFULNESS VE ÜÇÜNCÜ DALGA PSİKOTERAPİ YAKLAŞIMLARININ PSİKİYATRİ
HEMŞİRELİĞİNDE KULLANIMI: BİR DERLEME****Dr. Öğretim Üyesi Tuba GEÇDİ¹****¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Psikiyatri
Hemşireliği AD, tubagecdi@ksu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1483-0852>****Özet**

İnsanın psikolojik işlevselliği; bilişsel süreçler, duygular ve davranışlar arasındaki karşılıklı etkileşimin bir bütünüdür. Güncel psikopatoloji modelleri bu dinamik ilişkiye vurgu yaparken, bilişsel davranışçı terapi yaklaşımları da bu yapıyı temel almaktadır. Ancak ilk iki dalga terapilerde duygu süreçleri daha sınırlı ele alınırken, üçüncü dalga yaklaşımlarla birlikte duygu düzenleme, kabul, psikolojik esneklik ve bilinçli farkındalık tedavi süreçlerinde merkezi bir konuma yerleşmiştir. Kabul ve Kararlılık Terapisi (ACT), Diyalektik Davranış Terapisi (DBT), Mindfulness Temelli Bilişsel Terapi (MBCT) ve metakognitif terapi gibi üçüncü dalga yaklaşımlar; bireyin içsel deneyimlerine yönelik farkındalığını artırmayı, rahatsız edici düşünce ve duygularla daha işlevsel baş etmesini, psikolojik dayanıklılığını güçlendirmeyi ve yaşam kalitesini artırmayı amaçlamaktadır. Psikiyatri hemşireleri; terapötik iletişim, psiko-eğitim, bireysel ve grup müdahaleleri, duygu düzenleme becerilerinin geliştirilmesi ve stres yönetimi süreçlerinde bu yaklaşımları etkin biçimde kullanabilmektedir. Bu yöntemler; anksiyete, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu, obsesif kompulsif bozukluk, yeme bozuklukları ve kişilik bozuklukları gibi birçok ruhsal sorunda etkili uygulama alanı sunmaktadır. Mindfulness ve üçüncü dalga yaklaşımlar, psikiyatri hemşirelerinin hem akut hem de kronik ruhsal hastalıklarda bütüncül bakımı iyileştirmelerini sağlayan etkili ve kanıta dayalı yöntemlerdir. Bu yaklaşımlar semptom yönetimini, öz-yeterliliği ve terapötik ilişkiyi güçlendirerek bireyselleştirilmiş ruh sağlığı hizmetlerine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu derleme, üçüncü dalga terapilerin psikiyatri hemşireliğindeki klinik rollerini ve uygulama alanlarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Psikiyatri hemşireliği, üçüncü dalga terapiler, mindfulness, duygu düzenleme, ruh sağlığı

THE USE OF MINDFULNESS AND THIRD-WAVE PSYCHOTHERAPY APPROACHES IN PSYCHIATRIC NURSING: A REVIEW**Assistant Professor, Tuba GEÇDİ 1****1 Department of Nursing, Faculty of Health Sciences, Kahramanmaraş Sütçü İmam University,**
tubagecdi@ksu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1483-0852>**Abstract**

Human psychological functioning is an integrated whole comprising the mutual interaction between cognitive processes, emotions and behaviour. Contemporary psychopathology models emphasise this dynamic relationship, and cognitive-behavioural therapy approaches are also based on this framework. However, whilst emotional processes were addressed more limitedly in the first two waves of therapy, with third-wave approaches, emotion regulation, acceptance, psychological flexibility and mindfulness have taken centre stage in treatment processes. Acceptance and Commitment Therapy (ACT), Dialectical Behaviour Therapy (DBT), Mindfulness-Based Cognitive Therapy (MBCT) and metacognitive therapy; aim to increase the individual's awareness of their internal experiences, help them cope more effectively with distressing thoughts and emotions, strengthen their psychological resilience and improve their quality of life. Psychiatric nurses are able to effectively utilise these approaches in therapeutic communication, psychoeducation, individual and group interventions, the development of emotion regulation skills, and stress management processes. These methods offer effective applications for a wide range of mental health conditions, including anxiety, depression, post-traumatic stress disorder, obsessive-compulsive disorder, eating disorders and personality disorders. Mindfulness and third-wave approaches are effective, evidence-based methods that enable psychiatric nurses to improve holistic care for both acute and chronic mental health conditions. These approaches make significant contributions to personalised mental health services by enhancing symptom management, self-efficacy and the therapeutic relationship. This review aims to evaluate the clinical roles and areas of application of third-wave therapies in psychiatric nursing.

Keywords: Psychiatric nursing, third-wave therapies, mindfulness, emotion regulation, mental health

GİRİŞ

Bilişsel davranışçı terapi (BDT), davranışçı ve bilişsel kuramların birleşimiyle 1960'lı yıllarda Aaron T. Beck tarafından geliştirilen ve 1980'li yıllarda bütünleşik bir psikoterapi modeli haline gelen kanıta dayalı bir yaklaşımdır (Beck, 1979). BDT, başlangıçta depresyon tedavisi için geliştirilmiş olsa da, sonraki yıllarda panik bozukluk, sosyal fobi, obsesif kompulsif bozukluk ve yaygın anksiyete bozukluğu gibi birçok psikiyatrik bozuklukta etkinliği gösterilmiştir (Hofmann ve ark., 2012). Daha sonraki süreçte kişilik bozuklukları, yeme bozuklukları, somatoform bozukluklar ve psikotik bozukluklar gibi daha karmaşık klinik tablolar için de uygulanmaya başlanmıştır. Bu genişleme, BDT'nin etkinliğinin ampirik çalışmalarla desteklenmesi sayesinde mümkün olmuştur.

BDT, yapılandırılmış, kısa süreli, problem odaklı ve bugüne yönelik bir psikoterapi yaklaşımıdır. Temel olarak işlevsiz düşünce ve davranışların değiştirilmesini hedefler ve bireyin duygu-düşünce-davranış örüntülerini birlikte ele alır. Bu yönüyle yalnızca tek bir kurama dayanmayan, davranışçı, sosyal öğrenme ve bilişsel yaklaşımları bütünleştiren çatı bir model niteliği taşır (Türkçapar, 2012). Ayrıca BDT'nin en güçlü yönlerinden biri, kanıta dayalı verileri sistematik olarak değerlendirmeye açık olmasıdır. Bu özellik, psikoterapi alanında bilimsel yöntemin uygulanmasını güçlendirmiş ve terapötik etkinliğe yönelik geleneksel şüphelerin azalmasına katkı sağlamıştır (Hofmann ve ark., 2012; Beck, 2011). Günümüzde BDT, psikoterapi alanında en yaygın ve en çok araştırılan yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bilişsel davranışçı terapilerin zaman içerisindeki gelişimi, yalnızca düşünce ve davranış değişimiyle sınırlı kalmamış, kabul, farkındalık ve bağlamsal süreçleri içeren üçüncü dalga olarak adlandırılan yeni terapötik yaklaşımların ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

Üçüncü Kuşak ve Mindfulness)

Bilişsel davranışçı terapi (BDT) yaklaşımlarının gelişimi, Watson'un (1925) davranışçı çalışmalarıyla başlayan ve zaman içerisinde bilişsel süreçlerin eklenmesiyle genişleyen bir tarihsel sürece dayanmaktadır. Hayes (2004) tarafından ortaya konulan sınıflamaya göre BDT'nin gelişimi üç kuşak üzerinden açıklanmaktadır. Birinci kuşakta davranışçı kuramın temel ilkeleri olan klasik ve edimsel koşullanma süreçleri ön planda yer almış, gözlenebilir davranışların değiştirilmesi temel hedef olmuştur. Bu dönemde bilişsel süreçler göz ardı edilmiş, ancak Tolman'ın uyarıcı-tepki ilişkisine yönelik eleştirileri bilişsel yaklaşımın temellerini oluşturmuştur (Schultz, 2013).

İkinci kuşak, bilişsel ve davranışçı yaklaşımların bütünleştiği dönemdir. Beck'in (1964) bilişsel terapisi ve Ellis'in (1962) akılcı duygulanım davranışçı terapisi, bireylerin psikolojik sorunlarının işlevsel olmayan düşünce örüntülerinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Bu dönemde terapötik müdahaleler, bilişsel çarpıtmaların değiştirilmesine odaklanmış ve uzun yıllar psikoterapi uygulamalarında etkili olmuştur (Vatan, 2016).

Üçüncü kuşak bilişsel davranışçı terapiler ise, yalnızca düşünce içeriğinin değiştirilmesi yerine bireyin içsel deneyimlerine yaklaşım biçimini değiştirmeyi hedefleyen yaklaşımların gelişmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu kuşakta kabul, farkındalık (mindfulness) ve bağlamsal süreçler ön plana çıkmaktadır. Herbert ve Forman (2011), üçüncü kuşağın temel özelliğinin deneyimsel kaçınma yerine kabul süreçlerinin vurgulanması olduğunu belirtmektedir. Bu yaklaşımda bireylerin içsel yaşantılarını değiştirmekten ziyade, bu yaşantıları yargılamadan kabul etmeleri ve farkındalık geliştirmeleri hedeflenmektedir. Mindfulness temelli yaklaşımlar bu üçüncü kuşağın en önemli bileşenlerinden biridir. Mindfulness, bireyin dikkatini bilinçli olarak şimdiki ana yönlendirmesi ve yaşantılarını yargılamadan kabul etmesi olarak tanımlanmaktadır (Kabat-Zinn, 2003). Mindfulness temelli müdahaleler, ilk olarak Kabat-Zinn tarafından geliştirilen Mindfulness Temelli Stres Azaltma (MBSR) programı ile klinik uygulamalara girmiştir. Bu yaklaşım, bireylerin stresle baş etme becerilerini artırmayı ve psikolojik iyi oluşlarını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Yapılan çalışmalar, MBSR'nin anksiyete, depresyon ve stres düzeylerini azaltmada etkili olduğunu göstermektedir (Hofmann ve ark., 2010;

Liu ve ark., 2023). Mindfulness temelli bilişsel terapi (MBCT) ise Segal ve arkadaşları (2002) tarafından geliştirilmiş olup, özellikle depresyonun nüksünü önlemeye yönelik bir müdahale olarak yapılandırılmıştır. MBCT, bilişsel terapinin teknikleri ile mindfulness uygulamalarını birleştirerek bireylerin düşünce ve duygularını daha objektif bir şekilde gözlemlemelerini sağlamaktadır. Bu yaklaşım, bireylerin otomatik düşünce süreçlerinden uzaklaşarak daha bilinçli bir farkındalık geliştirmelerini hedeflemektedir (Segal, 2002; Teasdale ve ark., 2000). Mindfulness temelli müdahalelerin psikiyatri alanındaki etkinliği, özellikle hemşirelik uygulamaları açısından da önem taşımaktadır. Yapılan sistematik derlemeler, mindfulness temelli programların hemşirelerde stres, tükenmişlik, anksiyete ve depresyon düzeylerini anlamlı düzeyde azalttığını göstermektedir (Ghawadra ve ark., 2019; Wexler ve Schellinger, 2022). Bu bulgular, mindfulness uygulamalarının yalnızca hasta gruplarında değil, sağlık profesyonellerinde de psikolojik iyilik halini desteklediğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, üçüncü kuşak bilişsel davranışçı terapiler içinde yer alan mindfulness temelli yaklaşımlar, psikopatolojilerin tedavisinde yalnızca semptom azaltımına değil, aynı zamanda bireyin içsel deneyimlerine yönelik farkındalık ve kabul geliştirmesine odaklanmaktadır. Bu yönüyle mindfulness, psikiyatri hemşireliği uygulamalarında hem hasta bakım kalitesini artıran hem de hemşirelerin ruhsal dayanıklılığını destekleyen önemli bir müdahale alanı olarak öne çıkmaktadır.

Psikiyatri Hemşireliğinde Mindfulness Kullanımı

Mindfulness temelli yaklaşımlar, özellikle üçüncü kuşak bilişsel davranışçı terapiler içerisinde yer alan ve son yıllarda psikiyatri hemşireliği alanında giderek artan öneme sahip müdahalelerden biridir. Mindfulness, bireyin dikkatini yargılamadan ve bilinçli bir şekilde “şu an”a yönlendirmesi ve içsel deneyimlerini kabul etmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım, hem hasta bakımında hem de sağlık profesyonellerinin ruhsal iyi oluşunun desteklenmesinde bütüncül bir çerçeve sunmaktadır.

Psikiyatri hemşireleri yoğun iş yükü, duygusal emek ve yüksek stresli klinik ortamlar nedeniyle tükenmişlik, anksiyete ve depresyon açısından riskli bir grupta yer almaktadır. Yapılan sistematik derlemeler, mindfulness temelli müdahalelerin hemşirelerde stres ve tükenmişliği azalttığını göstermektedir (Wexler & Schellinger, 2022). Ayrıca meta-analizler, bu müdahalelerin özellikle stres ve tükenmişlik üzerinde orta düzeyde etkili olduğunu, anksiyete ve depresyon üzerinde ise daha değişken sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır (Wang ve ark., 2023). Bu bulgular, mindfulness uygulamalarının özellikle mesleki stres ve duygusal tükenmişlik üzerinde daha güçlü etkiler gösterdiğini düşündürmektedir.

Mindfulness temelli müdahaleler yalnızca bireysel stres yönetimi değil, aynı zamanda terapötik iletişim, empati ve hasta ile kurulan ilişkilerin kalitesi üzerinde de olumlu etkiler sağlamaktadır. Hemşirelerin farkındalık düzeylerinin artması, otomatik tepkiler yerine daha bilinçli ve yargısız bir yaklaşım geliştirmelerine katkı sunmaktadır. Bu durum, özellikle psikiyatri kliniklerinde hasta güvenliği ve bakım kalitesinin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Sonuç olarak mindfulness temelli uygulamalar, psikiyatri hemşireliğinde hem çalışanların ruhsal dayanıklılığını artıran hem de hasta bakım kalitesini destekleyen etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle mindfulness, üçüncü kuşak psikoterapilerin klinik hemşirelik uygulamalarına entegrasyonu açısından önemli bir müdahale alanı olarak değerlendirilmektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, mindfulness ve üçüncü dalga psikoterapi yaklaşımlarının psikiyatri hemşireliğinde kullanımına ilişkin güncel literatürün incelenmesini amaçlayan geleneksel derleme (narrative review) niteliğinde hazırlanmıştır. Literatür taraması, PubMed, Scopus, Google Scholar ve ScienceDirect veri tabanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarama sürecinde “mindfulness”, “third wave cognitive behavioral therapy”, “psychiatric nursing”, “mental health nursing”, “acceptance and commitment therapy (ACT)”, “dialectical behavior therapy

(DBT)” ve “mindfulness-based cognitive therapy (MBCT)” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Çalışmaya, psikiyatri hemşireliği, ruh sağlığı hizmetleri, mindfulness temelli müdahaleler ve üçüncü dalga psikoterapi uygulamaları ile doğrudan ilişkili olan Türkçe ve İngilizce tam metin araştırmalar dahil edilmiştir. Özellikle son yıllarda yayımlanan sistematik derlemeler, meta-analizler, randomize kontrollü çalışmalar ve temel kuramsal kaynaklar öncelikli olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen kaynaklar; bilişsel davranışçı terapilerin tarihsel gelişimi, üçüncü kuşak psikoterapi yaklaşımları, mindfulness temelli müdahaleler ve psikiyatri hemşireliğinde klinik kullanım alanları doğrultusunda tematik olarak analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde kuramsal bütünlük, güncellik ve kanıta dayalı bulgular temel alınmıştır. Bu doğrultuda çalışma, psikiyatri hemşireliği alanında mindfulness ve üçüncü dalga psikoterapi yaklaşımlarının kullanımına ilişkin kapsamlı bir kuramsal çerçeve sunmayı hedeflemektedir.

3. BULGULAR

Literatür Bulgularının Değerlendirilmesi

Literatür incelemesi sonucunda mindfulness temelli uygulamalar ile üçüncü dalga psikoterapi yaklaşımlarının hem psikiyatri hemşireliği uygulamalarında hem de hemşirelik eğitiminde önemli olumlu etkiler sağladığı görülmektedir. İncelenen çalışmalar; bilinçli farkındalık temelli müdahalelerin stres, anksiyete, depresyon, tükenmişlik ve duygusal yük üzerinde azaltıcı etkiler oluşturduğunu göstermektedir (Kabat-Zinn, 2003; Dağlar & Hotun Şahin, 2021). Özellikle hemşirelik öğrencileriyle yürütülen randomize kontrollü çalışmalarda mindfulness temelli eğitimlerin şefkat, merhamet, bakım davranışları ve bilinçli farkındalık düzeylerinde anlamlı artış sağladığı belirlenmiştir (Vardar İnkaya ve ark., 2025). Bunun yanında öğrencilerin stres düzeylerinde azalma ve duygusal becerilerinde gelişme gözlenmiştir (Yüksel & Yılmaz Bahadır, 2019).

Hemşireler üzerinde yapılan tanımlayıcı çalışmalar, bilinçli farkındalık düzeylerinin orta veya ortalamanın biraz altında olduğunu; eğitim düzeyi, kişisel gelişim faaliyetleri ve farkındalık eğitimlerinin mindfulness düzeyini olumlu etkileyebileceğini göstermektedir (Ünsar ve ark., 2023). Bu durum, psikiyatri hemşireliği alanında farkındalık temelli müdahalelerin mesleki dayanıklılığı artırmada önemli bir araç olabileceğini düşündürmektedir.

Psikiyatri hemşireliği alanında bilişsel davranışçı terapi ve üçüncü dalga yaklaşımların kullanıldığı ulusal ve uluslararası çalışmalar değerlendirildiğinde; depresyon, anksiyete, stres, uyku sorunları, öz-yeterlik, baş etme becerileri ve psikolojik dayanıklılık üzerinde olumlu sonuçlar elde edildiği görülmektedir (Moran & Yılmaz, 2024). Hemşire liderliğinde yürütülen grup temelli BDT, MBCT ve mindfulness müdahalelerinin hasta bakım kalitesini artırdığı, psikososyal işlevselliği desteklediği ve bakım veren yükünü azalttığı bildirilmektedir.

Ayrıca sanal gerçeklik destekli mindfulness uygulamaları gibi dijital yaklaşımlar, farkındalık temelli müdahalelerin erişilebilirliğini artıran yenilikçi uygulamalar olarak dikkat çekmektedir. Bu uygulamaların özellikle stres yönetimi, dikkat becerileri ve psikolojik destek alanlarında gelecek vaat ettiği görülmektedir (Özsezer & Ataç, 2023).

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut literatür, mindfulness ve üçüncü dalga psikoterapi yaklaşımlarının psikiyatri hemşireliğinde hem hasta bakımında hem de hemşirelerin mesleki iyilik halinde önemli katkılar sunduğunu göstermektedir (Vatan, 2016; Moran & Yılmaz, 2024). Bu yaklaşımlar; psikolojik esneklik, duygu düzenleme, öz farkındalık, stresle baş etme ve terapötik ilişki becerilerini güçlendirmektedir (Hayes, 2004). Özellikle psikiyatri hemşireliği gibi yoğun duygusal yük içeren alanlarda mindfulness temelli uygulamalar, tükenmişliği azaltma ve profesyonel dayanıklılığı artırma açısından önemli bir destekleyici araçtır (Ünsar ve ark., 2023). Üçüncü dalga bilişsel terapiler (özellikle MBCT), psikolojik farkındalık ve duygu düzenleme süreçlerini desteklemektedir (Segal, Williams, & Teasdale, 2002). Bu yaklaşımlar, psikiyatri hemşireliğinde bütüncül bakım anlayışını güçlendirme

potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte mevcut çalışmaların önemli bir kısmı sınırlı örneklem büyüklüğüne sahip olup, uzun dönemli etkileri değerlendiren araştırmalara ihtiyaç vardır. Bu doğrultuda hemşirelik lisans ve lisansüstü eğitim programlarına mindfulness, kabul temelli yaklaşımlar ve üçüncü dalga psikoterapi içeriklerinin entegre edilmesi önerilmektedir (Vardar İnkaya ve ark., 2025). Ayrıca psikiyatri hemşirelerinin bu alanlarda yapılandırılmış eğitim programlarıyla desteklenmesi, klinik uygulamalarda etkinliklerini artırabilir. Gelecekte yapılacak geniş örneklemli, randomize kontrollü ve kültürlerarası çalışmaların, bu müdahalelerin psikiyatri hemşireliğindeki etkinliğini daha güçlü biçimde ortaya koyacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Azak, A. (2018). Hemşirelik öğrencilerinin bilinçli farkındalık düzeylerinin belirlenmesi. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 15(3), 170–176.
- Beck, A. T. (1967). *Depression: Causes and treatment*. University of Pennsylvania Press.
- Beck, A. T. (1979). *Cognitive therapy and the emotional disorders*. Penguin.
- Beck, J. S. (2011). *Cognitive behavior therapy: Basics and beyond* (2nd ed.). Guilford Press.
- Dağlar, Ö. Ş., & Hotun Şahin, N. (2021). Bilinçli farkındalık (mindfulness) ve perinatal ruh sağlığı: Bir sistematik derleme. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 3(3), 159–172. <https://doi.org/10.48071/sbuhemşirelik.951950>
- Ellis, A. (1994). *Reason and emotion in psychotherapy: A comprehensive method of treating human disturbances* (Rev. ed.). Citadel Press.
- Ghawadra, S. F., Abdullah, K. L., Choo, W. Y., & Phang, C. K. (2019). Mindfulness-based stress reduction for psychological distress among nurses: A systematic review. *Journal of Clinical Nursing*, 28(21-22), 3747–3758. <https://doi.org/10.1111/jocn.14987>
- Hayes, S. C., & Strosahl, K. D. (Eds.). (2004). *A practical guide to acceptance and commitment therapy*. Springer.
- Herbert, J. D., & Forman, E. M. (Eds.). (2011). *Acceptance and mindfulness in cognitive behavior therapy: Understanding and applying the new therapies*. John Wiley & Sons, Inc.. <https://doi.org/10.1002/9781118001851>
- Hofmann, S. G., Sawyer, A. T., Witt, A. A., & Oh, D. (2010). The effect of mindfulness-based therapy on anxiety and depression: A meta-analytic review. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 78(2), 169–183. <https://doi.org/10.1037/a0018555>
- Hofmann, S. G., Asnaani, A., Vonk, I. J. J., Sawyer, A. T., & Fang, A. (2012). The efficacy of cognitive behavioral therapy: A review of meta-analyses. *Cognitive Therapy and Research*, 36(5), 427–440. <https://doi.org/10.1007/s10608-012-9476-1>
- Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-based interventions in context: Past, present, and future. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 10(2), 144–156.
- Liu H, Kong L, Sun Q, Ma X. The effects of mindfulness-based interventions on nurses' anxiety and depression: A meta-analysis. *Nurs Open*. 2023 Jun;10(6):3622-3634. doi: 10.1002/nop2.1610. Epub 2023 Jan 24. PMID: 36694384; PMCID: PMC10170883.
- Moran, M., & Yılmaz, S. (2024). Bilişsel davranışçı terapinin psikiyatri hemşireliği alanındaki çalışmalarda kullanımı. *YOBÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5(1), 91-100.

- Özsezer, G., & Ataç, M. (2021). Sanal gerçeklik uygulamalarıyla mindfulness temelli stres azaltma programının hemşirelikte kullanımı. *Journal of Awareness*, 6(3), 123–131.
- Schultz, D. P. (2013). A history of modern psychology. *Academic Press*.
- Segal, Z. V., Williams, J. M. G., & Teasdale, J. D. (2002). Mindfulness-based cognitive therapy for depression: A new approach to preventing relapse. Guilford Press.
- Türkçapar MH, Sargin AE (2012) Bilişsel davranışçı psikoterapiler: tarihçe ve gelişim. *Bilissel Davranışçı Psikoterapi ve Arastirmalar Dergisi*, 1:7-14.
- Teasdale, J. D., Segal, Z. V., Williams, J. M., Ridgeway, V. A., Soulsby, J. M., & Lau, M. A. (2000). Prevention of relapse/recurrence in major depression by mindfulness-based cognitive therapy. *Journal of consulting and clinical psychology*, 68(4), 615–623. <https://doi.org/10.1037//0022-006x.68.4.615>
- Ünsar, S., Genç, A., Özdemir, Ö., & Karakoç, K. (2023). Mindfulness levels of nurses. *Nefroloji Hemşireliği Dergisi*, 18(2), 78–86.
- Wang, Q., Wang, F., Zhang, S., Liu, C., Feng, Y., & Chen, J. (2023). Effects of a mindfulness-based interventions on stress, burnout in nurses: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1218340. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1218340>
- Watson, J. B., & Rayner, R. (1920). Conditioned emotional reactions. *Journal of experimental psychology*, 3(1), 1. <https://psycnet.apa.org/record/2006-01667-001>
- Wexler, T. M., & Schellinger, J. (2022). *Mindfulness-based stress reduction for nurses: An integrative review. Journal of Holistic Nursing*, 41(1), 40–59. <https://doi.org/10.1177/08980101221079472>
- Vardar İnkaya, B., Bilgehan, T., & Hakverdi, P. (2025). The Effect of Mindfulness-Based Practices Given to Nursing Students on Affection, Compassion and Nursing Care Behaviors: Randomized Controlled Trial. *Hemşirelik Bilimi Dergisi*, 8(1), 83-97. <https://doi.org/10.54189/hbd.1535982>
- Vatan, S. (2016). Bilişsel Davranışçı Terapilerde Üçüncü Kuşak Yaklaşımlar. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 8(3), 190-203. <https://doi.org/10.18863/pgy.238183>
- Yüksel, A., & Bahadır Yılmaz, E. (2020). The effects of group mindfulness-based cognitive therapy in nursing students: A quasi-experimental study. *Nurse education today*, 85, 104268. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.104268>

KARVAKROLÜN CD36 EKSPRESYONUNA ETKİSİNİN H9C2 KARDİYAK HÜCRE HATTINDA İNCELENMESİ**Dr. Öğr.Üyesi Özlenen ŞİMŞEK PAPUR¹****¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Tıp Anabilim Dalı****ozlenen.simsek@deu.edu.tr, ORCID number:0000-0002-7368-1498****Özet**

Diyabetik kardiyomiyopati, diyabetle ilişkili yapısal ve fonksiyonel miyokard bozuklukları ile karakterize olup, enerji metabolizmasında glukoz yerine uzun zincirli yağ asitlerinin artan kullanımıyla ilişkilidir. CD36 hücresel uzun zincirli yağ asitlerinin alımını ve lipid metabolizmasını düzenleyen bir transmembran glikoproteindir. Karvakrol, esansiyel yağlarda bulunan bir monoterpenfenoldür. Antioksidan, anti-inflamatuar ve metabolik düzenleyici etkileriyle bilinen bir bileşiktir. Bu çalışmada, karvakrolün uygulama dozu H9c2 hücre hattında MTT analizi ile belirlenmiştir. H9c2 hücre hattı kullanılarak hiperglisemi, hipoglisemi ve bazal glukoz seviyelerini taklit eden koşullar oluşturulup, karvakrol uygulaması sonucu CD36 ekspresyonundaki değişiklikler Western blot yöntemiyle saptanmıştır. Bu çalışmayla H9c2 hücresinde hipoglisemi ve hipergliseminin taklit edildiği farklı glukoz konsantrasyonlarında oluşturulan kardiyak hücre modelinde, karvakrolün CD36 ekspresyon patern değişimlerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Sonuç olarak, hipoglisemik koşul taklit edildiğinde ve bazal glukoz şartlarında CD36 ekspresyonunda azalma saptanmıştır. Karvakrol kullanımının enerji dengesini, yağ asidi alımda artışa doğru kaymasını önleyebileceğini gösteren bulgular elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karvakrol, CD36, Diyabetik kardiyomiyopati, H9c2.**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CARVACROL ON CD36 EXPRESSION IN THE H9C2 CARDIAC CELL LINE****Assistant Prof.Dr. Özlenen ŞİMŞEK PAPUR¹****¹Dokuz Eylül University, Health Science Institute, Department of Molecular Medicine,****ozlenen.simsek@deu.edu.tr, ORCID number:0000-0002-7368-1498****Abstract**

Diabetic cardiomyopathy is characterized by structural and functional myocardial abnormalities associated with diabetes and is linked to a shift in energy metabolism from glucose toward increased utilization of long-chain fatty acids. CD36 is a transmembrane glycoprotein that regulates the cellular uptake of long-chain fatty acids and lipid metabolism. Carvacrol is a monoterpenic phenol found in essential oils and is known for its antioxidant, anti-inflammatory, and metabolic regulatory effects. In this study, the optimal dose of carvacrol was determined in the H9c2 cell line using MTT analysis. Hyperglycemic, hypoglycemic, and basal glucose conditions were established in H9c2 cells, and changes in CD36 expression following carvacrol treatment were evaluated by Western blot analysis. The aim of this study was to investigate the effect of carvacrol on changes in CD36 expression patterns in a cardiac cell model established under different glucose concentrations mimicking hypoglycemia and hyperglycemia in H9c2 cells. In conclusion, a decrease in CD36 expression was observed under hypoglycemic-mimicking conditions and basal glucose conditions. The findings suggest that carvacrol may help prevent the shift in energy balance toward increased fatty acid uptake.

Keywords: Carvacrol, CD36, Diabetic cardiomyopathy, H9c2.

ETWINNING ITE PROJELERİ BAĞLAMINDA ÖĞRETMEN EĞİTİMİNDE ULUSÖTESİ PROJE UYGULAMALARI YOLUYLA ÖĞRENME**Doç. Dr. Ümit İZGİ ONBAŞILI 1/ Prof. Alessandro RUFFINO 2****1Mersin Üniversitesi, ilköğretim, umitizgi@mersin.edu.tr , 0000-0002-7655-3037****2 ICS Pellico School, İtalya, öğretmen eğitimi, alessandrouruffino19@gmail.com , 0009-0000-7552-3066****Özet**

Bu çalışma, eTwinning Initial Teacher Education (ITE) kapsamında Türkiye, İtalya ve diğer Avrupa ortak ülkelerinden öğretmen eğitimcileri ile öğretmen adayları tarafından iş birliği içinde yürütülen bir dizi projeye odaklanmaktadır. Çalışmada, farklı tematik yönelimlere sahip dört eTwinning projesi aracılığıyla öğretmen adaylarının öğrenme süreçleri, dijital iş birliği deneyimleri ve uygulama temelli pedagojik katılımları ele alınmaktadır. Projeler; duygusal farkındalık ve empati (Let's Embrace Emotions), çevre bilinci ve sürdürülebilirlik (I Take Care Of), kültürel çeşitlilik ve gelenekler (The Culture in a Colored Dish) ile müzik aracılığıyla kültürlerarası etkileşim (Melodies Without Borders) gibi temalara odaklanmaktadır. Bu projelerde öğretmen adayları uluslararası ekipler içinde çalışmış, ortak öğrenme etkinlikleri tasarlamış, dijital platformlar üzerinden iletişim kurmuş, ortak ürünler ortaya koymuş ve uluslararası eğitim bağlamında proje temelli çalışmaların planlanması, belgelenmesi, değerlendirilmesi ve yaygınlaştırılması süreçlerinde deneyim kazanmıştır. Bazı durumlarda bu etkinlikler, öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması sürecinde gerçek sınıf ortamlarında da uygulanmıştır. Bu yönüyle eTwinning süreci, yalnızca çevrim içi bir iş birliği alanı olarak değil, pedagojik planlama, materyal geliştirme, kültürlerarası etkileşim ve sınıf içi uygulamayı bir araya getiren çok boyutlu bir öğrenme ortamı olarak işlev görmüştür. Sınıf temelli uygulamalar, öğretmen adaylarının kuramsal bilgilerini gerçek öğrenme ortamlarıyla ilişkilendirmelerine fırsat sağlaması bakımından özellikle dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, eTwinning ITE projelerinin öğretmen eğitiminde uluslararasılaşma, dijital iş birliği, kültürlerarası öğrenme ve uygulama temelli mesleki gelişim açısından taşıdığı pedagojik potansiyel incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler: eTwinning ITE Projeleri, Öğretmen Eğitimi, Dijital İş Birliği, Kültürlerarası Öğrenme, Uygulama Temelli Mesleki Gelişim

**LEARNING THROUGH TRANSNATIONAL PROJECT PRACTICES IN TEACHER EDUCATION
WITHIN THE CONTEXT OF ETWINNING ITE PROJECTS****Assoc. Prof. Dr. Ümit İZGİ ONBAŞILI 1/ Prof. Alessandro RUFFINO 2****1Mersin Universtiy, primary education, umitizgi@mersin.edu.tr , 0000-0002-7655-3037****2 ICS Pellico School, Italy, teacher education, alessandroruffino19@gmail.com , 0009-0000-7552-3066****Abstract**

This study focuses on a series of eTwinning Initial Teacher Education (ITE) projects collaboratively carried out by teacher educators and pre-service teachers from Türkiye, Italy, and other European partner countries. The study explores pre-service teachers' learning processes, digital collaboration experiences, and practice-based pedagogical engagement through four eTwinning projects with different thematic orientations. The projects address themes such as emotional awareness and empathy (Let's Embrace Emotions), environmental awareness and sustainability (I Take Care Of), cultural diversity and traditions (The Culture in a Colored Dish), and intercultural interaction through music (Melodies Without Borders). Within these projects, pre-service teachers worked in international teams, designed collaborative learning activities, communicated through digital platforms, produced shared outputs, and gained experience in planning, documenting, evaluating, and disseminating project-based work in an international educational context. In some cases, these activities were also implemented in real classroom settings during their teaching practicum. In this sense, the eTwinning process functioned not only as an online collaboration space but also as a multidimensional learning environment bringing together pedagogical planning, material development, intercultural interaction, and classroom practice. Classroom-based implementations are particularly noteworthy, as they provided opportunities for pre-service teachers to connect theoretical knowledge with authentic learning environments. In this context, the pedagogical potential of eTwinning ITE projects in terms of internationalisation, digital collaboration, intercultural learning, and practice-based professional development in teacher education is examined.

Keywords: eTwinning ITE Projects, Teacher Education, Digital Collaboration, Intercultural Learning, Practice-Based Professional Development

ETWINNING ITE PROJELERİ BAĞLAMINDA ÖĞRETMEN EĞİTİMİNDE ULUSÖTESİ PROJE UYGULAMALARI YOLUYLA ÖĞRENME**Doç. Dr. Ümit İZGİ ONBAŞILI 1/ Prof. Alessandro RUFFINO 2****1Mersin Üniversitesi, ilköğretim, umitizgi@mersin.edu.tr , 0000-0002-7655-3037****2 ICS Pellico School, İtalya, öğretmen eğitimi, alessandrouruffino19@gmail.com , 0009-0000-7552-3066****Özet**

Bu çalışma, eTwinning Initial Teacher Education (ITE) kapsamında Türkiye, İtalya ve diğer Avrupa ortak ülkelerinden öğretmen eğitimcileri ile öğretmen adayları tarafından iş birliği içinde yürütülen bir dizi projeye odaklanmaktadır. Çalışmada, farklı tematik yönelimlere sahip dört eTwinning projesi aracılığıyla öğretmen adaylarının öğrenme süreçleri, dijital iş birliği deneyimleri ve uygulama temelli pedagojik katılımları ele alınmaktadır. Projeler; duygusal farkındalık ve empati (Let's Embrace Emotions), çevre bilinci ve sürdürülebilirlik (I Take Care Of), kültürel çeşitlilik ve gelenekler (The Culture in a Colored Dish) ile müzik aracılığıyla kültürlerarası etkileşim (Melodies Without Borders) gibi temalara odaklanmaktadır. Bu projelerde öğretmen adayları uluslararası ekipler içinde çalışmış, ortak öğrenme etkinlikleri tasarlamış, dijital platformlar üzerinden iletişim kurmuş, ortak ürünler ortaya koymuş ve uluslararası eğitim bağlamında proje temelli çalışmaların planlanması, belgelenmesi, değerlendirilmesi ve yaygınlaştırılması süreçlerinde deneyim kazanmıştır. Bazı durumlarda bu etkinlikler, öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulaması sürecinde gerçek sınıf ortamlarında da uygulanmıştır. Bu yönüyle eTwinning süreci, yalnızca çevrim içi bir iş birliği alanı olarak değil, pedagojik planlama, materyal geliştirme, kültürlerarası etkileşim ve sınıf içi uygulamayı bir araya getiren çok boyutlu bir öğrenme ortamı olarak işlev görmüştür. Sınıf temelli uygulamalar, öğretmen adaylarının kuramsal bilgilerini gerçek öğrenme ortamlarıyla ilişkilendirmelerine fırsat sağlaması bakımından özellikle dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, eTwinning ITE projelerinin öğretmen eğitiminde uluslararasılaşma, dijital iş birliği, kültürlerarası öğrenme ve uygulama temelli mesleki gelişim açısından taşıdığı pedagojik potansiyel incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler: eTwinning ITE Projeleri, Öğretmen Eğitimi, Dijital İş Birliği, Kültürlerarası Öğrenme, Uygulama Temelli Mesleki Gelişim

**LEARNING THROUGH TRANSNATIONAL PROJECT PRACTICES IN TEACHER EDUCATION
WITHIN THE CONTEXT OF ETWINNING ITE PROJECTS****Assoc. Prof. Dr. Ümit İZGİ ONBAŞILI 1/ Prof. Alessandro RUFFINO 2****1Mersin Universtiy, primary education, umitizgi@mersin.edu.tr , 0000-0002-7655-3037****2 ICS Pellico School, Italy, teacher education, alessandroruffino19@gmail.com , 0009-0000-7552-3066****Abstract**

This study focuses on a series of eTwinning Initial Teacher Education (ITE) projects collaboratively carried out by teacher educators and pre-service teachers from Türkiye, Italy, and other European partner countries. The study explores pre-service teachers' learning processes, digital collaboration experiences, and practice-based pedagogical engagement through four eTwinning projects with different thematic orientations. The projects address themes such as emotional awareness and empathy (Let's Embrace Emotions), environmental awareness and sustainability (I Take Care Of), cultural diversity and traditions (The Culture in a Colored Dish), and intercultural interaction through music (Melodies Without Borders). Within these projects, pre-service teachers worked in international teams, designed collaborative learning activities, communicated through digital platforms, produced shared outputs, and gained experience in planning, documenting, evaluating, and disseminating project-based work in an international educational context. In some cases, these activities were also implemented in real classroom settings during their teaching practicum. In this sense, the eTwinning process functioned not only as an online collaboration space but also as a multidimensional learning environment bringing together pedagogical planning, material development, intercultural interaction, and classroom practice. Classroom-based implementations are particularly noteworthy, as they provided opportunities for pre-service teachers to connect theoretical knowledge with authentic learning environments. In this context, the pedagogical potential of eTwinning ITE projects in terms of internationalisation, digital collaboration, intercultural learning, and practice-based professional development in teacher education is examined.

Keywords: eTwinning ITE Projects, Teacher Education, Digital Collaboration, Intercultural Learning, Practice-Based Professional Development

ETWINNING PROJELERİNDE KATILIM VE KENDİNİ İFADE ETME: ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK FENOMENOLOJİK BİR ÇALIŞMA**Doç. Dr. Ümit İZGİ ONBAŞILI 1/ Prof. Richard POWERS2/ Prof. Dr. Raquel SANCHEZ RUIZ3****1Mersin Üniversitesi, ilköğretim, umitizgi@mersin.edu.tr , ORCID numarası****2University of Stuttgart, Almanya, öğretmen eğitimi, richard.powers@ilw.uni-stuttgart.de, 0000-0002-7822-6902****3Faculty of Education in Albacete, University of Castilla-La Mancha, İspanya, öğretmen eğitimi, Raquel.SanchezRuiz@uclm.es , 0000-0003-0022-7734****Özet**

Bu çalışma, öğretmen adaylarının eTwinning projelerinde katılım ve kendini ifade etme deneyimlerini fenomenolojik bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Dijital ve kültürlerarası iş birliği ortamları olarak eTwinning projeleri, farklı ülkelerden katılımcıları ortak görevler, iletişim süreçleri ve birlikte üretim etrafında bir araya getirmektedir. Ancak bu sürecin katılımcılar tarafından nasıl deneyimlendiği, kurulan etkileşimin niteliğine, üstlenilen rollere ve projeye hangi biçimlerde dâhil olunduğuna göre değişebilmektedir. Nitel fenomenolojik desenle yapılandırılan bu araştırma, uluslararası eTwinning projelerinde yer alan öğretmen adaylarının deneyimlerine odaklanmaktadır. Veriler açık uçlu sorular aracılığıyla toplanmış ve tematik analiz yoluyla incelenmiştir. Çalışmada özellikle katılımcıların proje sürecine ilişkin genel deneyimleri, diğer katılımcılarla kurdukları iletişim ve iş birliği, projeye ne tür katkılar sundukları ve sürece katılımlarını destekleyen ya da zorlaştıran etkenler üzerinde durulmaktadır. Bu araştırmanın, dijital ortamlarda gerçekleşen uluslararası iş birliğinde katılımın daha derinlikli biçimde anlaşılmasına katkı sunması beklenmektedir. Katılım, bu çalışmada tek biçimli bir süreç olarak değil, iletişim örüntüleri, bireysel özgüven, algılanan roller ve bağlamsal koşullar tarafından şekillenen bir deneyim olarak ele alınmaktadır. Bu yönüyle çalışma, öğretmen adaylarının eTwinning projelerinde katılımı ve kendini ifade etmeyi nasıl anlamlandırdıklarına ilişkin özgün bir bakış sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: eTwinning, öğretmen adayları, katılım, uluslararası iş birliği

PARTICIPATION AND SELF-EXPRESSION IN ETWINNING: A PHENOMENOLOGICAL STUDY OF PRE-SERVICE TEACHERS

Assoc Prof. Dr. Ümit İZGİ ONBAŞILI 1/ Prof. Richard POWERS2/ Prof. Dr. Raquel SANCHEZ RUIZ3

1Mersin University, primary education, umitizgi@mersin.edu.tr , ORCID numarası

2University of Stuttgart, Germany, teacher education, richard.powers@ilw.uni-stuttgart.de, 0000-0002-7822-6902

3Faculty of Education in Albacete, University of Castilla-La Mancha, Spain, teacher education, Raquel.SanchezRuiz@uclm.es , 0000-0003-0022-7734

Abstract

This study explores how pre-service teachers experience participation and voice in eTwinning projects from a phenomenological perspective. As digital and cross cultural collaboration environments, eTwinning projects bring together participants from different countries around shared tasks, communication, and joint production. Yet, how such processes are experienced by participants may differ depending on the nature of interaction, the roles they assume, and the ways they become involved in the project. Designed as a qualitative phenomenological study, this research focuses on the experiences of pre service teachers who took part in international eTwinning projects. Data were collected through open ended questions and examined through thematic analysis. The study pays particular attention to how participants describe their overall project experience, their communication and collaboration with others, the ways they contributed to the process, and the factors that supported or challenged their involvement. The study is expected to provide a more nuanced understanding of participation in digitally mediated international collaboration. Rather than treating participation as a uniform process, it considers it as an experience shaped by communication patterns, individual confidence, perceived roles, and contextual conditions. In this respect, the study aims to contribute to the literature on teacher education by offering insight into how pre-service teachers make sense of participation and self-expression in eTwinning projects.

Keywords: eTwinning, Pre-service Teachers, Participation, Transnational Collaboration

TÜRKİYE’DE OKUL ÖNCESİ MÜZİK EĞİTİMİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Yüksek Lisans Öğrencisi *Cemal Eren KAYA (Birinci Yazar) *Doç. Dr. Özlem ONUK NATONSKI(İkinci Yazar)

1. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Güzel Sanatlar Eğitimi Bölümü, Müzik Eğitimi Anabilim Dalı, cemaleren.kaya9425@gop.edu.tr, 0009-0000-5405-9356
2. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Güzel Sanatlar Eğitimi Bölümü, Müzik Eğitimi Anabilim Dalı, ozlem.onuk@gop.edu.tr , 0000-0001-9747-4365

Özet

Bu çalışma, Türk Eğitim Sistemi içerisinde okul öncesi dönemde yürütülen müzik eğitimi uygulamalarını mevcut durum ve güncel eğilimler ekseninde analiz etmeyi amaçlayan bir derleme çalışmasıdır. Erken çocukluk dönemi, bireyin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor gelişiminde müziğin bağlayıcı rol oynadığı kritik bir evre olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda araştırma; Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) okul öncesi eğitim programındaki müzik kazanımlarının sahadaki karşılığını, öğretmen yeterliliklerini ve fiziksel imkanları literatür verileri ışığında sorgulamaktadır.

Çalışma kapsamında yapılan incelemeler, Türkiye’deki uygulamaların büyük ölçüde öğretmenlerin kişisel özyeterlik algılarına ve okulların sosyo-ekonomik imkanlarına dayalı bir seyir izlediğini göstermektedir. Mevcut durumda; lisans eğitimindeki müzik derslerinin uygulama yetersizliği ve okullardaki enstrüman/materyal eksikliği temel bariyerler olarak öne çıkmaktadır. Öte yandan, son yıllarda okul öncesi eğitimde Orff-Schulwerk, Kodaly ve Dalcroze gibi aktif müzik öğretimi yaklaşımlarının adaptasyonuna yönelik eğilimin arttığı, disiplinlerarası (müzik-hareket-oyun) işbirliğinin ve dijital eğitim içeriklerinin kullanımının yaygınlaştığı gözlemlenmektedir. Bu araştırma okul öncesi müzik eğitiminin kritik bir dönem olduğunu vurgulamak, devlet(kamu) kurumları ve özel okullar arasında ki içerik ve işleyiş farkını ortaya çıkarmak, öğretmenlerin; öğrenciler ve veli arasında ki iletişim koordinasyonunda bulunan eksiklikleri de açıklayabilmek adına tasarlanmıştır. Eğitimde fırsat eşitsizliğinin, pozitif ayrımcılıkların öğretim hayatının ilk kademesi olan okul öncesi evrede bile karşımıza çıktığını gözlemliyoruz.

Sonuç olarak; Türkiye’deki okul öncesi müzik eğitiminin daha nitelikli bir zemine taşınabilmesi için, öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerle desteklenmesi, eğitim fakültelerindeki müzik müfredatının uygulama odaklı revize edilmesi ve okullardaki fiziksel donanımın standartlaştırılması gerektiği değerlendirilmektedir. Bu çalışma, sahadaki uygulamaları gözden geçirerek gelecekteki akademik araştırmalar ve eğitim politikaları için kuramsal bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Okul Öncesi Eğitim, Müzik Eğitimi, Eğitim Uygulamaları, Türkiye, Güncel Eğilimler.

Abstract

This study is a review aiming to analyze the current state and trends in music education practices in the preschool period within the Turkish education system. Early childhood is considered a critical stage where music plays a binding role in the cognitive, affective, and psychomotor development of the individual. In this context, the research examines the real-world application of music learning outcomes in the Ministry of National Education (MEB) preschool education program, teacher competencies, and physical resources in light of literature data.

The investigations conducted within the scope of the study show that practices in Turkey largely follow a course based on teachers' personal self-efficacy perceptions and the socio-economic resources of schools. Currently, the inadequacy of the application of music courses in undergraduate education and the lack of instruments/materials in schools stand out as the main barriers. On the other hand, it has been observed that in recent years, there has been an increasing trend towards the adaptation of active music teaching approaches such as Orff-Schulwerk, Kodaly, and Dalcroze in preschool education, and the use of interdisciplinary (music-movement-play) collaboration and digital educational content has become widespread. This research is designed to highlight the critical importance of preschool music education, to reveal the differences in content and operation between state (public) institutions and private schools, and to explain the shortcomings in communication and coordination between teachers, students, and parents. We observe that inequality of opportunity and positive discrimination in education are evident even in the preschool stage, the first stage of educational life.

In conclusion, it is assessed that in order to improve the quality of preschool music education in Turkey, teachers need to be supported with in-service training, the music curriculum in education faculties needs to be revised with a focus on practical application, and the physical equipment in schools needs to be standardized. This study aims to provide a theoretical framework for future academic research and educational policies by reviewing field practices.

Keywords: Early Childhood Education, Music Education, Educational Practices, Turkey, Current Trends.

TÜRKİYE’DE PISA ODAKLI TEZLERİNİN METODOLOJİK EĞİLİMLERİ: SİSTEMATİK BİR DERLEME**Furkan İSLAM/ Prof. Dr., Yeşim ÖZER ÖZKAN****Birikim Okulları, Ölçme ve Değerlendirme, furk4n.1slam@gmail.com****ORCID: 0009-0001-2045-6545****Gaziantep Üniversitesi, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme ABD., yesimozkan@gantep.edu.tr****ORCID: 0000-0002-7712-658X****Özet**

Bu çalışmanın amacı, eğitim ve öğretim alanında hazırlanmış doktora ve yüksek lisans tezlerini metodolojik açıdan sistematik ve kapsamlı bir biçimde incelemektir. Araştırma kapsamında, özellikle eğitimde ölçme ve değerlendirme alanına odaklanılmış; bu doğrultuda YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanında yer alan ve erişime açık olan ilgili tezlerinin tamamı değerlendirmeye alınmıştır. Veri toplama sürecinde “PISA” anahtar kelimesi kullanılarak toplam 301 teze ulaşılmış, ardından “Eğitim-Öğretim”, “Yüksek Lisans” ve “Doktora” filtreleri uygulanarak inceleme kapsamına giren tez sayısı 281’e indirgenmiştir. Bu tezlerden 234’ü yüksek lisans, 47’si doktora tezidir. Araştırmanın ilk aşamasında, tezlerin hangi ölçütler çerçevesinde analiz edileceği belirlenmiş ve bu amaçla ilgili literatür kapsamlı biçimde taranmıştır. Elde edilen kuramsal çerçeve doğrultusunda tezler; yayımlandıkları üniversiteler, yayın yılları ve benimsedikleri araştırma yaklaşımları açısından sınıflandırılmıştır. Veri analizi sürecinde ise elde edilen bulgular frekans ve yüzde değerleri üzerinden değerlendirilmiş ve betimsel istatistikler aracılığıyla yorumlanmıştır. Araştırma bulguları, doktora tezlerinin özellikle 2013, 2017, 2021, 2022 ve yüksek Lisans tezlerinin ise 2017, 2019, 2022 ve 2024 2025 yıllarında yoğunlaştığını göstermektedir. Doktora tezleri içerik bakımından incelendiğinde, en sık ele alınan konular arasında yanlılık analizi ve hiyerarşik lineer modellemenin öne çıktığı görülmektedir. Bununla birlikte, teknolojik gelişmelerin etkisiyle yapay sinir ağları ve veri madenciliği tekniklerinin kullanımında yıllar itibarıyla artış eğilimi olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, test eşitleme ve karma yöntemler gibi alanların görece daha sınırlı düzeyde çalışıldığı tespit edilmiştir. Yüksek lisans tezlerinde ise tarama çalışmaları ve yanlılık analizi gibi yöntemlere odaklandığı görülmektedir. Kurumsal dağılım açısından değerlendirildiğinde ise tezlerin büyük ölçüde Ankara Üniversitesi, Akdeniz Üniversitesi, Gazi Üniversitesi ve Hacettepe Üniversitesi gerçekleştirildiği görülmekte; bu üniversiteler arasında üretkenliğin farklı düzeylerde dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: PISA, Derleme, Metodoloji, Geniş Ölçekli Test.

METHODOLOGICAL TRENDS OF PISA-FOCUSED THESES IN TÜRKİYE: A SYSTEMATIC REVIEW**Furkan İSLAM/ Prof. Dr., Yeşim ÖZER ÖZKAN****Birikim Schools, Measurement and Evaluation, furk4n.1slam@gmail.com****ORCID: 0009-0001-2045-65452****Gaziantep University, Dept. Educational Measurement and Evaluation, yesimozkan@gantep.edu.tr****ORCID: 0000-0002-7712-658X****Abstract**

The objective of this study is to systematically and comprehensively examine master's theses and doctoral dissertations prepared within the field of education and instruction from a rigorous methodological perspective. The research specifically focuses on the domain of educational measurement and evaluation; accordingly, all relevant theses available in the Council of Higher Education (YÖK) National Thesis Center database with open-access status were included in the evaluation process. During the initial data collection phase, a total of 301 theses were identified utilizing the keyword "PISA." Following the application of specific filters namely "Education-Instruction," "Master's Degree," and "Doctoral Degree" the final sample was refined to 281 studies, consisting of 234 master's theses and 47 doctoral dissertations. In the initial stage of the research, the criteria for analyzing these theses were established through an extensive literature review, allowing the identified works to be classified according to their affiliated universities, years of publication, and research approaches. Throughout the data analysis process, findings were evaluated through frequency and percentage values and interpreted via descriptive statistics. The research findings indicate that doctoral dissertations are concentrated particularly in 2013, 2017, 2021, and 2022, whereas master's theses show a significant concentration in 2017, 2019, 2022, 2024, and 2025. Content analysis reveals that bias analysis and hierarchical linear modeling are the most frequently addressed topics in doctoral dissertations. Furthermore, there is a notable increasing trend in the use of artificial neural networks and data mining techniques, influenced by technological developments, while areas such as test equating and mixed methods remain relatively limited. Regarding master's theses, the focus remains primarily on survey studies and bias analysis. Finally, in terms of institutional distribution, the highest productivity was observed at Ankara University, Akdeniz University, Gazi University, and Hacettepe University, with varying levels of distribution among them.

Key words: PISA, Review, Methodology, Large-Scale Testing.

GİRİŞ

Bu araştırmanın amacı Türkiye’de PISA verilerini kullanan yüksek lisans ve doktora tezlerinin: metodolojik özelliklerini, analiz yaklaşımlarını ve ölçme-değerlendirme yeterliliklerini derinlemesine incelemektir. Bilimsel bilgi üretiminin en önemli kaynaklarından biri olan lisansüstü tezler, üniversitelerin araştırma kapasitesini ve akademik niteliğini ortaya koyan temel çalışmalardır. Gerek sosyal bilimler gerekse fen, sağlık ve eğitim bilimleri gibi farklı disiplinlerde her yıl binlerce yüksek lisans ve doktora tezi hazırlanmakta; bu çalışmalar aracılığıyla yeni bilgi, yöntem ve bakış açıları bilim dünyasına kazandırılmaktadır. Ancak nicelik açısından oldukça yüksek düzeyde gerçekleşen bu akademik üretimin, nitelik ve bilimsel etki bakımından aynı ölçüde güçlü sonuçlar ortaya koyduğu söylenememektedir. Özellikle bilimsel etkinin önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilen atıf sayılarının birçok tez için oldukça sınırlı düzeyde kalması, üretilen bilginin akademik dolaşıma yeterince giremediğini ve bilimsel katkısının beklenen seviyeye ulaşmadığını göstermektedir (Demir, 2008). Bilimsel çalışmaların değerinin yalnızca tamamlanmış olmalarıyla değil, aynı zamanda sonraki araştırmaları etkileme, yeni çalışmalara kaynaklık etme ve literatürde görünürlük kazanma düzeyiyle de değerlendirildiği düşünüldüğünde, tezlerin bilimsel etki bakımından incelenmesi önemli bir gereklilik hâline gelmektedir. Atıf sayılarının düşük olması; araştırma konularının özgünlük düzeyi, yöntemsel yeterlilik, erişilebilirlik, yayınlama süreçleri ve akademik yaygınlaştırma eksiklikleri gibi birçok faktörle ilişkili olabilir. Bu durum, lisansüstü eğitim sürecinde ortaya konulan tezlerin yalnızca biçimsel olarak tamamlanan akademik belgeler olarak değil, bilimsel kalite, yöntemsel yeterlilik ve literatüre katkı açısından sistematik biçimde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Karadağ, 2009). Dolayısıyla, her bilim alanında yürütülen tez çalışmalarının bilimsel ölçütler doğrultusunda incelenmesi; araştırmaların yöntemsel niteliğinin, kullanılan analiz tekniklerinin, kuramsal altyapısının ve literatüre sağladığı katkının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu tür değerlendirmeler, hem lisansüstü eğitim süreçlerinin geliştirilmesine hem de gelecekte üretilecek akademik çalışmaların daha yüksek bilimsel etkiye sahip olmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca tezlerin yalnızca üniversite arşivlerinde kalan çalışmalar olmaktan çıkarılarak ulusal ve uluslararası literatürde daha görünür hâle getirilmesi, bilimsel üretimin niteliğinin artırılması açısından önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bilimsel araştırmaların temelini oluşturan en önemli süreçlerden biri ölçme ve değerlendirmedir. Gerek bilimsel çalışmalarda gerekse günlük yaşamın farklı alanlarında bireylerin, olayların veya nesnelerin belirli özelliklerini ortaya koyabilmek için ölçme işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ölçme, herhangi bir niteliği gözlemek ve gözlem sonucunu sayılarla ya da başka sembollerle ifade etmektir (Turgut, 1995). Bu yönüyle ölçme, soyut ya da somut özelliklerin sistematik biçimde belirlenmesini sağlayan temel bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Ölçme sonucunda elde edilen verilerin tek başına anlamlı olması yeterli görülmemekte, bu verilerin belirli ölçütlere göre yorumlanması gerekmektedir. Bu noktada değerlendirme kavramı devreye girmektedir. Değerlendirme ise, bir ölçme sonucunu bir ölçütle karşılaştırılarak bir değer yargısına varmak demektir (Tekin, 2004). Bilimsel bilgi üretiminde ölçme ve değerlendirme süreçleri büyük önem taşımaktadır. Bir bilimsel teori oluşturulurken öncelikle gözlemlerden hareketle kuramsal bir yapı geliştirilmekte, ardından bu yapıda öne sürülen ilişkiler deney ve gözlemler yoluyla sınanmaktadır. Kurulan ilişkilerin doğrulanması veya yanlışlanması sürecinde ölçme işlemleri temel araçlardan biri olarak kullanılmaktadır. Böylece bilimsel araştırmalarda nesnel sonuçlara ulaşılabilmesi, büyük ölçüde güvenilir ve geçerli ölçme süreçlerinin varlığına bağlı olmaktadır. Bilim dallarının gelişim süreci incelendiğinde, araştırma ve uygulama faaliyetlerinin hız kazanmasının çoğu zaman o alana özgü ölçme araçlarının ve yöntemlerinin geliştirilmesiyle mümkün olduğu görülmektedir. Ölçmenin bilimsel süreçlerdeki işlevi yalnızca veri toplama ile sınırlı değildir. Aynı zamanda model kurma çalışmalarında, değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde ve geliştirilen modellerin test edilmesinde de ölçme süreçlerinden yararlanılmaktadır. Özellikle sosyal bilimlerden fen bilimine kadar birçok alanda

geliştirilen kuramsal modellerin geçerliliği, doğru ölçme araçlarıyla elde edilen verilere dayanmaktadır. Bu durum, ölçmenin bilimsel araştırmaların vazgeçilmez unsurlarından biri hâline gelmesini sağlamıştır. Öte yandan ölçme yalnızca akademik veya bilimsel alanlarla sınırlı kalmamakta, günlük yaşamın hemen her aşamasında önemli bir rol oynamaktadır. Ticari faaliyetlerde, eğitim süreçlerinde, sağlık alanında, mühendislik uygulamalarında ve bireylerin gündelik karar verme süreçlerinde ölçme sonuçlarından yararlanılmaktadır. İnsan yaşamının pek çok alanında doğru kararlar verebilmek için güvenilir verilere ihtiyaç duyulmakta, bu veriler ise sistemli ölçme süreçleri aracılığıyla elde edilmektedir (Baykul & Turgut, 2010). Bu nedenle yapılan araştırmada aşağıdaki problemlere yanıt aranmaktadır;

1. Türkiye’de PISA verilerini kullanan lisansüstü tezlerde hangi araştırma desenleri baskın olarak tercih edilmektedir?

2. Söz konusu tezlerde kullanılan istatistiksel analiz tekniklerinin dağılımı ve yaygınlık düzeyi nasıldır?

2. YÖNTEM

Araştırmanın amacı olanı PISA odaklı lisansüstü tez çalışmalarını metodolojik olarak derinlemesine incelemek için hem nicel hem de nitel araştırma desenleri kullanılmıştır. Nitel olarak tezlerin analiz yöntemleri ve araştırma desenleri incelenmiş, nicel olarak ise lisansüstü tez çalışmalarının sayısal özellikleri betimlenmiştir. Bu yönleri ile araştırmada hem doküman incelemesi hem de betimsel istatistiklerden yararlanılmıştır. Nitekim nicel desen olarak betimsel tarama deseni kullanılmış ve aynı zamanda da nitel araştırma deseni ile şekillenmiştir. Belirli bir disiplindeki çalışmaların içerik, nitelik ve eğilimlerini kapsamlı bir biçimde ortaya koymak amacıyla mevcut literatür derinlemesine analiz edilmiştir. Bu tür kapsamlı incelemeler, araştırmacıların ilgili alanı sistematik bir şekilde tanımasına olanak sağlamasının yanı sıra alandaki genel görünüme ilişkin bütüncül bir perspektif sunmaktadır (Kurtoglu & Seferoğlu, 2014). Araştırmanın evrenini, lisansüstü tezler oluşturmaktadır. Örneklem seçiminde, belirli kriterleri karşılayan birimlerin derinlemesine incelenmesine olanak tanıyan ölçüt örnekleme yöntemi (Yıldırım & Şimşek, 2021) benimsenmiştir. Bu doğrultuda, tezlerin YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanında erişime açık olması temel ölçüt olarak belirlenmiştir. Veri toplama sürecinde 'PISA' anahtar kelimesiyle yapılan tarama sonucunda 'Eğitim ve Öğretim' kategorisinde filtrelenen ve kriterleri karşılayan 281 tez çalışma kapsamına alınmıştır. Lisansüstü çalışmalar tek tek incelenmiş ve yapılan araştırma desenleri ve analiz yöntemleri tespit edilmiştir.

3. BULGULAR

Bu bölümde sırasıyla problem cümlelerine ilişkin araştırma sonuçları sunulmuştur.

3.1 Birinci Problem Cümlesine Ait Bulgular.

İlk araştırma sorusu olan “Türkiye’de PISA verilerini kullanan lisansüstü tezlerde hangi araştırma desenleri baskın olarak tercih edilmektedir?” yanıt aranmıştır. Yapılan doküman incelemelerinin ve betimsel analizlerin sonucu aşağıda tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Eğitimde PISA odaklı yapılan lisansüstü tez çalışmalarının araştırma desenlerinin dağılımı

Araştırma Desenleri	Adet
Betimsel Tarama	92
Karma	6
Korelasyonel Tarama	96
Nedensel Karşılaştırma	8
Nitel	79

Yapılan incelemeler neticesinde “Betimsel tarama”, “Korelasyonel Tarama” gibi nicel desenlerin ağırlık olarak kullanıldığına rastlanılmaktadır. Aynı şekilde nitel araştırma deseninde kayda değer şekilde kullanıldığı söylenebilir. Fakat “Karma” ve “Nedensel Karşılaştırma” desenleri bu çalışmalarda pek tercih edilmemiştir.

3.2. İkinci Problem Cümlesine Ait Bulgular

İkinci araştırma sorusu olan “Söz konusu tezlerde kullanılan istatistiksel analiz tekniklerinin dağılımı ve yaygınlık düzeyi nasıldır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Yapılan doküman incelemelerinin ve betimsel analizlerin sonucu aşağıda tablo2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Eğitimde PISA odaklı yapılan lisansüstü tez çalışmalarının Analiz tekniklerinin dağılımı

Analiz Teknikleri	Adet
ANOVA	8
Betimsel İstatistik	35
Yapısal Eşitlik Modellemesi	22
Doküman Analizi	80
Hiyerarşik Lineer Modelleme	21
Regresyon	35
Diğer	105

Yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulgularda en çok kullanılan yöntemler doküman analizi ve betimsel istatistikler olduğu görülmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırma, Türkiye’de PISA verilerini temel alan lisansüstü tezlerin metodolojik eğilimlerini ve yapısal özelliklerini sistematik bir biçimde ortaya koymayı amaçlamıştır. Elde edilen bulgular incelendiğinde, Türkiye’deki PISA odaklı akademik üretimin büyük bir çoğunluğunu yüksek lisans tezlerinin oluşturduğu, doktora düzeyindeki çalışmaların ise daha sınırlı kaldığı görülmektedir. Araştırma desenleri açısından değerlendirildiğinde, PISA verilerinin doğası gereği geniş örneklemli mevcut durumu betimlemeye imkân tanınması sebebiyle “Korelasyonel Tarama” ve “Betimsel Tarama” yöntemlerinin baskın bir şekilde tercih edildiği saptanmıştır. Buna karşın, eğitim süreçlerinin derinlemesine incelenmesine olanak sağlayan karma yöntemler ile değişkenler arası neden-sonuç bağlamını güçlendiren nedensel karşılaştırma desenlerinin oldukça düşük frekansta kalması, literatürde yöntem çeşitliliği açısından bir kısıtlılığa işaret etmektedir. Tezlerde kullanılan analiz teknikleri incelendiğinde, doküman analizi ve betimsel istatistiklerin yaygınlığı dikkat çekmekle birlikte; regresyon, yapısal eşitlik modellemesi ve hiyerarşik lineer modelleme gibi ileri düzey istatistiksel tekniklerin de hatırı sayılır düzeyde kullanıldığı belirlenmiştir. Özellikle doktora tezlerinde bu ileri analiz tekniklerine daha sık başvurulması, akademik yetkinliğin artışıyla paralel bir gelişim göstermektedir. Kurumsal bazda yapılan incelemede ise Ankara, Akdeniz, Gazi ve Hacettepe Üniversitelerinin bu alanda lokomotif görevi üstlendiği ve PISA verileri üzerine bir akademik gelenek oluşturdukları sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, Türkiye’deki PISA odaklı tezlerin niceliksel olarak yeterli bir hacme ulaştığı ancak niteliksel derinliği artırmak adına daha fazla karma desene ve boylamsal analizlere ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Gelecek çalışmalarda, sadece mevcut durumun fotoğrafını çeken betimsel analizlerden ziyade, öğrenci başarısını etkileyen değişkenleri daha bütüncül ve müdahale odaklı yaklaşımlarla inceleyen araştırmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Baykul, Y., & Turgut, M. F. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Pegem Akademi.
- Demir, R. (2008). *Üniversitenin Bugünü ve Yarını*. PALME YAYINCILIK.
- Karadağ, E. (2009). *Türkiye’de eğitim bilimleri alanında yapılmış doktora tezlerinin tematik ve metodolojik açıdan incelemesi: Bir durum çalışması* [Yayımlanmış Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Kurtoğlu, M., & Seferoğlu, S. S. (2014). Öğretmenlerin Teknoloji Kullanımı ile İlgili Türkiye Kaynaklı Dergilerde Yayımlanmış Makalelerin İncelenmesi. *Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi*, 2(3).
- Tekin, H. (2004). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Yargı Yayınevi.
- Turgut, M. F. (1995). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Metotları*. Yargıcı Matbaası.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

ÖĞRENCİLERİN OKUL FİZİKSEL MEKANLARINA YÜKLEDİKLERİ PSİKOLOJİK ANLAMLAR VE MEKÂN AİDİYETİ ÜZERİNE NİTEL BİR ARAŞTIRMA

Esra AY ¹/ Prof., Dr. Erkan EFİLTİ ²

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü,

esraayv841@gmail.com, 0009-0006-7907-3473

²Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü Öğretim Üyesi,

efilti71@gmail.com, 0000-003-1158-5764

Özet

Bu çalışma lise öğrencilerinin okuldaki çeşitli fiziksel mekanlara atfettikleri psikolojik manalar ile bu manaların mekân aidiyeti üzerinde etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışma grubunu 2025-2026 yılında Konya ilinde eğitim veren Meslek Lisesinde 9,10,11 ve 12.sınıf düzeylerinden rastgele seçilen toplam 24 öğrenci oluşturmaktadır. Bulgular elde edilirken yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmış; grubun bir kısmına mekanlar verilerek hissettikleri duygular, bir kısmına da duygular verilerek bu duyguları hissettikleri mekanlar sorgulanmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler, rehberlik biriminin katılımcılar üzerinde büyük oranda rahatlama ve mutluluk duygularını açığa çıkardığını, bu da rehberlik servisinin güvenli ve eleştiriden uzak bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan da okul idarecilerinin odası katılımcılar tarafından çoğunlukla otorite sembolü, kaygı ve tedirginlik şeklinde görülmektedir. Sosyalleşmenin yoğun olduğu okul bahçesi ile kantin gibi mekanların ise katılımcılarda keyif ve özgürlük gibi duyguları uyandırdığı, merdiven/merdiven altı ve koridorların da katılımcıların daha çok anı biriktirdiği ve sıcak ilişkiler kurduğu mekanlar olarak tespit edilmiştir. Araştırmanın önemli verilerinden biri de lavaboların temiz olmaması ve güvensiz görülmesi sebebiyle katılımcılarda mutsuzluk ve huzursuzluk hisleri uyandırması olmaktadır. Sonuç olarak çalışma, okuldaki mekanların fiziksel tasarımının yalnızca bir görünüş için değil okulda bulunan öğrencilerin psikolojik açıdan sağlıklı olmaları ve okul aidiyet duygularını geliştirmek için önemli ve belirleyici bir etken olduğunu göstermektedir. Tam bu noktada okuldaki mekanların, öğrencilerin gereksinim ve güven hislerini geliştirmek adına yeniden tasarlanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Okul Aidiyeti, Mekân Algısı, Sosyalleşme, Fiziksel Çevre, Öğrenci Psikolojisi.

AQUALİTATIVE STUDY ON THE PSYCHOLOGİCAL MEANİNGS STUDENTS ATTRİBUTE TO SCHOOL PHYSİCAL SPACES AND THEIR SENSE OF PLACETİTLE,**¹Esra AY / Prof., Dr. Erkan EFİLTİ²****¹Necmettin Erbakan University, Ereğli Faculty of Education, Department of Educational Sciences,
esraavy841@gmail.com, 0009-0006-7907-3473****²Necmettin Erbakan University, Ereğli Faculty of Education, Department of Educational Sciences,
Faculty Member, efilti71@gmail.com, 0000-003-1158-5764****Abstract**

This study aims to examine the psychological meanings that high school students attribute to various physical spaces at school and the effects of these meanings on their sense of belonging to those spaces. A qualitative research method was used in this study. The study group consists of a total of 24 students randomly selected from the 9th, 10th, 11th, and 12th grades at a vocational high school in Konya Province during the 2025–2026 academic year. Semi-structured interviews were used to gather findings; one group was presented with specific spaces and asked about the emotions they felt, while another group was presented with specific emotions and asked about the spaces where they felt those emotions. The data obtained from the study reveal that the guidance unit largely evoked feelings of relaxation and happiness among the participants, indicating that the guidance service operates in a safe and non-judgmental environment. On the other hand, the school administrators' office is predominantly perceived by participants as a symbol of authority, evoking anxiety and unease. Spaces where social interaction is intense, such as the schoolyard and cafeteria, were found to evoke feelings of enjoyment and freedom among participants, while stairwells and hallways were identified as spaces where participants accumulated more memories and formed warm relationships. One of the study's key findings is that restrooms, due to being unclean and perceived as unsafe, evoke feelings of unhappiness and unease among participants. In conclusion, the study demonstrates that the physical design of school spaces is a significant and decisive factor not only for aesthetic appeal but also for the psychological well-being of students and the development of their sense of belonging to the school. At this point, it is recommended that school spaces be redesigned to meet students' needs and foster a sense of security.

Keywords: School Belonging, Perception of Space, Socialization, Physical Environment, Student Psycholog

GİRİŞ

Eğitim kişilerin var olmalarında, psikolojik ve bilişsel olarak gelişim göstermesinde, bu yolla öğrendiklerini halkın yararını gözeterek kullanmalarında ve faydalı bir yaşam geçirmelerinde oldukça önemli bir yere sahip olmaktadır (Ergün, 2015). Bireylerin ve toplumun ilerlemesinde eğitimin rolünün oldukça fazla olduğu söylenmektedir bundan ötürü bütün öğrencilerin eğitim hayatını düzenli olarak sürdürmesi gerekmektedir. Tam bu noktada okul, bireylerin çeşitli gereksinimlerini karşılamadığı takdirde onların bu alandan uzaklaşmasına ve eğitim alanlarının anlamını kaybetmesine sebep olmaktadır. Bu durumla karşı karşıya kalmamak için öğrencilerin gittiği okullara kendilerini ait hissetmeleri, orada anlam bulmaları ve neşeli olmaları hem kendileri hem de toplumsal açıdan son derece önem taşımaktadır (Hendrick,2009). Aidiyet duygusu, kişinin doğası gereği sosyal biri olmasından dolayı her zaman gereksinim duyduğu ve bireyin doğduğu andan itibaren ihtiyaç duyduğu bir duygu olmaktadır. Kişi aidiyet duyduğu alanda kendini rahatça açabilmekte ve olduğu gibi davranabilmektedir. Bu nedenle okula aidiyette birey için önem teşkil etmektedir. Bireyler gittikleri okullarda arkadaşları ve öğretmenleri tarafından olduğu gibi sevildiklerinde, kabul görüldüklerinde, güvende hissettiklerinde ve fikirlerini rahatça paylaşabildiklerinde okula olan bağlılıkları, akademik başarıları ve öz güvenleri de artmakta ve gelecek yaşamlarına yön vermeye de etki etmektedir (Cemalcılar,2010; Steinberg,2013). Araştırmacılar, öğrencilerin okula olan aidiyet duygusuna okulun fiziksel alanlarının doğrudan veya dolaylı olarak etki ettiklerini söylemektedirler. Okulun nerede olduğu, hacmi ve güvenli olup olmadığı doğrudan etkilemekte olup fiziksel alanlar ve bu alanlarda sosyalleşme ise dolaylı olarak etkilemektedir. Okuldaki alanların fiziksel açıdan kriterleri söylendiğinde düşünülen yerlerin daha çok derslikler ve laboratuvar alanları oldukları görülmektedir. Okuldaki diğer alanların yani öğrencilerin vakit geçirdikleri kantin, okul bahçesi, koridorlar ve sosyal faaliyet ortamlarının öğrenciler üzerindeki psikolojik ve akademik etkilerinin göz önünde bulundurulmadığı görülmektedir. Aynı şekilde okullarda öğrencilerin diğer arkadaşlarıyla vakit geçirdiği yani sosyalleştiği ortamların bireylerdeki mental açıdan etkilerine ve bunların nasıl ortaya çıktığına dair yapılan çalışmaların az olduğunu ve literatürde bir eksiklik olduğunu görmekteyiz (Negm ve ark.,2020).

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Ergende Bilişsel Gelişim

Birey ergenlik sürecine girerek soyut işlem dönemine yani bilişsel olarak artık yüksek seviyelerde düşünebilmeye başlamış bulunmaktadır. Çocuk ve ergeni bilişsel olarak ayıran şey de zaten ergen bireyin artık somut düşünceden bir üst basamağa atlaması olmaktadır. Bu dönemde bireylerde şu anda olanı kavramakla birlikte şu an olmayan ama gerçekleşme ihtimali olabilecek durumları düşünme özelliğinin geliştiği belirtilmektedir. Elkind (1975)'e göre ergen bir bireye has bilişsel olarak bazı özellikler bulunmaktadır. Ergen bireyler herhangi bir sorunla karşılaştıklarında o an birçok farklı yöntem düşünebilmektedirler. Çocuklardan farklı olarak çözülmesi zor olan yani karmaşık yapıdaki sembolleri kullanabilmektedirler. Yani ergen bir birey bir sorunu çözmeye çalışırken asıl sorun olan faktörlerin yerine daha farklı seçenekler koyarak bu durumu çözümleyebilmektedir.

Kişi sosyal bir insan olduğu için diğerleri ile birlikte olma ihtiyacı duymaktadır. Bireyin var olmasından bu yana bir motivasyon kaynağı olan birlikte olma durumu, kişinin çevresindekilerle kendini bir bütün olarak görme gereksinimi olarak adlandırılmaktadır. Bu gereksinimin en alt basamağını ise ait olma duygusu oluşturmaktadır. Dolayısıyla kişi hayatında herhangi küçük bir durum olsa da başka birine ihtiyaç duymaktadır (Hendrick, 2009). Ergenlik sürecindeki bireyde ait hissetme duygusu oldukça önemli olmaktadır (Booker, 2004). Ercoşkun ve Nalçacı (2005)'ya göre ergen bir bireyin ait olma gereksinimi karşılandığı takdirde, bu kişi kendisinde olan yeteneklerinin bilincinde olur hem kendisine hem de etrafında olan kişilere saygı duyar, etrafında gelişen durumlara karşı da ilgi duyar. Bireyin içinde bulunduğu en önemli dönemlerden biri olan bu ergenlik döneminde birey ait olma duygusuna eğitim alanı olarak okulda da ihtiyaç duymaktadır. Okul ergen bireyler için yaşamlarına yön verme açısından önemli olduğu gibi bireylerin bu alana yönelik hissettikleri ve

düşündükleri de önem teşkil etmektedir. Bu hisler ve düşünceler iyi ya da kötü olabilmektedir. İyi taraf olarak baktığımızda ait olma kavramı ön plana çıkmaktadır. Bireyin okula ait hissetmesi, aynı alanda bulunduğu başka kişilerce ne kadar kabul gördüğüne ne kadar desteklendiğine ve kendisine saygı duyulup duyulmadığına bağlı olmaktadır (Steinberg, 2013).

1.2. Mekân Algısı

Önceki yıllarda oluşturulan araştırmalara baktığımızda eğitim alanlarına yönelik aidiyet hissinin ve bu duyguyu etkileyen toplumsallaşmanın mekân algısı açısından incelenmemesinin literatürdeki bir boşluk olduğu görülmektedir. Eğitim alanlarının mimari olarak dizaynı yani okulda yer alan her bir mekânın kendi içinde tasarımı, görevi, ulaşılabilirliği değişiklik göstermektedir. Bu farklılık öğrencilerin etraflarına karşı düşünce yapılarını şekillendirmekte, davranışlarını da belli bir yöne çekmektedir (Negm ve ark.,2020). Fiziki ortam ile bu ortamı inşa eden birçok faktör, bireylerin aidiyet duygusunu edinmelerine, toplumsallaşmaları için ilham kaynağı olmada ve kendilerini geliştirmelerinde son derece önemli olmaktadır (Cemalcılar,2010).

Öğrencilerin hem planlı hem de tesadüfi etkileşimlerine olanak tanıyan sirkülasyon alanları; farklı yaş grupları, sınıflar ve öğretmenler gibi çok çeşitli kullanıcı gruplarını bir araya getiren zengin bir içeriğe sahiptir. Buna karşın, okul içerisindeki diğer kapalı mekanların genellikle geleneksel bir düzende tasarlanmış olması ve bu alanlara erişimin kısıtlılığı, sosyal etkileşimi sınırlayabilmektedir. Bu noktada sirkülasyon alanları, sınıf ortamında uygulanması mümkün olmayan faaliyetlerin ve çağdaş eğitim modellerinin hayat bulabileceği esnek platformlar sunmaktadır (JISC, 2006; Van Note Chism, 2006). Bu geçiş alanları, kullanıcıların birbirleriyle iletişim kurarak deneyim aktarımı yapmalarını ve ortak keşiflerde bulunmalarını teşvik etmektedir.

Bu konudaki kuramsal yaklaşımlardan birini sunan Hertzberger (2008), okulu bir yerleşim birimine benzeterek derslikleri bu kentin evleri, koridor ve sirkülasyon alanlarını ise "öğrenme sokakları" ve "toplanma meydanları" olarak nitelendirmektedir. Bir kentin sokak ve meydanlarının sosyal yaşamı canlandıracak şekilde tasarlanması gibi; okul koridorlarının da öğrencileri cezbeden ve sosyal etkileşimi kuvvetlendiren bir anlayışla kurgulanması gerektiğini savunmaktadır.

1.3. Okul Sosyalleşme Faaliyetlerinde Sirkülasyon Alanlarının Rolü

Sosyalleşme; kişilerin topluma ait olan özellikleri, değer yargılarını ve inanç sistemini gözlemleyerek birbirini etkilemesi durumu olarak ifade edilmektedir (Yavuzer,2014). Bireyler ilk olarak sosyalleşme deneyimini ailede tatmaktadırlar. Aileden sonra ise bu deneyim fırsatını eğitim gördükleri yerde yani tesir gücü fazla olan okullarda yaşamaktadırlar (Ergün,2015). Bu alan hem öğrencilerin birincil olarak ailelerinden gördükleri toplumsallaşma yeteneğini daha da iyiye taşımakta hem de öğrencilerin ailelerinden yetersiz bir şekilde gördükleri toplumsallaşma yeteneklerini gidermeye çalışmaktadır (Yavuzer, 2014). Her biri çeşitli özellik taşıyan öğrenciler eğitim aldıkları alanda kişiliklerine daha yatkın olan öğrenme tekniği ile toplumsallaşma faaliyetlerini seçmektedirler. Bu noktada eğitim verilen yerlerde yani okullarda öğrencilerin akranlarıyla eğitimcileriyle toplumsallaşma faaliyetleri ne kadar çeşitlilik gösterirse kazanacakları tecrübelerin zenginliğinin de o kadar artacağı söylenmektedir.

Öğrencilerin hem planlı hem de tesadüfi etkileşimlerine olanak tanıyan sirkülasyon alanları; farklı yaş grupları, sınıflar ve öğretmenler gibi çok çeşitli kullanıcı gruplarını bir araya getiren zengin bir içeriğe sahiptir. Buna karşın, okul içerisindeki diğer kapalı mekanların genellikle geleneksel bir düzende tasarlanmış olması ve bu alanlara erişimin kısıtlılığı, sosyal etkileşimi sınırlayabilmektedir. Bu noktada sirkülasyon alanları, sınıf ortamında uygulanması mümkün olmayan faaliyetlerin ve çağdaş eğitim modellerinin hayat bulabileceği esnek platformlar sunmaktadır (JISC ve ark., 2006). Bu geçiş alanları, kullanıcıların birbirleriyle iletişim kurarak deneyim aktarımı yapmalarını ve ortak keşiflerde bulunmalarını teşvik etmektedir.

Bu konudaki kuramsal yaklaşımlardan birini sunan Hertzberger (2008), okulu bir yerleşim birimine benzeterek derslikleri bu kentin evleri, koridor ve sirkülasyon alanlarını ise "öğrenme sokakları" ve "toplanma meydanları" olarak nitelendirmektedir. Bir kentin sokak ve meydanlarının sosyal yaşamı canlandıracak şekilde tasarlanması gibi; okul koridorlarının da öğrencileri cezbeden ve sosyal etkileşimi kuvvetlendiren bir anlayışla kurgulanması gerektiğini savunmaktadır.

Öğrenciler arasında çatışmaların yaşandığı ve kaotik bir atmosferin hâkim olduğu geçiş alanları; huzursuzluk, mutsuzluk ve gerginlik gibi negatif duyguların oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Aidiyet kurulmayan ve öğrenciler tarafından benimsenmeyen bu tür mekanların vandalizm faaliyetlerine daha açık olduğu görülmektedir (Alexander ve ark., 1977; Hertzberger, 2008; Karabey, 2004; Moore & Lackney, 1994). Kullanıcıların yapıcı davranışlarının engellenmesi, uzun vadede okul binasındaki sosyal etkileşim dokusunun zedelenmesine yol açmaktadır (Alexander ve ark., 1977). Buna karşılık Nind ve ark. (2022), eğitim sahalarının sosyal bağlamlarının güçlendirilmesinin ve öğrencilere yeni deneyim imkanları sunulmasının, bir "yer" bilinci oluşturarak aidiyet duygusunu pekiştirebileceğini savunmaktadır. Karabey (2004) ise öğrencilerin yeteneklerini sergileyebildikleri, bilgiye engel olmaksızın eriştikleri ve kendilerini ifade edebildikleri fiziksel alanların varlığının, okula bağlılık üzerinde belirleyici bir rol oynadığını vurgulamaktadır.

Sirkülasyon alanları; duraklama, dinlenme, bireysel gözlem yapma veya kolektif etkinliklerde bulunma gibi çeşitli kullanıcı ihtiyaçlarına yanıt verecek şekilde tasarlandığında, monoton bir mekân olmaktan çıkmaktadır (Ching, 2007; Gehl, 2011; Moore & Lackney, 1994). Bu bağlamda Hertzberger (2008), merdiven yapılarının genişletilerek oturma birimlerine dönüştürülmesinin mekânın işlevini zenginleştirdiğini ifade etmiştir. Bu tarz basamaklı alanlar; ders çalışma, sosyal etkileşim, sergi ve performans gibi hem gündelik hem de özel aktiviteler için uygun birer zemin oluşturmaktadır. Ayrıca, koridorların atriyum veya düğüm noktalarıyla birleştiği mimari kurgular; kutlamalar, proje tanıtımları ve sanatsal gösteriler için elverişli sosyal merkezler yaratmaktadır (Alexander ve ark., 1977; JISC, 2006). Dudek (2007) tarafından "break-out" (dinlenme/kaçış) alanları olarak isimlendirilen ve mekanlar arası yumuşak geçiş sağlayan bölgeler, kullanıcılar arasında daha samimi bir iletişim ortamı hazırlamaktadır. Özetle, bahsedilen tüm bu tasarım stratejileri sayesinde sirkülasyon alanlarının çok fonksiyonlu bir yapıya bürünmesi, öğrencide güçlü bir mekân algısı oluşturarak okul aidiyetini artırma potansiyeline sahip olmaktadır.

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) verileri, okula güçlü bir bağ hisseden öğrencilerin akademik performanslarının daha yüksek olduğunu ve yaşam doyumlarının arttığını ortaya koymaktadır (OECD, 2017-2019). Türkiye'nin 2003 yılından bu yana dahil olduğu PISA araştırmalarındaki okul aidiyeti indeksleri incelendiğinde dalgalı bir seyir izlendiği görülmektedir (MEB, 2005). Türkiye, 2003-2012 yılları arasında aidiyet puanını en çok artıran ülke olmasına rağmen (OECD, 2013), 2015 yılında ciddi bir gerileme yaşayarak son sıralarda yer almıştır. 2018 yılında ise kısmi bir toparlanma görülse de OECD ortalamasının altında kalmıştır. Bu istatistiksel veriler, öğrencilerin okul ortamını benimsemelerini sağlayacak kalıcı stratejilerin geliştirilmesinin toplumsal kalkınma ve eğitimde fırsat eşitliği açısından elzem olduğunu göstermektedir.

Okul aidiyetini güçlendiren fiziksel çevre tasarımı, sadece görsel materyallerin zenginliği ile sınırlı kalmamalıdır. Mevcut literatürde bu konunun mimarlık disiplini açısından yeterince irdelenmemiş olması önemli bir eksikliklerdir. Bu çalışma, okul aidiyetini besleyen sosyalleşme süreçleri ile fiziksel mekân arasındaki ilişkiyi analiz ederek alan yazına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Zira okulun mimari kurgusu, mekanların işlevsel organizasyonu ve tasarım özellikleri, kullanıcıların çevresel algılarını şekillendirmekte ve davranış modellerini doğrudan yönlendirmektedir (Gehl, 2011; Hertzberger, 2008; Lang, 1987; Moore & Lackney, 1994; Nair, 2017; Stokols, 1978). Fiziksel çevre unsurları, öğrencilerin sosyal izolasyondan korunmalarında ve sağlıklı etkileşim kurlarında belirleyici bir rol oynamaktadır.

Özellikle sirkülasyon alanları; kütüphane, spor alanları veya bahçe gibi diğer mekanların sosyalleşme açısından yetersiz kaldığı durumlarda kritik bir alternatif sunmaktadır. Erişim kolaylığı, dersliklere yakınlığı ve her türlü iklim koşulunda kullanıma uygun olması, sirkülasyon alanlarını teneffüs saatlerinde öğrenciler için cazip kılmaktadır. Alan yazında teneffüslerin; bilişsel verimliliği artırma, karmaşık okul yapısına adaptasyon sağlama ve fiziksel gelişimi destekleme gibi pek çok faydası vurgulanmaktadır (Brooks, 2018; Drin kworth, 2017; Murray & Ramstetter, 2013). Bu nedenle, geçiş alanlarının sadece ulaşım için değil, sosyal gelişime hizmet edecek bir nitelikte tasarlanıp tasarlanmadığının derinlemesine incelenmesi gerekmektedir.

1.4. Sosyalleşme Alanlarının Önemi

Sosyalleşme ve sosyal ilişki kurma ihtiyacı, Maslow'un (1970) ihtiyaçlar hiyerarşisinde beslenme ve güvenlik gibi temel gereksinimlerin hemen ardından gelmektedir. Benzer şekilde, Öz-belirleme Kuramı da başkalarıyla bağ kurmayı bireyin en temel ihtiyaçlarından biri olarak tanımlar; bu ihtiyacın tatmin edilmesi, bireyin motivasyonu ve genel iyilik hali üzerinde belirleyici bir rol oynar (Deci ve ark., 1991; Ryan ve Deci, 2000). Sosyal etkileşimin, psikolojik iyi oluşu desteklemekten (Sun ve ark., 2020) bilişsel süreçleri güçlendirmeye (Ybarra ve ark., 2011) kadar geniş bir yelpazede psikolojik fayda sağladığı bilinmektedir. Eğitim süreçlerinde sosyal etkileşimin kritik rolünü inceleyen araştırmalar, nitelikli bir eğitimin ancak güçlü bir sosyal iletişim zemini üzerinde yükselbileceğini savunmaktadır (Chua, 2002; Hurst ve ark., 2013; Littleton, 2010). Bu doğrultuda okul, salt akademik bir merkez değil, sosyal bir kurum olarak görülmelidir. Geleneksel sistemlerin akademik müfredata odaklanırken sosyal aktiviteleri ihmal etmesi, eğitimciler tarafından eleştirilen bir konudur (Dewey, 1986).

Alan yazındaki temel kuramlar da eğitim ile sosyalleşmenin ayrılmaz bütünlüğünü destekler. Örneğin, Sosyal Öğrenme Kuramı (Bandura, 1977), öğrenme sürecinin önemli bir kısmının sosyal gözlem ve etkileşim yoluyla gerçekleştiğini ileri sürer. İşlevselcilik Kuramı ise eğitimin toplumsal entegrasyon, kültürel yenilik ve sosyal yerleştirme gibi hayati fonksiyonları olduğunu vurgular (Ballantine ve Hammack, 2009). Bu bağlamda eğitim ve sosyalleşme, birbirini besleyen ve iç içe geçmiş iki temel kavramdır (Bernstein, 2003; McLaughlin ve Faulkner, 2012).

Dolayısıyla, eğitim kurumlarında öğrencilerin sosyal etkileşim kurabileceği fiziksel mekanların varlığı büyük önem taşır. Üniversite düzeyindeki çalışmalar; esnek, samimi ve resmi olmayan toplantı alanlarının kampüs yaşamındaki gerekliliğine dikkat çekmektedir (Kärnä ve Julin, 2015; Temple, 2008). Araştırmalar, öğrencilerin çoğunlukla kendi bölümlerinin yakınındaki bahçe ve kantin gibi alanları kullandığını; ancak bunun yanı sıra kafe, park ve rekreasyon alanlarını da sıklıkla tercih ettiklerini göstermektedir (Düzenli ve ark., 2017). Özellikle kampüs içindeki kahve dükkanları ve benzeri sosyal mekanlar, öğrenciler tarafından en çok rağbet gören alanlar arasında yer almaktadır (Al-Ansari, 2022).

1.5. Aidiyet Duygusu

Aidiyet kavramı; bileşenleri, yordayıcıları ve sonuçları itibarıyla oldukça karmaşık bir yapı sergilemektedir (Allen vd., 2021; Baumeister & Leary, 1995). Bu karmaşıklık, aidiyetin her zaman olumlu sonuçlar doğurmamasından ve bazı durumlarda dışlayıcı bir etki yaratabilmesinden kaynaklanmaktadır (Allen, 2020). Bireyin bir gruba dahil olma eylemi "aidiyet" olarak tanımlanırken, bu süreci başlatan motivasyonel unsur "ait olma ihtiyacı" olarak adlandırılmaktadır (Baumeister & Leary, 1995). Kabul görme ve dahil olma arzusu evrensel olsa da bireyler bu ihtiyacın düzeyi bakımından farklılık göstermektedir; bazıları birkaç derin ilişkiyle yetinirken, bazıları sürekli sosyal onay ve geniş bir ilişki ağına ihtiyaç duymaktadır (Kelly, 2001).

Alan yazında aidiyet ihtiyacı; psikolojik sağlık, yaşam doyumu ve duygusal düzenleme üzerinde doğrudan belirleyici bir faktör olarak görülmektedir (Oyanedel & Paez, 2021; Vansteenkiste & Ryan, 2020). Maslow'un (1943) ihtiyaçlar hiyerarşisinde sosyal ihtiyaçlar arasında yer alan aidiyet, fizyolojik ve güven gereksinimlerinin ardından gelen kritik bir aşamayı temsil etmektedir. Benzer şekilde Alderfer (1972) tarafından geliştirilen ERG

teorisi, bu yapıyı daha esnek bir çerçevede ele alarak "ilişkisel ihtiyaçlar" (Relatedness) başlığı altında toplar. Bu teoriye göre aidiyet, sadece varoluşsal bir gereklilik değil, bireyin gelişimsel süreciyle doğrudan bağlantılıdır (Vo vd., 2022). Öz Belirleme Kuramı da ilişkililik ihtiyacını, bireyin kendini gerçekleştirmesi ve ruhsal sağlığı için temel bir koşul olarak tanımlamaktadır (Deci & Ryan, 2000).

Aidiyet ihtiyacı, kişilik özellikleriyle de yakından ilişkilidir. Büyük Beş Kişilik Modeli'ne göre dışadönük ve uyumlu bireyler, sosyal etkileşimlerde daha aktif rol alarak aidiyet ihtiyaçlarını daha kolay karşılamaktadır (McCrae & Allik, 2002; Wilmot & Ones, 2022). Buna karşın, duygusal dengesizliği yüksek olan bireyler, reddedilme korkusu ve sosyal kaygı nedeniyle ilişkilerde güven sorunu yaşayabilmektedir (Unanue vd., 2022). Sosyal destek teorisi bağlamında aidiyet, stresle başa çıkmada koruyucu bir mekanizma işlevi görmektedir; güçlü bağlara sahip bireyler olumsuz yaşam olaylarından daha az etkilenmektedir (Cacioppo & Cacioppo, 2014). Sonuç olarak, karşılanmayan aidiyet ihtiyacının yalnızlık ve depresyon gibi ciddi psikolojik sorunlara yol açabileceği kabul edilmektedir (Holt-Lunstad, 2022).

1.6. Sosyalleşme Alanlarından Duyulan Memnuniyet, Psikolojik İyi Oluş ve Aidiyet İlişkisi

Bireylerin fiziksel sosyalleşme mekanlarıyla kurdukları duygusal etkileşim, yaşamlarında bir süreklilik algısı oluşmasına katkı sağlamaktadır (Lewicka, 2011). Fiziksel çevreyi dahil oldukları sosyal gruplarla özdeşleştiren bireyler, bu alanlarda diğer kişilerle bağ kurabildiklerini ve ihtiyaç duyduklarında sosyal destek alabileceklerini hissetmektedirler (Minami ve Tanaka, 1995). Ayrıca fiziksel mekanların, bireyleri stres faktörlerinden koruyarak duygusal ve bilişsel bir toparlanma süreci sunduğu bilinmektedir (Collado ve ark., 2017). Bu doğrultuda, fiziksel sosyalleşme imkanlarının birey tarafından yeterli görülmesi ve bu mekanlardan duyulan memnuniyetin, o alanda uzun süre vakit geçiren kişilerin psikolojik iyi oluş düzeylerini belirleyen önemli bir yordayıcı olduğu görülmektedir.

Özellikle eğitim kampüsleri gibi kurumsal yapılarda, öğrencilerin kendilerini bulundukları fiziksel çevreye ait hissetmeleri kritik bir önem taşımaktadır (Caligiuri ve ark., 2020; Slaten ve ark., 2016). Baumeister ve Leary (1995) tarafından en temel insani gereksinimlerden biri olarak tanımlanan ait olma hissi, anlamlı ve destekleyici sosyal ilişkiler aracılığıyla gelişmektedir. Alan yazındaki çalışmalar, bireylerin içinde bulundukları mekanlara aidiyet duymalarının gerekliliği üzerinde durmaktadır (Astin, 1993; Oyserman ve ark., 2006).

Aidiyet hissi literatürde iki temel boyutta ele alınmaktadır: Sosyal aidiyet ve çevresel aidiyet. Sosyal aidiyet, bireylerin bulundukları ortamlarda arkadaşlık ilişkileri geliştirmesi ve kendilerini alandaki diğer bireylerle benzer hissetmesi olarak tanımlanmaktadır (Walton ve Cohen, 2007). Çevresel aidiyet ise, kişinin fiziksel çevredeki materyaller ve objelerle uyum içerisinde olması, bu fiziksel unsurlar etrafında kendisini rahat ve bütünleşmiş hissetmesi durumunu ifade etmektedir (Cheryan ve ark., 2009). Özetle hem sosyal hem de fiziksel çevrenin sunduğu imkanlar, bireyin mekâna yönelik aidiyet algısını ve buna bağlı olarak psikolojik sağlığını doğrudan etkilemektedir.

1.7. Okula Aidiyet Hissi ve Öğrenci Gelişimi Üzerindeki Etkileri

İnsan, yaşamı boyunca maddi ve manevi gereksinimlerini karşılamak amacıyla çaba gösteren bir varlıktır. Bu gereksinimler arasında yer alan ait olma hissi; Maslow'un (1943) hiyerarşisinde fizyolojik ve güvenlik ihtiyaçlarının ardından, saygınlık ve kendini gerçekleştirme basamaklarından ise önce gelmektedir. Temel bir psikolojik ihtiyaç olan ait olma hissinin karşılanması, birey için güçlü ve yaygın bir motivasyon kaynağı oluşturmaktadır (Baumeister & Leary, 1995; Çuhadar, 2021). Günümüzde aile ve toplum yapısında yaşanan demografik değişimler, bu ihtiyacın karşılanmasında okulları kritik bir "son kale" haline getirmektedir (Beck & Malley, 1998).

Okula aidiyet hissi; öğrencinin kuruma karşı pozitif tutum geliştirmesi, kendisini okulun değerli bir parçası olarak görmesi ve okulun amaçlarına katkı sağlama isteği olarak tanımlanmaktadır (Maddox & Prinz, 2003;

Polat, 2024). Maslow'un kuramsal çerçevesine göre, bu ihtiyacın tatmin edilebilmesi için öncelikle okullarda güvenli bir ortamın ve güçlü bir iletişimin tesis edilmesi gerekmektedir. Aidiyet basamağı aşılmadan, hiyerarşinin en üst noktası olan kendini gerçekleştirme düzeyine ulaşılması oldukça güç görünmektedir (Polat, 2024).

Öğrencilerin okula yönelik aidiyet duygularının yüksek olması, pek çok akademik ve psikososyal avantajı beraberinde getirmektedir. Aidiyet hissi güçlü olan öğrencilerin; kaygı ve yalnızlık düzeylerinin daha düşük, özgüven ve özerklik seviyelerinin ise daha yüksek olduğu saptanmıştır (Cemalcılar, 2010). Bu öğrenciler, dışsal unsurlardan ziyade içsel olarak motive olmakta, akademik öz-yeterlikleri artmakta ve ders dışı etkinliklere daha aktif katılım sağlamaktadırlar (Cemalcılar, 2010; Polat, 2024). Buna karşın, aidiyet hissinin yetersizliği, okul terki ve akademik başarısızlık gibi olumsuz sonuçlarla ilişkilendirilmektedir (Sarı, 2013).

Okula bağlılığın oluşmasında; okul iklimi, yönetim anlayışı, aile faktörü ve özellikle öğretmen-öğrenci etkileşimi belirleyici rol oynamaktadır (Alparşlan, 2016; Mevsim, 2024). Öğretmenlerle kurulan nitelikli ve destekleyici ilişkiler, öğrencinin kendisini okul topluluğunun kabul görmüş bir üyesi olarak hissetmesini sağlamaktadır (Osterman, 2000). Sonuç olarak, sosyal ve duygusal gelişimin sağlıklı ilerlemesi için akranlar ve öğretmenlerle kurulan karşılıklı faydaya dayalı ilişkiler, okula aidiyetin temel taşlarını oluşturmaktadır (Finn, 1989; Çuhadar, 2021).

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışma öğrencilerin okul aidiyet duygularını ve sosyal etkileşimlerini sirkülasyon alanları bağlamında derinlemesine incelemeyi amaçlayan nitel araştırma yöntemlerinden fenomenoloji(olgubilim) deseniyle tasarlanmıştır.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, Konya'nın Ereğli ilçesindeki 2025-2026 yıllarında resmi bir devlet meslek lisesinde öğrenim görmekte olan 9-10-11 ve 12.sınıflardan eşit bir şekilde seçilmiş 24 öğrenciden oluşmaktadır. Katılımcı seçimi yapılırken katılımcının soyut işlemler konusunda yetenekli olmasına, fiziksel çevresini kavramasına ve değerlendirebilmesine dikkat edilmiştir.

2.3. Veri Toplama Araçları

Veri toplama aracı yarı yapılandırılmış görüşme formuna dayalıdır. Öncelikle araştırma konusuyla ilgili forma eklenecek bazı sorular toplanmıştır ve daha sonra bu soruların uygun olup olmadığı danışman hocanın incelemesinden geçip forma eklenecek sorular belirlenmiştir. Görüşme formunda toplamda 9 tane soru yer almaktadır. Araştırmanın yapılacağı okuldaki idareciler ve rehber öğretmeniyle öncesinde görüşülüp gerekli izinler alınmıştır. Araştırmaya başlamadan önce soruların anlaşılır olup olmadığını test etmek için bir-iki öğrenciyle ön görüşme yapılmıştır. Yapılan bu ön görüşmede öğrenciler soruları açık bir şekilde anlamakta olup cevaplamışlardır. Bir sonraki hafta araştırma için tekrar okula gidilmiştir. Rehber öğretmenin seçmiş olduğu 24 kişi 12-12 olacak şekilde iki gruba ayrılmıştır ve her bir öğrenciyle okulun kütüphanesinde tek tek görüşülmüştür. İlk gruptaki öğrencilere mekândan duyguya giden sorular sorulmuştur. İkinci gruptaki öğrencilere ise duygudan mekâna giden sorular sorulmuştur. Öğrenciler görüşme için tek tek sınıflarından çağırılmıştır. Uygulayıcı kendini tanıtip öğrenciyi neden çağırdığını ve ne yapması gerektiğini anlatmıştır daha sonra öğrencinin izni dahilinde görüşme ses kaydına alınmıştır. Bütün öğrenciler bitene kadar aynı aşamalar uygulanmıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Bu araştırmada, verilerin dökümü için “içerik analizi” tekniği kullanılmıştır. İçerik analizinin temel amacı, toplanan verileri açıklamaya yardımcı olacak kavramlara ve ilişkili unsurlara ulaşmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında yapılan görüşmelerden toplanan veriler; konu bütünlüğü içerisinde analiz edilmiş ve elde edilen bulgular 9 tane farklı tabloda açıklanmıştır. Bu tabloların değerlendirilmesinde araştırmaya katılan bireylerin (K1, K2, K3...) gerçek fikirleri korunarak doğrudan alıntılara imkân tanınmış, bu şekilde toplanan konuların derinlemesine betimlenmesi hedeflenmiştir. Böylece araştırmaya katılan bireylerin okul fiziksel mekanlarına yükledikleri psikolojik anlamlar ve mekân aidiyeti üzerine fikirleri aşağıdaki tablolarda sırasıyla değerlendirilmektedir.

3.1. Bulgulara Ait Alt Başlık

Rehberlik servisinin önünden geçerken ya da rehberlik servisinde bulununca ne hissediyorsun sorusuna verilen cevapların analizi tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Rehberlik servisinin etkisi

Katılımcılar	Cevaplar
K1, K4, K9, K10, K12	Mutlu ve rahatlamış hissediyorum
K2, K7	Huzurlu ve Güvende olduğumu hissediyorum
K6, K11	Umutlu hissediyorum
K3	Bir şey hissetmiyorum
K5	Stresli hissediyorum
K8	Sorumlu hissediyorum

Tablo 1 incelendiğinde, rehberlik servisinin önünden geçerken ya da rehberlik servisinde bulununca ne hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun (5) Rehberlik servisinde olunca mutlu ve rahatlamış hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. **K1** “Rehberlik servisindeyken kendimi mutlu hissediyorum.” **K9** “Rehberlik servisine gelip sorunlarımı paylaştığımda rahatlamış hissediyorum.” **K12** “Rehberlik servisi bana mutlu hissettiriyor.” Cevabını vermişlerdir.

Rehberlik servisinin önünden geçerken ya da rehberlik servisinde bulununca ne hissediyorsun sorusunun analizi sonucunda öğrencilerin önemli bir kısmının (2) huzurlu ve güvende olduğumu hissediyorum ve yine aynı oranda (2) umutlu hissediyorum sonuçlarına ulaşılmıştır. **K2** “Rehberlik servisindeyken huzurlu hissediyorum.” **K6** “Rehberlik servisinde bulununca ya da kapısının önünden geçerken umutlu hissediyorum.”

Rehberlik servisinin önünden geçerken ya da rehberlik servisinde bulununca ne hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerden bazılarının bir şey hissetmiyorum (1), stresli hissediyorum (1), sorumlu hissediyorum (1) sonuçlarına ulaşılmıştır. **K5** “Rehberlik servisindeyken stresli hissediyorum.” **K3** “Rehberlik servisine geldiğimde bir şey hissetmiyorum.” **K8** “Rehberlik servisine geldiğimde derslerle ilgili planlamalar yapıyorum bu yüzden kendimi sorumlu hissediyorum.”

Okul kantini veya okul bahçesinde bulunmak sana ne hissettiriyor sorusuna verilen cevapların analizi tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Okul kantini ve okul bahçesinin etkisi

Katılımcılar	Cevaplar
K3, K4, K5, K7, K9, K11, K12	Mutlu ve Keyifli hissediyorum
K1, K8, K10	Rahat ve huzurlu hissediyorum
K2	Motive olmuş hissediyorum
K6	Huzursuz hissettiriyor

Tablo 2 incelendiğinde, okul kantini ve okul bahçesinde vakit geçirmek sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun (7), kantinde veya bahçede arkadaşlarıyla vakit geçirdikleri için mutlu ve keyifli hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. **K3** “Okul kantini veya okul bahçesi bana mutlu ve keyifli hissettiriyor.” **K4** “Okul kantini veya okul bahçesi bana mutlu ve keyifli hissettiriyor.” **K5** “Okul kantini veya okul bahçesi bana mutlu ve keyifli hissettiriyor.”

Okul kantini ve okul bahçesinde vakit geçirmek sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin önemli bir kısmının (3) rahat ve huzurlu hissediyorum sonucuna ulaşılmıştır. (3), **K1** “Okul kantini veya okul bahçesinde bulunurken rahat ve huzurlu hissediyorum.” **K8** “Okul kantini veya okul bahçesinde bulunurken rahat ve huzurlu hissediyorum.” **K10** “Okul kantini veya okul bahçesinde bulunurken rahat ve huzurlu hissediyorum.”

Okul kantini ve okul bahçesinde vakit geçirmek sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerden bazılarının motive olmuş hissediyorum (1), huzursuz hissediyorum (1) sonucuna ulaşılmıştır. **K2** “Okul kantininde veya okul bahçesinde olmak motive olmuş hissettiriyor.” **K6** “Okul kantininde veya okul bahçesinde bulunurken huzursuz hissediyorum.”

Okul idarecilerinin odasında bulunurken ne hissediyorsun sorusuna verilen cevapların analizi tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Okul idarecilerinin etkisi

Katılımcılar	Cevaplar
K3, K6, K8, K11, K12	Endişeli, Tedirgin ve huzursuz hissediyorum
K9, K10	Korkuyorum
K2, K4	Mutlu ve Neşeli hissediyorum
K1	Mutsuz hissediyorum
K5	Baskı altındaymışım gibi hissediyorum
K7	Güvende hissediyorum

Tablo 3 incelendiğinde, okul idarecilerinin odasında bulunurken ne hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun (5) müdür ve müdür yardımcılarının odasında endişeli, tedirgin ve huzursuz hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. **K3** “Müdürün odasına gittiğimde tedirgin hissediyorum.” **K8** “Müdürün ya da müdür yardımcısının odasına gittiğimde endişeli hissediyorum.” **K12** “Müdür yardımcısının odasına gittiğimde huzursuz oluyorum.”

Okul idarecilerinin odasında bulunurken ne hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin önemli bir kısmının korkuyorum (2) yine aynı oranda mutlu ve neşeli hissediyorum (2) sonuçlarına ulaşılmıştır. **K9** “Okul idarecilerinin odasına gittiğim zaman korkuyorum.” **K2** “Müdürün odasına gittiğimde neşeli hissediyorum.”

Okul idarecilerinin odasında bulunurken ne hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin bazılarının mutsuz hissediyorum (1), baskı altındaymışım gibi hissediyorum (1), güvende hissediyorum (1) sonuçlarına ulaşılmıştır. **K1** “Okul idarecilerinin odasında mutsuz hissediyorum.” **K5** “Okul idarecilerinin odasında baskı altındaymışım gibi hissediyorum.” **K7** “Müdür veya yardımcısının odasında kendimi güvende hissediyorum.”

Okuldaki lavabo alanları sana ne hissettiriyor sorusuna verilen cevapların analizi tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Lavaboların etkisi

Katılımcılar	Cevaplar
K2, K4, K6, K7, K10, K11	Mutsuz ve üzgün hissediyorum
K1, K3, K5	Rahat hissediyorum
K8, K12	Tedirgin ve Huzursuz hissediyorum
K9	Korkuyorum

Tablo 4 incelendiğinde, okuldaki lavabo alanları sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun (6) mutsuz ve üzgün hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. **K2** “Lavabodayken mutsuz hissediyorum çünkü çok kirli.” **K6** “Lavabolar çok kirli olduğu için üzgün hissediyorum.” **K11** “Lavabolar çok kirli bu yüzden mutsuz hissediyorum pek de kullanmam zaten.”

Okuldaki lavabo alanları sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin önemli bir kısmının (3) rahat hissediyorum sonucuna ulaşılmıştır. **K1** “Lavabodayken herkesten uzak olduğum için rahat hissediyorum.” **K3** “Lavabodayken rahat hissediyorum.” **K5** “lavabolar bana rahat hissettiriyor.”

Okuldaki lavabo alanları sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerden bazılarının tedirgin ve huzursuz hissediyorum (2) ve korkuyorum (1) sonucuna ulaşılmıştır. **K8** “Lavabodayken her an bir yerden telefon çıkacak diye tedirgin hissediyorum.” **K9** “arkadaşlar tualete telefon getirdikleri için korkuyorum.” **K12** “Lavabodayken bazıları telefon çıkardığı için huzursuz hissediyorum.”

Okul koridorları ve merdiven/merdiven altı gibi alanlarda bulunmak sana ne hissettiriyor sorusuna verilen cevapların analizi tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Koridorlar ve merdiven/merdiven atlarının etkisi

Katılımcılar	Cevaplar
K2, K4, K10, K8, K7	Mutlu hissediyorum
K9, K3	Rahat hissediyorum
K6	Eğlenceli hissediyorum
K1	Rahatsız hissediyorum
K5	Bıkmış hissediyorum
K11	Güvensiz hissediyorum
K12	Huzursuz hissediyorum

Tablo 5 incelendiğinde, okul koridorları ve merdiven altı gibi alanlarda bulunmak sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun (5) mutlu hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. **K2** “Okul koridorlarında arkadaşlarımla konuştuğum için mutlu hissediyorum.” **K10** “Teneffüste arkadaşlarla okul koridorunda ya da merdiven altında buluşuyoruz bu yüzden mutlu hissediyorum.” **K8** “Okul koridorunda arkadaşlarımla konuştuğum için mutlu hissediyorum.”

Okul koridorları ve merdiven altı gibi alanlarda bulunmak sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin önemli bir kısmının (2) rahat hissediyorum sonucuna ulaşılmıştır. **K3** “Koridorlarda dolaşırken rahat hissediyorum.” **K9** “koridorlarda ya da merdiven altında arkadaşlarıyla rahat hissediyorum.”

Okul koridorları ve merdiven altı gibi alanlarda bulunmak sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerden bazılarının eğlenceli hissediyorum (1), rahatsız hissediyorum (1), bıkmış hissediyorum (1), güvensiz hissediyorum (1) ve huzursuz hissediyorum (1) sonucuna ulaşılmıştır. **K1** “koridorlar çok gürültülü oluyor rahatsız hissediyorum.” **K5** “Artık bıkmış hissediyorum aynı yüzler görmekten.” **K11** “Çok kalabalık olduğu için merdivenlerde yürürken güvensiz hissediyorum.” **K6** “Koridorlarda arkadaşlarla sohbet ettiğimiz için neşeli hissediyorum.” **K12** “Koridorlar ve merdivenler çok kalabalık huzursuz hissediyorum.”

Okulun hangi alanı kendini güvende hissettiriyor sorusuna verilen cevapların analizi tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Güven duygusu üzerinden mekân algısı

Katılımcılar	Cevaplar
K13, K14, K15, K17, K19, K20, K22	Sınıf
K16, K23	Bahçe
K21, K24	Atölye
K18	Beden Odası

Tablo 6 incelendiğinde, Okulun hangi alanı kendini güvende hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun (7) sınıfta kendimi güvende hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. **K13** “Sınıfta kendimi daha güvende hissediyorum.” **K15** “Sınıftayken diğer alanlara göre daha güvendedymişim gibi hissediyorum.” **K20** “Sınıf güvenli hissettiriyor.”

Okulun hangi alanı kendini güvende hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin önemli bir kısmının bahçede güvende hissediyorum (2) yine aynı oranda atölyede güvende hissediyorum (2) sonucuna ulaşılmıştır. **K16** “Bahçede kendimi daha güvende hissediyorum.” **K21** “Atölyedeyken güven altındaymışım gibi hissediyorum.”

Okulun hangi alanı kendini güvende hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerden bazılarının beden odasında güvende hissediyorum (1) sonucuna ulaşılmıştır. **K18** “Beden odasında güvende hissediyorum.”

Okulun hangi alanında kendini kaygılı hissediyorsun sorusuna verilen cevapların analizi tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Kaygı duygusu üzerinden mekân algısı

Katılımcılar	Cevaplar
K13, K14, K15, K16, K17, K21, K24	Okul İdaresi
K19, K22	Atölye
K18	Yok
K20	Rehberlik Servisi
K23	Futbol Sahası

Tablo 7 incelendiğinde, okulun hangi alanında kendini kaygılı hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğu (7) okul idaresinde kendimi kaygılı hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. **K13** “Okul idarecilerinin odasında olmak kaygılı hissettiriyor.” **K15** “Okul idarecileri odalarına çağırdığında kaygılı hissediyorum.” **K21** “Müdür yardımcısının odasında kaygılı hissediyorum.”

Okulun hangi alanında kendini kaygılı hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin önemli bir kısmının (2) atölye sonucuna ulaşılmıştır. **K19** “Atölyedeyken kaygılı hissediyorum.” **K22** “Kimya atölyesinde kaygılı hissediyorum.”

Okulun hangi alanında kendini kaygılı hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin bazılarının yok (1), rehberlik servisi (1) ve futbol sahası (1) sonucuna ulaşılmıştır. **K18** “Kaygılı hissettiğim bir mekân yok.” **K20** “Rehberlik servisinde kaygılı hissediyorum.” **K23** “Futbol sahasında kaygılı hissediyorum.”

Okulun hangi alanında özgür hissediyorsun sorusuna verilen cevapların analizi tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Özgürlük duygusu üzerinden mekân algısı

Katılımcılar	Cevaplar
K13, K14, K15, K19, K20, K23	Okul bahçesi
K16, K18, K21	Atölye
K17	Kantin
K22	Sınıf
K24	Halı Saha

Tablo 8 incelendiğinde okulun hangi alanında özgür hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun (6) okul bahçesinde özgür hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. **K13** “Bahçedeyken özgür hissediyorum.” **K15** “Bahçenin arka taraflarında kendimi özgür hissediyorum.” **K19** “Bahçede kamelyalarda otururken özgür hissediyorum.” Cevabını vermişlerdir.

Okulun hangi alanında özgür hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin önemli bir kısmının (3) atölye sonucuna ulaşılmıştır. **K16** “Kendi bölümümde yani atölyede özgür hissediyorum.” **K18** “Atölyede daha özgür hissediyorum.” **K21** “Kendi bölümümde özgür hissediyorum.”

Okulun hangi alanında özgür hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin bazılarının kantin (1), sınıf (1), halı saha (1) sonucuna ulaşılmıştır. **K17** “Kantindeyken kendimi özgür hissediyorum.” **K22** “Sınıftayken daha özgür hissediyorum.” **K24** “Halı sahanın o taraflarında özgür hissediyorum.”

Okulun hangi alanı sana huzurlu ve mutlu hissettiriyor sorusuna verilen cevapların analizi tablo 9’da verilmiştir.

Tablo.9. Huzur ve mutluluk duygusu üzerinden mekân algısı

Katılımcılar	Cevaplar
K15, K21, K20	Atölye
K14, K17, K19	Sınıf
K13, K16	Okul Bahçesi
K18	Futbol Sahası
K22	Okul idaresi
K23	Rehberlik Servisi
K24	Konferans Salonu

Tablo 9 incelendiğinde, okulun hangi alanı sana huzurlu ve mutlu hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun atölyedeyken (3) yine aynı oranda sınıftayken (3) huzurlu ve mutlu hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. **K15** “Atölyedeyken kendimi daha huzurlu ve mutlu hissediyorum.” **K20** “Bölümde yani elektrik atölyesindeyken kendimi huzurlu ve mutlu hissediyorum.” **K17** “Sınıftayken kendimi daha mutlu hissediyorum.”

Okulun hangi alanı sana huzurlu ve mutlu hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin önemli bir kısmının (2) okul bahçesi sonucuna ulaşılmıştır. **K13** “Okul bahçesinde daha mutlu hissediyorum.” **K16** “Okul bahçesinde daha huzurluyum.”

Okulun hangi alanı sana huzurlu ve mutlu hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin bazılarının futbol sahası (1), okul idaresi (1), rehberlik servisi (1) ve konferans salonu (1) sonucuna ulaşılmıştır. **K18** “Futbol sahasında arkadaşlarla toplanıyoruz o yüzden orada daha mutlu hissediyorum.” **K22** “Okul idaresinin odasında huzurlu hissediyorum.” **K23** “Rehberlik servisinde mutlu hissediyorum kendimi.” **K24** “Konferans salonundayken huzurlu hissediyorum.”

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Öğrenciler eğitim verilen yerlerde özellikle okullarda mutlu oldukları ve bu alana kendilerini ait hissettikleri takdirde okula devamlılığını sağlamaktadırlar (Aktürk ve ark.,2023) Öğrencilerin okullarda öğretmenleri ve akranlarıyla kurduğu iletişim, okuldayken kendilerini bu alanın bir parçasıymış gibi hissetmeleri okul aidiyet duygusunun elde edilmesinde önemli bir yere sahip olmaktadır. Öğrencilerin karşılıklı olarak iletişim kurabilmeleri, etkileşimleri tesadüfi ya da öğretmenler aracılığıyla olabildiği gibi okullardaki fiziksel mekanların da toplumsallaşmada etkisi olduğu inkâr edilemez bir konumda olmaktadır. Mevcut literatürü incelendiğimizde okullardaki fiziksel mekanların öğrencilerin okul aidiyet duygusunu kazanmalarında doğrudan veya dolaylı olarak etkili olduğu ifade edilmektedir. Fakat okul aidiyeti kazanımında bu denli etkili olan fiziksel mekanların mimarlık çerçevesinde yeterince ele alınmadığı görülmektedir. Mevcut çalışmada literatürdeki bu boşluğu giderebilmek adına bazı araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmada öğrencilerin okul bahçesi, kantin, lavabo, merdiven ve koridorlar gibi bazı fiziksel mekanlara yükledikleri anlamlarla kaygı, huzur, güven ve özgürlük gibi duyguları okulun hangi fiziksel ortamında hissettiklerini sorgulayarak bu alanların okul aidiyeti üzerine etkisi olup olmadığı ortaya konmaya çalışılmıştır.

Rehberlik servisinin önünden geçerken ya da rehberlik servisinde bulununca ne hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun, rehberlik servisinde olunca mutlu ve rahatlamış hissediyorum, önemli bir kısmının huzurlu, güvende ve umutlu hissediyorum, bazılarının ise stresli, sorumlu ve bir şey hissetmiyorum bulgularına ulaşılmıştır.

Rehberlik servisinin öğrencileri yüksek oranda rahatlamış ve mutlu hissettirmesi bu alanın akademik açıdan baskıdan uzak olduğunu, bu birimdeki öğretmenlerin öğrencilerle güvenli bir bağ kurduğunu ve onları yargılamadan dinlediğini göstermektedir.

Okul kantini veya okul bahçesinde vakit geçirmek sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun mutlu ve keyifli hissediyorum, önemli bir kısmının rahat ve huzurlu hissediyorum, bazılarının ise motive olmuş ve huzursuz hissediyorum bulgularına ulaşılmıştır.

Yılmaz ve Çiftçi (2023) öğrencilerin gözünden sosyalleşme alanları isimli çalışmalarında fakültelerdeki ortak sosyalleşme alanlarının (ör. kantin, mutfak, dinlenme odası) öğrencilerin bağlı oldukları fakülteye olan aidiyet hisleri ve psikolojik iyi oluşları ile ilişkilerinin araştırmışlardır. Bu araştırma sonucunda üniversite kampüslerinde koridorlar, stüdyolar, öğrenci salonları, prova alanları, sınıflar, geniş ve açık toplanma alanı ve çalışma merkezleri öğrenciler tarafından birer paylaşım alanı ve keyifli alanlar olarak değerlendirilmiş. Bu alanların kampüslerde kişilerarası etkileşimi ve bilgi akışını geliştirmek için kullanılmasının önemine vurgu yapılmıştır.

Yılmaz ve Çiftçinin (2023) çalışmalarında yer alan üniversitedeki koridorlar ile geniş ve açık toplama alanlarının öğrenciler tarafından birer paylaşım alanı olarak görülmesi mevcut çalışmada öğrencilerin okul bahçesi, kantin ve koridorlar gibi alanları arkadaşlarıyla vakit geçirmek için kullanmaları yönünden destekler niteliktedir.

Okul idarecilerinin odasında ne hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun endişeli, tedirgin ve huzursuz hissediyorum, önemli bir kısmının korku, mutlu ve neşeli hissediyorum, bazılarının ise mutsuz, baskı altındaymış gibi ve güvende hissediyorum bulgularına ulaşılmıştır.

Okul idaresi bazı öğrenciler tarafından korku figürü olarak görülmüş. Bazı öğrenciler ise okul idarecilerinin odasında mutlu ve neşeli olduklarını belirtmişler. Okul idaresinin korku figürü olarak görülmesi okulda bir otorite hiyerarşisinin varlığını kanıtlar niteliktedir. Öte yandan öğrencilerin burada kendilerini mutlu ve neşeli hissetmeleri bazı öğrencilerin okul idaresiyle olumlu bir bağ kurduklarını göstermektedir.

Koçak ve Helvacının (2011) yapmış oldukları çalışmada katılımcılardan okul müdürlerinin, okulun kültürü ve iklimine ilişkin etkisine yönelik bir ölçek uygulanmıştır. Bu ölçeğin maddeleri arasında, okul müdürü öğretimi ve öğrenmeyi teşvik eden güvenli bir iklim oluşturma çabası içindedir, okulda korku değil rahat ve güven verici bir ortam oluşması için çaba sarf eder ifadeleri yer almaktadır ve bu ifadelere katılımcılar ortalama 3.88 ve 3,35 puan uygulanmıştır. Bu ifadelerden yola çıkarak okul idaresinin okulda güven ortamı oluşturmak için etkili olduğunu görmekteyiz.

Mevcut çalışmada öğrencilerin okul idaresini birer korku ve tehdit edici figür olarak görmektedir. Koçak ve Helvacının (2011) çalışmasında yer alan okul müdürüyle ilgili açıklama mevcut çalışmadaki verilerle örtüşmemektedir.

Okuldaki lavabo alanları sana nasıl hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun mutsuz ve üzgün hissediyorum, önemli bir kısmının rahat hissediyorum, bazılarının ise tedirgin, huzursuz ve korku hissediyorum bulgularına ulaşılmıştır.

Okuldaki lavaboların öğrencilere mutsuz ve üzgün hissettirmesi, bu alanların yeterince temiz olmaması ve öğrencilerin bu alanda akranları tarafından zorbalığa uğramalarından kaynaklı olabilir.

Okul koridorları ve merdiven/merdiven altı gibi alanlarda bulunmak sana ne hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun mutlu hissediyorum, önemli bir kısmının rahat hissediyorum, bazılarının ise eğlenceli, rahatsız, bıkmış, güvensiz ve huzursuz hissediyorum bulgularına ulaşılmıştır.

Aktürk, Sarı ve Al Şensoy (2024) yaptıkları çalışmada öğrencilerin okuldaki koridor ve merdivenlere birer sosyalleşme ve anı biriktirme alanları olarak anlam yükledikleri sonucuna varmışlardır.

Bu açıklama, mevcut çalışmadaki öğrencilerin okul bahçesi ve koridorları arkadaşlarıyla sohbet etme alanları olarak değerlendirmesi yönünden destekler niteliktedir.

Okulun hangi alanı kendini güvende hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun sınıfta güvende hissediyorum, önemli kısmının bahçe ve atölyede güvende hissediyorum, öğrencilerden bazılarının ise beden odasında güvende hissediyorum bulgularına ulaşılmıştır.

Okulun hangi alanında kendini kaygılı hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun okul idaresinin odasında kaygılı hissediyorum, önemli bir kısmının atölyede kaygılı hissediyorum, öğrencilerden bazılarının ise rehberlik servisi ve futbol sahasında kaygılı hissediyorum bulgularına ulaşılmıştır.

Koçak ve Helvacı (2011) yapmış oldukları çalışmada katılımcılardan okul müdürlerinin, okulun kültürü ve iklimine ilişkin etkisine yönelik bir ölçek uygulanmıştır. Bu ölçeğin maddeleri arasında, okul müdürü öğretimi ve öğrenmeyi teşvik eden güvenli bir iklim oluşturma çabası içindedir, okulda korku değil rahat ve güven verici bir ortam oluşması için çaba sarf eder ifadeleri yer almaktadır ve bu ifadelere katılımcılar ortalama 3.88 ve 3,35 puan uygulanmıştır. Bu ifadelerden yola çıkarak okul idaresinin okulda güven ortamı oluşturmak için etkili olduğunu görmekteyiz.

Bu açıklama, mevcut araştırmada katılımcıların bazılarının okul idaresine karşı yükledikleri mutluluk anlamını destekler nitelikte olup, okul idaresini birer korku ve tehdit edici unsur olarak gören katılımcılar yönünden ise desteklememektedir.

Okulun hangi alanında özgür hissediyorsun sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğunun okul bahçesinde özgür hissediyorum, önemli bir kısmının atölyede özgür hissediyorum, öğrencilerden bazılarının ise kantin, sınıf ve halı sahada özgür hissediyorum bulgularına ulaşılmıştır.

Aktürk ve ark., (2024) yaptıkları çalışmada öğrencilerin, okulun bahçesi, kantini, halı sahası vb. alanları olmasına rağmen boş vakitlerini daha çok sınıfların yer aldığı koridorlarda geçirdiklerini bu alanı daha samimi bulduklarını belirtmişlerdir.

Bu açıklama, mevcut çalışmada öğrencilere yöneltilen nerede daha özgürsünüz, hangi alanlarda daha huzurlu hissediyorsunuz sorularına verilen okul bahçesi, atölye gibi verilen ifadelerini destekler nitelikte değildir. Fakat öğrenciler en çok sınıfta kendilerini güvende hissettiklerini ifade etmişlerdir bu yönden ise destekler nitelikte olmaktadır.

Okulun hangi alanı sana huzurlu ve mutlu hissettiriyor sorusunun analizi sonucu öğrencilerin büyük kısmının atölye ve sınıfta huzurlu ve mutlu hissediyorum, önemli bir kısmının okul bahçesinde huzurlu ve mutlu hissediyorum, öğrencilerden bazılarının da futbol sahasında, okul idaresinde, rehberlik servisinde ve konferans salonunda huzurlu ve mutlu hissediyorum bulgularına ulaşmıştır.

Yılmaz ve Çiftçi (2023) yapmış oldukları çalışmada, eğitim kurumlarında öğrencilerin sosyalleşmesine olanak veren alanların önemli olduğunu vurgulamışlardır. Aynı çalışmada üniversite öğrencilerinin deneyimleri üzerine eğilen geçmiş çalışmalar kampüslerde sosyal etkileşim alanlarının (ör. resmi olmayan toplantı alanları, samimi ve esnek alanlar, atölye odaları) varlığının önemine dikkat çekilmiştir. (Kampüs içinde öğrencilerin çoğunluğunun kendi bölümlerinin çevresindeki alanları (bahçe, kantin vb.) kullandıkları ve kendi bölümlerinin çevresinin dışında park, kafe veya rekreasyon alanlarını da çok sık kullandıkları tespit edilmiştir.

Yılmaz ve Çiftçinin (2023) yapmış oldukları çalışma mevcut çalışmadaki öğrencilerin büyük çoğunluğunun okul bahçesinde kendini mutlu ve huzurlu hissetmesi ifadesini destekler niteliktedir.

ÖNERİLER

- 1- Rehberlik servisinden yararlanan katılımcıların, görmüş oldukları olumlu tavır ve tecrübelerin diğer öğrencilerle paylaşılması sağlanarak bu alana karşı olumsuz tutumu olan öğrencilerinde katılımı cesaretlendirilmelidir.
- 2- Lavabolardaki zorbalığı önlemek ve öğrencilerin mahremiyetini korumak adına tuvalet kapılarındaki açıklıklar en az düzeye indirilmeli, düzenli kontrol arttırılmalıdır.
- 3-İdareciler öğrencileri odalarına sadece bir suç için değil onları tebrik etmek, fikir almak ve hâl hatır sormak içinde çağırıp onlar üzerinde kurdukları korku ve tedirginlik gibi olumsuz duyguları ortadan kaldırmalıdır.
- 4- Öğrencilerin sınıf, okul bahçesi ve atölyelerinde anı panosu, oturma köşesi ve oyun alanları gibi kişisel alanlar arttırılıp öğrencilerin bu mekanlara yükledikleri aidiyet duyguları geliştirilmelidir.
- 5- Okullarda öğrencilerin kullandığı ortak alanlar (merdivenler, koridorlar, lavabo ve bahçe vb.) sadece inşa edilmek için değil aynı zamanda öğrencilerin sosyalleşmek için kullandıkları bir alan olarak tekrar şekillendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Adelabu, D. H. (2007). Time perspective and school belonging among African American adolescents. *The Journal of Negro Education*, 76(4), 470–479.
- Aktürk, E., Sarı, R. M., & Al Şensoy, S. (2024). Sosyalleşmenin okul aidiyeti duygusundaki yeri ve fiziksel çevreye yansımaları: Okul sirkülasyon alanları örneği. *GRID-Architecture Planning and Design Journal*, 7(1), 245-275.
- Alderfer, C. P. (1972). *Existence, relatedness, and growth: Human needs in organizational settings*. Free Press.
- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., & Angel, S. (1977). *A pattern language: Towns, buildings, construction*. Oxford University Press.
- Allen, K. A., Kern, M. L., Rozek, C. S., McInerney, D. M., & Slavich, G. M. (2021). Belonging: A review of conceptual issues, an integrative framework, and directions for future research. *Australian Journal of Psychology*, 73(1), 87–102. <https://doi.org/10.1080/00049530.2021.1883409>
- Alparslan, N. (2016). *Anne babası boşanmış ergenlerin benlik saygısı ve okula bağlılık düzeylerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi.
- Altınsoy, F., & Eryılmaz, A. (2017). Ergenlerde okula aidiyet: Yaşam amaçları ve bağlanma örüntüleri ile ilişkisi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 9(4), 1038–1051. <https://doi.org/10.15345/iojes.2017.04.011>
- Anderman, E. M. (2002). School effects on psychological outcomes during adolescence. *Journal of Educational Psychology*, 94(4), 795–809.
- Ballantine, J. H., & Hammack, F. M. (2009). *The sociology of education: A systematic analysis* (6. bs.). Prentice Hall.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice Hall.
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497–529. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>
- Bayar, Y., & Uçanok, Z. (2012). School social climate and generalized peer perception in traditional and cyberbullying status. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(4), 2352–2358.
- Beck, M., & Malley, J. (1998). A pedagogy of belonging. *Reclaiming Children and Youth*, 7(3), 133–137.
- Bernstein, B. (2003). *Class code and control: Towards a theory of educational transmissions* (Cilt 3). Routledge.
- Beyer, J. S. (2008). *The relationship between school belonging and student success* [Doktora tezi]. University of Pennsylvania.
- Booker, K. C. (2004). Exploring school belonging and academic achievement in African American adolescents. *Curriculum and Teaching Dialogue*, 6(2), 131–143.
- Brand, S., Felner, R., Shim, M., Seitsinger, A., & Dumas, T. (2003). Middle school improvement and reform: Development and validation of a school level assessment of climate, cultural pluralism and school safety. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 570–588.
- Brooks, A. (2018, 22 Ocak). *The importance of recess: Why schools need more playtime*. Rasmussen University. <https://www.rasmussen.edu/degrees/education/blog/importance-of-recess/>

- Bryk, A. S., Lee, V. E., & Holland, P. B. (1993). *Catholic schools and the common good*. Harvard University Press.
- Cacioppo, J. T., & Cacioppo, S. (2014). Social relationships and health: The toxic effects of perceived social isolation. *Social and Personality Psychology Compass*, 8(2), 58–72. <https://doi.org/10.1111/spc3.12087>
- Cemalcılar, Z. (2010). Schools as socialisation contexts: Understanding the impact of school climate factors on students' sense of school belonging. *Applied Psychology*, 59(2), 243–272. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2009.00389.x>
- Cohen, J., McCabe, L., Michelli, N. M., & Pickeral, T. (2009). School climate: Research, policy, practice, and teacher education. *Teachers College Record*, 111(1), 180–213.
- Comer, J. P., & Emmons, C. L. (2006). The research program of the Yale Child Study Center School Development Program. *The Journal of Negro Education*, 75(3), 353–372.
- Cooper, B. (2004). *Empathy and moral development: Implications for caring and justice*. Cambridge University Press.
- Çalık, T., Özbay, Y., Özer, A., Kurt, T., & Kandemir, M. (2009). İlköğretim okulu öğrencilerinin zorbalık statülerinin okul iklimi, psikososyal davranışlar, temel ihtiyaçlar ve cinsiyet değişkenlerine göre incelenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 15(60), 555–576.
- Çuhadar, H. (2021). *Ergenlerde okula aidiyet ve psikolojik ihtiyaçlar* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İlgili Üniversite.
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., & Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 325–346. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653137>
- Doğan, S. (2011). Genel lise öğrencilerinin algılarına göre okul tahripçiliği ile okul iklimi arasındaki ilişki. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 36(385), 24–31.
- Doğan, S. (2012). Lise öğrencilerinin okul iklimi algıları. *Journal of Social Sciences*, 5(10), 55–92.
- Düzenli, T., Mumcu, S., & Akyol, D. (2017). Üniversite kampüsü açık mekânlarının gençler tarafından kullanım amaçlarının belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(49), 766–772.
- Emmons, C. L. (1993). *School development in an inner city: An analysis of factors selected from Comer's program using latent variable structural equations modeling* [Yayımlanmamış doktora tezi]. The University of Connecticut.
- Ercoskun, M. H., & Nalçacı, A. (2005). Okulun ergen üzerindeki etkileri. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (11), 320–333.
- Ergün, M. (2015). *Eğitim sosyolojisi*. <http://mustafaergun.com.tr/wordpress/wp-content/uploads/2015/11/egsos.pdf>
- Eryarar, E. (2011). Endüstri Ürünleri Tasarımında Gestalt Teorisi Uygulaması. *Zeitschrift für die Welt der Türken / Journal of World of Turks*, 3(2).
- Finn, J. D. (1989). Withdrawing from school. *Review of Educational Research*, 59(2), 117–142.
- Gehl, J. (2011). *Life between buildings: Using public space*. Island Press.
- Gezer, H. (2008). Mekân ve mekânın algılanması. *Mimarlıkta Malzeme*, (7), 33–42.

- Gezer, H. (2012). Mekân kavrama sürecinde algılama bileşenleri. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(21), 1–10.
- Greenberg, L. S., & Safran, J. D. (1990). *Emotion in psychotherapy*. Guilford Press.
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: Implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348–362.
- Haynes, N. M., Emmons, C. L., & Ben-Avie, M. (2001). *School climate surveys: Revised manual*. Yale Child Development Center.
- Hendrick, S. S. (2009). *Yakın ilişkiler psikolojisi* (A. Dönmez, Çev.). Nobel Yayın.
- Hertzberger, H. (2008). *Space and learning*. 010 Publishers.
- Holt-Lunstad, J. (2022). Social connection as a public health issue: The evidence and a systemic framework for prioritizing the “social” in social determinants of health. *Annual Review of Public Health*, 43, 193–213.
- JISC. (2006). *Designing spaces for effective learning: A guide to 21st century learning space design*. Higher Education Funding Council for England.
- Kärnä, S., & Julin, P. (2015). A framework for measuring student and staff satisfaction with university campus facilities. *Quality Assurance in Education*, 23(1), 47–66. <https://doi.org/10.1108/QAE-10-2013-0041>
- Kelly, K. M. (2001). Individual differences in reactions to rejection. M. R. Leary (Ed.), *Interpersonal rejection içinde* (ss. 291–315). Oxford University Press.
- Koth, C. W., Bradshaw, C. P., & Leaf, P. J. (2008). A multilevel study of predictors of student perceptions of school climate: The effect of classroom-level factors. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 96–104.
- Kring, A. M., & Werner, K. H. (2004). Emotion regulation and psychopathology. P. Philippot & R. S. Feldman (Eds.), *The regulation of emotion içinde* (ss. 359–385). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lang, J. (1987). *Creating architectural theory: The role of the behavioral sciences in environmental design*. Van Nostrand Reinhold.
- Leland, M. R. (2006). *Mimarlığın öyküsü: Öğeleri ve anlamı* (E. Akça, Çev.). Kabalcı Yayınevi.
- Lewicka, M. (2011). Place attachment: How far have we come in the last 40 years? *Journal of Environmental Psychology*, 31(3), 207–230. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.10.001>
- Maddox, S. J., & Prinz, R. J. (2003). School bonding in children and adolescents: Conceptualization, assessment, and associated variables. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 6(1), 31–49.
- Maslow, A. H. (1970). *Motivation and personality*. Harper & Row.
- McCrae, R. R., & Allik, J. (Eds.). (2002). *The five-factor model of personality across cultures*. Springer.
- McNeely, C. A., Nonnemaker, J. M., & Blum, R. W. (2002). Promoting school connectedness: Evidence from the National Longitudinal Study of Adolescent Health. *Journal of School Health*, 72(4), 138–146.
- Mennin, D. S., & Fresco, D. M. (2009). Emotion regulation as an integrative framework for understanding and treating psychopathology. A. M. Kring & D. M. Sloan (Eds.), *Emotion regulation and psychopathology içinde* (ss. 356–379). Guilford Press.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *PISA 2003 projesi ulusal nihai rapor*. Millî Eğitim Basımevi.

- Minami, H., & Tanaka, K. (1995). Social and environmental psychology: Transaction between physical space and group-dynamic processes. *Environment and Behavior*, 27(1), 43–55. <https://doi.org/10.1177/001391659502700104>
- Nassar-McMillan, S. C., Karvonen, M., Perez, T. R., & Abrams, L. P. (2009). Identity development and school climate: The role of the school counselor. *Journal of Humanistic Counseling, Education and Development*, 48(2), 195–214.
- Negm, H., Taha, D. S., & Saadallah, D. M. (2020). The effect of the physical environment on social interaction: The case of educational campuses. *Proceedings of REAL CORP 2020 içinde* (ss. 847–857). RWTH Publications.
- Northoff, G., Heinzel, A., De Greck, M., Bermppohl, F., Dobrowolny, H., & Panksepp, J. (2006). Self-referential processing in our brain: A meta-analysis of imaging studies on the self. *NeuroImage*, 31(1), 440–457.
- Osterman, K. F. (2000). Students' need for belonging in the school community. *Review of Educational Research*, 70(3), 323–367.
- Oyanedel, J. C., & Paez, D. (2021). Social belongingness and well-being: International perspectives. *Frontiers in Psychology*, 12, Makale 735507. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.735507>
- Özak, N. Ö., & Gökmen, G. P. (2009). Bellek ve mekân ilişkisi üzerine bir model önerisi. *İTÜ Dergisi/a Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 8(2), 145–155.
- Rumberger, R. W. (1995). Dropping out of middle school: The influence of race, sex and family background. *American Educational Research Journal*, 32(3), 583–625.
- Sarı, M., & Özgök, A. (2014). Ortaokul öğrencilerinde okula aidiyet duygusu ve empatik sınıf atmosferi algısı. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 13(2), 479–492.
- Steinberg, L. (2013). *Ergenlik* (F. Çok vd., Çev.). İmge Kitabevi.
- Taşkıran, A. (2008). *Meslek lisesi öğrencilerinin okul iklimi algıları ile mesleki olgunluk düzeyleri arasındaki ilişki* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ulusal Tez Merkezi (Tez No. 217564).
- Topal, Ö. S. (2001). *Okul ikliminin okulların ÖSS başarıları ile ilişkisi: Eskişehir il merkezi devlet liseleri örneği* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ulusal Tez Merkezi (Tez No. 108917).
- Unanue, J., Oriol, X., Oyanedel, J. C., Unanue, W., & Gómez, M. (2022). Basic psychological needs satisfaction and frustration prospectively mediates the link between dispositional gratitude and life satisfaction: Longitudinal evidence from a representative sample in Chile. *Personality and Individual Differences*, 193, 111608. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2022.111608>
- Yavuzer, H. (2014). *Çocuk psikolojisi*. Remzi Kitabevi.
- Ybarra, O., Winkielman, P., Yeh, I., Burnstein, E., & Kavanagh, L. (2011). Friends (and sometimes enemies) with cognitive benefits: What types of social interactions boost executive functioning? *Social Psychological and Personality Science*, 2(3), 253–261. <https://doi.org/10.1177/1948550610386808>
- Yıldız, E. Ç., & Sümer, Z. H. (2010). Saldırgan davranışlarını yordamda çevresel risk, çevresel güvenlik ve okul iklimi algısı. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 4(34), 161–1

**PSİKOLOJİK DANIŞMANLIK VE REHBERLİK ÖĞRENCİLERİNİN AKRAN ZORBALIĞI
SENARYOLARINDA MÜDAHALE KARARLARININ İNCELENMESİ****Güneş ATÇEKEN¹/ Prof. Dr. Erkan EFİLTİ²**¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü,
gunesatceken26@gmail.com, 0009-0001-5261-144X²Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü Öğretim Üyesi,
efilti@erbakan.edu.tr, 0000-0003-1158-5764**Özet**

Bu çalışma Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik (PDR) lisans öğrencilerinin farklı akran zorbalığı türleri karşısında geliştirdikleri müdahale kararlarını incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışma grubunu 2025-2026 yılında Konya'nın Ereğli ilçesindeki Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi'nde okuyan rastgele seçilen toplam 20 PDR lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Bulgular elde edilirken sekiz farklı zorbalık senaryosunu içeren yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmış ve elde edilen veriler içerik analizi tekniğiyle değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler, katılımcıların sözel zorbalık durumlarında çoğunlukla empati geliştirme çalışmaları ve bireysel görüşmeleri tercih ettiklerini göstermektedir. İlişkisel zorbalık vakalarında grup çalışmaları ile sosyal beceri eğitimlerinin ön plana çıktığı görülürken, siber zorbalık durumlarında disiplin ve hukuki süreçlere yönelik farkındalığın yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Psikolojik zorbalıkta mağdur öğrencilerin kendilerini ifade edebilme ve "hayır diyebilme" becerilerinin güçlendirilmesine önem verildiği belirlenmiştir. Bunun yanında fiziksel, ekonomik ve ayrımcı zorbalık türlerinde aile-öğretmen iş birliği ile değerler eğitiminin koruyucu ve önleyici bir unsur olarak değerlendirildiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak çalışma, PDR adaylarının zorbalık vakalarında cezalandırıcı yaklaşımlar yerine daha çok onarıcı, destekleyici ve çözüm odaklı müdahaleleri benimsediklerini göstermektedir. Tam bu noktada psikolojik danışman adaylarının müdahale becerilerini geliştirmeye yönelik uygulamalı eğitim ve farkındalık çalışmalarının artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akran Zorbalığı, Psikolojik Danışmanlık, Müdahale Yaklaşımları, Okul Psikolojik Danışmanı, Zorbalık Türleri.

AN ANALYSIS OF INTERVENTION DECISIONS BY PSYCHOLOGICAL COUNSELING AND GUIDANCE STUDENTS IN PEER BULLYING SCENARIOS**Güneş ATÇEKEN¹/ Prof. Dr. Erkan EFİLTİ²****¹Necmettin Erbakan University, Ereğli Faculty of Education, Department of Educational Sciences, gunesatceken26@gmail.com, 0009-0001-5261-144X****²Necmettin Erbakan University, Ereğli Faculty of Education, Department of Educational Sciences, Faculty Member, eefilti@erbakan.edu.tr, 0000-0003-1158-5764****Abstract**

This study aims to examine the intervention decisions developed by undergraduate students in Psychological Counseling and Guidance (PDR) in response to different types of peer bullying. A qualitative research method was used in the study. The study group consisted of a total of 20 randomly selected PDR undergraduate students enrolled at the Necmettin Erbakan University Ereğli Faculty of Education in the Ereğli district of Konya during the 2025–2026 academic year. A semi-structured interview form containing eight different bullying scenarios was used to collect data, and the obtained data were analyzed using content analysis. The data obtained from the study indicate that participants generally prefer empathy-building exercises and individual counseling in cases of verbal bullying. While group activities and social skills training take center stage in cases of relational bullying, it is notable that awareness of disciplinary and legal processes is particularly high in cases of cyberbullying. It was determined that in cases of psychological bullying, emphasis is placed on strengthening victims' ability to express themselves and say "no." Additionally, it was found that in cases of physical, economic, and discriminatory bullying, family-teacher collaboration and values education are considered protective and preventive factors. In conclusion, the study demonstrates that counseling and guidance candidates adopt restorative, supportive, and solution-focused interventions rather than punitive approaches in bullying cases. At this point, it is recommended that practical training and awareness initiatives aimed at enhancing the intervention skills of counseling and guidance candidates be increased.

Keywords: Peer Bullying, Psychological Counseling, Intervention Approaches, School Counselor, Types of Bullying.

GİRİŞ

Zorbalık, bireylerin içsel saldırganlık eğilimlerini dışa yansıttıkları bir davranış biçimi olarak ele alınmaktadır (Olafsen & Viemero, 2000). Salırganlık, kendi içinde farklı davranışları barındıran geniş bir kavramdır; zorbalık ve şiddet de bu çerçevede ele alınır. Bu nedenle zorbalık, saldırganlığın bir yansıması olarak düşünülebilir. Ancak her saldırgan davranış doğrudan zorbalık olarak tanımlamak her zaman doğru olmayabilir (Olweus, 1993). Okul ortamında öğrenciler arasında karşılaşılan akran zorbalığı, çoğu zaman tarafların birbirini tanıdığı durumlarda ortaya çıkar. Bu durum, anlık bir anlaşmazlıktan ziyade zaman içinde tekrar eden bir özellik taşır ve bireyler üzerinde olumsuz sonuçlar doğurabilir (Farrington, 1997; Olweus, 1991; West & Salmon, 2000). Eğitim ortamlarında öğrenciler arasında yaşanan akran zorbalığı, uzun yıllardır karşılaşılan ve üzerinde durulması gereken önemli sorun alanlarından biri olarak kabul edilmektedir (Barone, 1997). Öğrencilerin okul sürecinde yaşadığı zorbalık davranışları hem akademik performanslarını hem de psikososyal gelişimlerini olumsuz etkileyen önemli etkenler arasında yer almaktadır (Farrington, 1997; Olweus, 1991; West & Salmon, 2000). Bu bağlamda zorbalık, eğitim ortamlarında bir kişi ya da grubun, diğer bireyler üzerinde süreklilik gösteren ve bilinçli bir güç kullanımıyla üstünlük sağlaması şeklinde ele alınmaktadır (Furniss, 2000). Okulda yapılan zorbalık (school bullying), yaşı büyük ve fiziksel özellikleri gelişmiş öğrencilerin kendinden daha güçsüz ve küçük olan öğrencilere devamlı olarak yaptığı kötü olaylar, rahatsızlık verme vb. davranışları içine almaktadır (Olweus, 1999a 1999b). Okullarda akran zorbalığı, öğrencilerin kendilerini güvende hissetmelerini zorlaştıran ve sağlıklı bir okul ikliminin oluşmasını engelleyen önemli bir sorun olarak değerlendirilmektedir (Olweus, 1991; Farrington, 1997; West & Salmon, 2000). Bu kavrama ilişkin tanımlar zaman içinde farklılaşıp genişletilmiş; yalnızca fiziksel saldırılar değil, aynı zamanda küçümseme, alay etme, sözlü taciz ve bireyin sosyal çevreden dışlanması gibi davranışlar da zorbalık kapsamında ele alınmıştır (Smith, 1991). Olweus, zorbalık üzerine yürüttüğü erken dönem araştırmalarında okul ortamındaki bu davranışları, özellikle birden fazla kişi tarafından hedef alınan bireylere yönelik şiddet durumlarını açıklamak için “mobbing” kavramı çerçevesinde ele almıştır. Bu yaklaşım, zorbalığın yalnızca bireysel bir saldırı değil, çoğu zaman grup dinamikleri içinde ortaya çıkan bir süreç olduğunu da göstermektedir (Olweus, 1978). İş yaşamında karşılaşılan zorbalık davranışları “mobbing” kavramı ile ifade edilmekte ve bu durum yetişkin çalışanlar arasındaki olumsuz etkileşimleri kapsamaktadır. Öte yandan üniversite öğrencileri, lise eğitiminin ardından iş hayatına geçiş öncesi bir gelişim döneminde bulunmaktadır. Bu süreçte yaşanan deneyimler, bireylerin hem akademik hem de psikolojik uyumlarını etkileyebilmektedir. Hawker ve Boulton (2000) tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında ise akran zorbalığı ile psikososyal değişkenler arasındaki ilişki incelenmiş; zorbalığa maruz kalan öğrencilerin, maruz kalmayanlara kıyasla depresyon, yalnızlık hissi, kaygı, sosyal ortamlarda çekingenlik ve düşük benlik saygısı gibi sorunları daha yoğun yaşadıkları belirlenmiştir. Bu tür yaşantılar öğrenciler açısından ciddi bir risk oluşturmakta, zaman zaman travmatik etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Bunun yanında, ilerleyen yıllarda bireylerin sağlık hizmetlerine başvurma davranışlarını da olumsuz yönde etkileyebildiği ifade edilmektedir (Olweus, 1993; Rigby, 1998; Due et al., 2005).

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Olweus’un ortaya koyduğu tanım çerçevesinde yürütülen çalışmalar zaman içinde farklı araştırmacılar tarafından yeniden ele alınmış ve kavrama ilişkin çeşitli boyutlar ön plana çıkarılmıştır. (Olweus, 1993). Bu kapsamda bazı araştırmalarda okul zorbalığı, Olweus’un yaklaşımına paralel şekilde grup temelli şiddet bağlamında değerlendirilirken (Pikas, 1975), bazı çalışmalarda daha çok bireysel düzeyde gerçekleşen saldırganlık davranışlarına odaklanılmıştır (Lowenstein, 1978). Öte yandan bazı araştırmalar ise zorbalığı ağırlıklı olarak fiziksel saldırılar üzerinden incelemiştir (Arora & Thompson, 1987). Bu bağlamda Roland (1989), zorbalığı kendini savunma imkânı daha sınırlı olan birey ya da gruplara yönelik, fiziksel ya da psikolojik etkiler doğuran ve süreklilik gösteren bir şiddet biçimi olarak açıklamaktadır. Her ne kadar farklı

ülkelerde zorbalığı azaltmaya yönelik çeşitli önlemler uygulanıyor olsa da okul ortamlarında bu tür olayların tamamen ortadan kaldırılamadığı görülmektedir. Devam eden zorbalık vakaları ise öğrencilerin kişisel gelişimlerini, sosyal ilişkilerini ve psikolojik iyi oluşlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Olweus, 1993; Smith & Brain, 2000). Akran zorbalığı alanındaki ilk sistemli araştırmaların, 1970’li yıllarda Dan Olweus tarafından İskandinav ülkelerindeki okul ortamlarında yürütüldüğü kabul edilmektedir (Olweus, 1978, 1999a, 1999b). Bir davranışın zorbalık olarak değerlendirilebilmesi için yalnızca olumsuz bir eylem olması yeterli değildir; bu davranışın zaman içinde tekrar eden bir özellik göstermesi gerekir. Tek seferlik yaşanan anlaşmazlıklar, tartışmalar ya da olumsuz etkileşimler bu kapsamda zorbalık olarak kabul edilmez. Zorbalığın ayırt edici temel özelliklerinden biri, hedef alınan bireyin sürekli olarak aynı ya da benzer davranışlara maruz kalmasıdır. Bu nedenle bir davranışın zorbalık olarak tanımlanabilmesi, onun süreklilik göstermesi ve sistematik bir nitelik taşımasıyla doğrudan ilişkilidir (Smith & Sharp, 1994). Benzer şekilde zorbalık davranışları saldırganlığın bir alt türü olarak kabul edilse de (Besag, 1989; Fitzgerald, 1999), her saldırgan eylem doğrudan zorbalık kapsamında değerlendirilmez. Bir davranışın zorbalık olarak adlandırılabilmesi için yalnızca zarar verici ya da saldırgan bir içerik taşıması yeterli değildir. Bu davranışın belirli bir güç dengesizliği içermesi ve süreklilik göstermesi de gerekmektedir. Öğrenciler okul yaşamı içinde zaman zaman zorba ya da mağdur rolünde yer alabilir ve bu roller çoğu durumda tekrarlayan olumsuz etkileşimlerle şekillenir. Ancak her olumsuz davranış zorbalık olarak değerlendirilmez. Bu kavramın ortaya konulabilmesi için davranışın bilinçli şekilde zarar verme amacı taşıması, zaman içinde tekrar etmesi ve taraflar arasında belirgin bir güç farkının bulunması gerekir (Monks & Smith, 2006). Olweus’a (1999a) göre zorbalıktan söz edebilmek için iki temel durum özellikle önemlidir: İlk olarak, zarar veren kişinin karşısındaki bireye bilerek ve isteyerek yönelmesi ve hedef alınan kişinin kendini koruyamayacak kadar güçsüz hissetmesi gerekir. İkinci olarak ise arada bir güç eşitsizliğinin bulunması ve bu durumun davranışın devamlılık göstermesine zemin hazırlaması gerekir (Olweus, 1999a). Bu nedenle, benzer güçteki bireyler arasında yaşanan tek seferlik tartışmalar ya da karşılıklı çatışmalar her ne kadar saldırganlık içerse de zorbalık kapsamında ele alınmaz. Akran zorbalığı çoğunlukla fiziksel saldırılarla ilişkilendirilse de aslında bununla sınırlı olmayan daha geniş bir davranış yelpazesini ifade etmektedir (Smith & Sharp, 1994).

1.1. Akran Zorbalığı Türleri

Zorbalık, yalnızca açık şekilde görülen fiziksel saldırılarla değil; aynı zamanda daha örtük biçimde ortaya çıkan sözel ve dolaylı davranışlarla da kendini gösterebilir (Olweus, 1993). İlk dönem çalışmalarda zorbalık davranışları genellikle fiziksel ve sözel boyutlarıyla ele alınmıştır (Smith, 2004). Bununla birlikte zorbalık yalnızca bedensel saldırılarla sınırlı kalmayıp, sözlü saldırganlık biçimlerinde de kendini gösterebilmektedir. Fiziksel zorbalık ise vurma, itme ve tekme atma gibi doğrudan zarar verici davranışları kapsamakta olup şiddet kapsamında değerlendirilmektedir; ancak zorbalık bu fiziksel eylemlerle sınırlı olmayan daha geniş bir yapıya sahiptir (Smith, 2004). Günümüzde zorbalık davranışlarının daha farklı biçimlerde ortaya çıktığı ve bu nedenle doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki temel başlık altında ele alındığı görülmektedir (Alikashiöğlu, 2011). Bu çerçevede zorbalık, yalnızca fiziksel şiddetle sınırlı olmayan daha geniş bir kavram olarak değerlendirilmektedir. Örneğin; alay etme, küçük düşürme, gruba dahil etmeme, sosyal dışlama, asılsız söylentiler yayma ya da iftira gibi davranışlar saldırganlık içerse de her zaman şiddet kategorisi içinde yer almamakta, daha çok sosyal ve psikolojik boyutlarıyla ele alınmaktadır (Alikashiöğlu, 2011). Zorbalık davranışları genel olarak doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki farklı biçimde ele alınmaktadır. Doğrudan zorbalıkta birey, hedef aldığı kişiye karşı açık, gözle görülür ve yüz yüze gerçekleşen saldırgan davranışlar sergilerken güç dengesizliğini doğrudan kullanmaktadır. Buna karşılık dolaylı zorbalık, daha örtük ve sosyal ilişkiler üzerinden yürütülen bir süreçtir; birey, karşısındaki kişiye fiziksel temas kurmadan, sosyal dışlama, dedikodu yayma ya da ilişkileri manipüle etme gibi yollarla zarar vermeyi tercih eder. Bu tür davranışların özellikle sosyal etkileşimler üzerinden ilerlemesi, tespit edilmesini de daha zor hale getirmektedir. Araştırmalar, dolaylı zorbalığın çeşitli örneklerinin erkek öğrenciler arasında daha sık görülebildiğini ortaya koymaktadır

(Baldry & Farrington, 2000; Kristensen & Smith, 2003; Rigby & Johnson, 2005; Mizell-Christie, 2003). Akran zorbalığı, tek bir biçimle sınırlı olmayan ve farklı şekillerde ortaya çıkabilen bir olgudur. Bu durum hem doğrudan hem de dolaylı yollarla kendini gösterebilir (Farrington, 1993). Eğitim ortamlarında görev yapan öğretmenlerin, zorbalık davranışlarını genellikle fiziksel, psikolojik, cinsiyet temelli ve siber zorbalık şeklinde farklı başlıklar altında ele aldıkları görülmektedir (Coloroso, 2003; Smith et al., 2008). Zorbalık davranışları sergileyen öğrencilerin eylemleri, farklı şekillerde ve çeşitli düzeylerde ortaya çıkabilmektedir. Yapılan çalışmalar, fiziksel zorbalığın daha çok alt sınıf düzeylerinde görüldüğünü, buna karşın üst sınıflarda sözel ve psikolojik zorbalık türlerinin daha yaygın olduğunu göstermektedir (Lösel & Bliesener, 1999). Sınıf içi gözlemlerde öğretmenler, zorbalık türleri arasında fiziksel zorbalığın daha sık karşılaşılan bir davranış olduğunu belirtmiş; özellikle vurma ve itme gibi doğrudan fiziksel saldırı içeren eylemlerin yaygın olduğu rapor edilmiştir (Olweus, 1993; Smith & Sharp, 1994). Fiziksel zorbalık, akran zorbalığının en görünür ve en kolay fark edilen türlerinden biri olarak literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır (Jones, 2016). Bu zorbalık biçimi, öğrenciler arasında doğrudan bedensel temas içeren saldırgan davranışları kapsamaktadır. Dövme, tekme ya da tokat atma, itme, çekme ve dürtme gibi eylemler bu kapsamda değerlendirilen örnekler arasında yer almaktadır (Fitzgerald, 1999). Yapılan araştırmalar, öğrenciler arasında en sık karşılaşılan zorbalık türünün sözel zorbalık olduğunu ortaya koymaktadır (Pişkin, 2010, s. 176). Sözel zorbalık genellikle hakaret, aşağılayıcı ifadeler veya argo dil kullanımı gibi davranışlarla kendini gösterirken; ilişkisel zorbalık ise bireyin sosyal çevreden dışlanması ya da yalnız bırakılması gibi daha dolaylı biçimlerde ortaya çıkmaktadır. Bu tür davranışlar, zorbalığın görünmeyen ancak etkisi güçlü olan boyutlarını oluşturmaktadır (Pişkin, 2010). Sözel ve psikolojik zorbalık, fiziksel temas içermeyen gerçekleşen ve çoğu zaman daha dolaylı biçimlerde ortaya çıkan davranışları kapsamaktadır. Korkutma, alay etme, dalga geçme, küçümseme, sözel sataşma ve taciz gibi eylemler bu tür zorbalık örnekleri arasında yer almaktadır (Fitzgerald, 1999). Bunun yanında cinsiyet temelli zorbalık, özellikle bireylerin dış görünüşüne yönelik aşağılayıcı ifadeler ve hakaretler şeklinde ortaya çıkmakta ve ergenlik döneminde sık görülen bir zorbalık türü olarak değerlendirilmektedir (Martin & Jenkins, 2015). Psikolojik zorbalık ise literatürde ayrı bir boyut olarak ele alınmakta ve bireyin benlik algısını zedeleyebilen, uzun süreli duygusal etkiler bırakabilen bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda yapılan araştırmalar, psikolojik zorbalığın fiziksel zorbalığa kıyasla daha kalıcı ve derin etkiler oluşturabileceğini ortaya koymaktadır (Smith et al., 2014; Green & Turner, 2018). Psikolojik zorbalığın öğrenciler üzerindeki etkilerinin uzun vadeli ve kalıcı olabildiği, bu nedenle yalnızca anlık bir sorun olarak değil gelişim sürecini etkileyen bir risk faktörü olarak ele alınması gerektiği literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır (Green & Turner, 2018). Özellikle sosyal ilişkilerden dışlanma ve sözlü saldırıların, öğrencilerin akademik motivasyonunu düşürdüğü, okula bağlılıklarını zayıflattığı ve genel başarı düzeylerini olumsuz etkileyebildiği belirtilmektedir. Bu zorbalık türü; bireylere lakap takılması, aşağılayıcı ifadelerle küçük düşürülmesi hem kendisi hem de ailesi hakkında hakaret içeren söylemlere maruz bırakılması, kişi hakkında gerçeğe dayanmayan söylentilerin bilinçli olarak yayılması gibi davranışları içermektedir. Bunun yanında öğrencinin sosyal çevreden kasıtlı olarak dışlanması, grup etkinliklerine veya oyunlara dahil edilmemesi, sosyal olarak yalnız bırakılması da sık görülen örnekler arasındadır. Daha ileri düzeyde ise eşyaların zarar görmesi, tehdit yoluyla para veya kişisel eşyaların alınması gibi davranışların da ortaya çıkabildiği ifade edilmektedir. Tüm bu süreçlerin öğrencinin psikolojik dayanıklılığını zayıflattığı ve iyi oluş düzeyini belirgin şekilde olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Fitzgerald, 1999). Bunun yanında zorbalık davranışlarının türlerinin ve ortaya çıkış biçimlerinin cinsiyete göre farklılık gösterebildiği, özellikle erkek öğrencilerde fiziksel zorbalığın daha yaygınken kız öğrencilerde ilişkisel ve dolaylı zorbalık türlerinin daha sık görüldüğü araştırmalarda belirtilmektedir (Crick & Grotpeter, 1995; Olweus, 1993). Zorbalık davranışlarının öğrencilerin cinsiyet özellikleriyle ilişkili olabileceği varsayımı doğrultusunda, farklı ülkelerde çeşitli araştırmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, zorbalık sürecinde hem zorba hem de mağdur rolünde erkek öğrencilerin daha yüksek oranlarda yer aldığına işaret edilmektedir (Boulton & Underwood, 1992; Nansel et al., 2001). Zorbalık türleri incelendiğinde, cinsiyetin davranış biçimleri üzerinde belirleyici bir rol oynadığı görülmektedir. Araştırmalar, erkek öğrencilerin daha çok fiziksel ve doğrudan

saldırganlık içeren zorbalık davranışlarına yöneldiğini, kız öğrencilerin ise sosyal ilişkileri hedef alan ilişkisel ve dolaylı zorbalık türlerini daha sık kullandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca zorbalık sürecinde hem zorba hem de mağdur rolünde yer alma durumunun erkek öğrenciler arasında daha yüksek oranda görüldüğü bildirilmektedir (Olweus, 1993; Crick & Grotpeter, 1995; Boulton & Underwood, 1992). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte cep telefonu ve internet, günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası hâline gelmiş ve özellikle genç yetişkinler arasında sürekli iletişim kurmayı oldukça kolaylaştırmıştır (Türkileri-İnselöz & Uçanok, 2013). Türkiye’de de üniversite öğrencileri başta olmak üzere internet ve sosyal medya kullanımı her geçen yıl belirgin şekilde artış göstermektedir (Karacı, Akyüz & Bilgici, 2017). Bu durum, iletişimi hızlandırması ve bilgiye erişimi kolaylaştırması gibi birçok avantaj sağlasa da dijital ortamların yanlış ya da amaç dışı kullanımı bazı olumsuz sonuçları da beraberinde getirebilmektedir. Özellikle sosyal medya, mesajlaşma uygulamaları ve e-posta gibi araçlar, öğrenciler için hem sosyal bağlantıları sürdürmede hem de iletişim kurmada önemli bir rol oynarken; kimi zaman bu araçların kötü niyetli kullanımı da söz konusu olabilmektedir (Kowalski, Giumetti, Schroeder & Lattanner, 2014; Tokunaga, 2010). 2000’li yıllarla birlikte internet ve mobil teknolojilerin hızlı şekilde yaygınlaşması, gençlerin sosyal ilişkilerini büyük ölçüde dijital ortamlara taşımıştır. Akranlar arası iletişim artık yalnızca yüz yüze değil, çevrim içi platformlar üzerinden de yoğun biçimde sürdürülmeye başlanmıştır. Bu durum, sosyal etkileşim biçimlerini değiştirirken aynı zamanda yeni riskli davranış alanlarının da ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu dönüşüm süreci sonucunda, geleneksel zorbalık türlerinden farklı olarak dijital ortamda gerçekleşen yeni bir zorbalık biçimi literatürde yer almaya başlamıştır (Smith et al., 2008; Tokunaga, 2010). Literatürde, dijital ortamlar üzerinden gerçekleştirilen bu tür olumsuz davranışlar “siber zorbalık” kavramı ile ifade edilmektedir (Peker & Ekin, 2016). Gençler arasında teknolojik araçların yoğun ve kontrolsüz kullanımı, zamanla çeşitli sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Özellikle bu süreçte internet kullanımının bağımlılık düzeyine ulaşması ve çevrim içi ortamlarda olumsuz etkileşimlerin artması dikkat çekmektedir. İnternet bağımlılığı ve siber zorbalık, dijital teknolojilerin aşırı kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan başlıca problemler arasında yer almaktadır (Kuss & Griffiths, 2012). Siber zorbalık, dijital teknolojilerin ve internet tabanlı iletişim araçlarının kasıtlı olarak başkalarına zarar verme, onları rahatsız etme ya da kontrol altında tutma amacıyla kullanıldığı saldırgan davranışları ifade etmektedir. Bu davranışlar yalnızca tek bir platformla sınırlı kalmayıp sosyal medya, mesajlaşma uygulamaları, e-posta ve çeşitli çevrim içi oyun ortamlarında da ortaya çıkabilmektedir. Siber zorbalık sürecinde bireyler çoğu zaman anonimlikten yararlanarak daha rahat hareket edebilmekte ve bu durum mağdur üzerindeki etkilerin daha yoğun hissedilmesine neden olabilmektedir. Ayrıca bu tür davranışlar, bireyin sosyal ilişkilerini zedeleyebildiği gibi psikolojik iyi oluşunu da olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Keith & Martin, 2005; Piotrowski, 2012). Ergenlik döneminde çevrim içi ortamların yoğun kullanımı, bireylerin sosyal ve duygusal gelişim süreçlerinde bazı riskleri beraberinde getirebilmektedir. Özellikle internet üzerinden gerçekleştirilen davranışların gerçek yaşamla aynı düzeyde sonuç doğurmadığına dair yanlış algılar, bireylerin daha düşünmeden ve sınırları gözetmeden hareket etmesine yol açabilmektedir. Bu durum, dijital ortamlarda olumsuz davranışların artmasına ve siber zorbalığın daha yaygın hale gelmesine katkı sağlayabilmektedir (Slonje & Smith, 2008; Tokunaga, 2010). Siber zorbalık, sadece e-posta veya kısa mesaj yoluyla gönderilen incitici iletilerle sınırlı bir davranış değildir. Bunun ötesinde, bireye yönelik tehdit içerikli mesajlar gönderme, sosyal ilişkilerden bilinçli olarak dışlama, asılsız söylentiler yayma ve kişiyi aşağılayıcı görsel ya da içeriklerin çevrim içi ortamlarda paylaşılması gibi farklı biçimlerde de kendini gösterebilmektedir (Price & Dagleish, 2010). Çevrim içi ortamlarda gerçekleşen siber zorbalıkta, failin kimliğini gizleyebilmesi süreci daha karmaşık hale getirmekte ve mağdur açısından belirsizlik duygusunu artırabilmektedir. Bu durum, bireyin çevresine duyduğu güvenin zedelenmesine ve sosyal ilişkilerinde daha çekingen ya da şüpheli bir yaklaşım geliştirmesine yol açabilmektedir (Slonje & Smith, 2008; Tokunaga, 2010; Hinduja & Patchin, 2015). Ergenlik döneminde daha belirgin hale gelen siber zorbalık, bireylerin psikolojik iyi oluşunu ve ruh sağlığını olumsuz yönde etkileyebilen önemli bir risk alanı olarak değerlendirilmektedir (Arıca et al., 2008; Demircioğlu, 2020). Bu zorbalık türü, dijital ortamların sağladığı hızlı yayılım imkânı sayesinde kısa sürede geniş kitlelere ulaşabilmekte ve zaman ile

mekân sınırı olmaksızın gerçekleşebildiği için mağdurda sürekli bir tedirginlik ve savunmasızlık algısı oluşturabilmektedir. Ayrıca siber zorbalığın bu yaygın ve kesintisiz doğası, bireylerin kendilerini güvende hissetme düzeylerini azaltarak psikososyal uyumlarını da zorlaştırabilmektedir (Kowalski & Limber, 2007). Genel olarak değerlendirildiğinde, teknolojinin günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası hâline gelmesi olumlu katkılar sağlasa da, bilinçsiz ve kontrolsüz kullanım durumunda bireylerin sosyal ilişkilerini ve psikolojik sağlığını tehdit eden bir yapıya dönüşebildiği görülmektedir (Türkileri-İnselöz & Uçanok, 2013; Karacı et al., 2017; Peker & Ekinci, 2016). Bu çerçevede, siber zorbalıkla karşılaşan ya da bu sürecin içinde farklı roller üstlenen bireylerin psikolojik açıdan desteklenmesi ve güçlendirilmesi oldukça önemli görülmektedir. Üniversite ortamlarında bulunan psikolojik danışma merkezleri de öğrencilerin bu tür olumsuz deneyimlerle başa çıkabilmelerine yardımcı olmak ve uyum süreçlerini desteklemek açısından önemli bir görev üstlenmektedir (Arıca et al., 2008; Peker & Ekinci, 2016).

1.2. Akran Zorbalığı Statüleri

Zorbalık davranışlarına dahil olan öğrenciler, yapılan çalışmalarda genellikle üç farklı grupta ele alınmaktadır. Bunlar zorbalığı başlatan ve uygulayan öğrenciler, zorbalığa maruz kalan öğrenciler ve hem zorba davranışlar sergileyip hem de zaman zaman kurban konumunda olabilen öğrenciler olarak sınıflandırılmaktadır (Boulton & Smith, 1994; Austin & Joseph, 1996; Andreou, 2001). Siber zorbalık süreci, katılımcıların üstlendiği farklı roller üzerinden ele alınmakta ve bu roller genellikle siber zorba, siber kurban, hem zorba hem kurban (karma rol) ve süreci gözlemleyen siber izleyiciler şeklinde sınıflandırılmaktadır (Sourander et al., 2010; Tokunaga, 2010). Erken yaşlarda zorba ya da kurban rollerinin görülmeye başlaması, çocuğun okul ortamına uyum sürecini zorlaştırabilmekte ve akademik ile sosyal gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Olweus, 1993; Rigby, 1998). Genel olarak araştırmalar, erkek öğrencilerin kız öğrencilere kıyasla zorbalık davranışlarına daha fazla dahil olduklarını ve aynı zamanda daha yüksek oranlarda mağduriyet yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Bilgiç, 2007; Ekinci, 2007; Lösel & Bliesener, 1999; O'Brennan et al., 2009; Olweus, 1993; Pişkin, 2005a, 2010; Satan, 2006). Zorbalık davranışı sergileyen öğrencilerin çoğunun problem çözme becerilerinde yetersizlik yaşadığı ve karşılaştıkları sorunları daha çok dışa yönelimli davranışlarla ifade ettikleri belirtilmektedir (Andreou, 2001, s. 62). Bunun yanı sıra yaşla birlikte zorbalık biçimlerinde de değişim gözlenmekte; fiziksel zorbalık azalırken sözel ve dolaylı zorbalık türlerinin daha fazla ön plana çıktığı ifade edilmektedir (Banks, 1997; Korkut, 2007; Lösel & Bliesener, 1999; Olweus, 1993). Bazı araştırmalar, zorbalık davranışı sergileyen çocukların beklenenden farklı olarak daha geniş bir arkadaş çevresine sahip olabildiğini göstermektedir (Boulton, 1999; Huttunen & Salmivalli, 1996). Bunun yanında zorba öğrencilerin genellikle otoriter disiplinin baskın olduğu, gücün problem çözme aracı olarak görüldüğü ve duygusal destek açısından yetersiz aile ortamlarında yetişebildikleri belirtilmektedir (Banks, 1997). Bu öğrencilerin çoğunlukla dürtüsel davranışlar sergilediği, başkaları üzerinde kontrol kurma eğilimi taşıdığı ve empati becerilerinin daha düşük olduğu ifade edilmektedir. Mağdur konumundaki öğrenciler ise genellikle daha çekingen, hassas ve sosyal olarak geri planda kalan bireyler olarak tanımlanmaktadır. Bu öğrencilerin benlik saygılarının düşük olduğu, kendilerini kaygılı ve güvensiz hissetme eğiliminde oldukları ve fiziksel olarak da daha zayıf algılanabildikleri belirtilmektedir. Zorbalıkla karşılaştıklarında çoğunlukla pasif tepkiler verdikleri ya da ortamdan uzaklaşmayı tercih ettikleri, okul içinde ise sosyal açıdan daha yalnız bir konumda bulundukları ifade edilmektedir (Olweus, 1993). Ayrıca erken yaşlarda zorbalık davranışı sergileyen çocukların ilerleyen yıllarda antisosyal eğilimler gösterebileceği ve yetişkinlik döneminde de benzer davranış örüntülerini sürdürebileceği bildirilmektedir. Bu nedenle zorbalığın önlenmesine yönelik müdahale programlarının mümkün olduğunca erken yaşlarda başlatılmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Arsenault et al., 2006; Rigby, 2003; Sourander et al., 2009). Çocukluk döneminde sürekli olarak zorbalığa maruz kalan bireylerin, bu deneyimlerin etkilerini yetişkinlik yaşamlarına da taşıyabildikleri ve bunun kişiler arası ilişkilerde güven kurma, sağlıklı iletişim geliştirme ve sosyal uyum sağlama süreçlerini olumsuz yönde etkileyebildiği belirtilmektedir (Olweus, 1993; Rigby, 1998). Zorbalık davranışı sergileyen öğrencilerin genellikle başkalarına karşı daha saldırgan ve duyarsız tutumlar geliştirdikleri,

sosyal ilişkilerinde zorlandıkları ve akranları tarafından dışlanma riski taşıdıkları ifade edilmektedir. Sosyal beceri düzeylerinin daha düşük olması da bu öğrencilerin grup içinde kabul görmesini zorlaştırabilmektedir. Öte yandan hem zorba hem de kurban rolünü birlikte yaşayan öğrencilerin, ilerleyen dönemlerde sosyal uyum açısından daha fazla güçlük yaşadığı ve sosyal dışlanmaya daha açık hale geldiği belirtilmektedir (Olweus, 1993; Sutton, Smith & Swettenham, 1999). Zorbalık davranışı sergileyen öğrencilerin çoğunlukla çevreleri üzerinde baskınlık kurma ve kendilerini güçlü hissetme ihtiyacı taşıdıkları, bu süreçte mağdura verilen zarardan sorumluluk duymadıkları ve kimi zaman bu durumdan psikolojik bir tatmin elde edebildikleri ifade edilmektedir (Olweus, 1999a). Bunun yanında bu öğrencilerin dürtüsel özellikler gösterebildiği, akran ilişkilerinde reddedilme deneyimleri yaşayabildiği, akademik güçlüklerle karşılaşabildiği ve bazı durumlarda olumsuz yaşam deneyimlerine maruz kalabildiği de belirtilmektedir (Perren, Stadelmann & Von Klitzing, 2009). Bunun yanında siber ortamda zorbalık gerçekleştiren bireylerin, karşı tarafın tepkilerini yüz yüze görme imkânı olmaması nedeniyle empati kurma süreçlerinde zorlanabildikleri ve bu durumun zaman zaman daha sert ve kontrolsüz davranışların ortaya çıkmasına zemin hazırlayabildiği ifade edilmektedir (Kowalski et al., 2014; Slonje & Smith, 2008). Yetişkinler tarafından uygun bulunmamasına rağmen, bazı öğrencilerin zorbalık davranışlarını sıradan bir etkileşim biçimi gibi algılayabildikleri ve bu süreçte mağdura yönelik empati düzeylerinin düşük olabildiği belirtilmektedir (Banks, 1997). Bunun yanı sıra aile içinde çatışma, ihmal ya da şiddet deneyimi yaşayan veya sosyal çevresinde benzer olumsuzluklara maruz kalan bireylerin iletişim becerilerinde güçlük yaşayabildiği ve bu durumun zaman zaman saldırgan ya da zorbalık içeren davranışlara yönelmelerine zemin hazırlayabildiği ifade edilmektedir (Grinberg et al., 2005). Akran ilişkilerinde kabul görmeme, sosyal olarak dışlanma ve sevilmemeye gibi deneyimlerin, bazı öğrencilerde zorbalık davranışlarının ortaya çıkmasına katkı sağlayabildiği ifade edilmektedir. Bu tür sosyal reddedilme yaşantılarının, bireylerin olumsuz başa çıkma yollarına yönelmesine zemin hazırlayabildiği belirtilmektedir (Salmivalli, 2010; Olweus, 1993). Kurban rolündeki öğrencilerin yaşadığı zorbalık deneyimi yalnızca psikolojik etkilerle sınırlı kalmayakta; aynı zamanda okul yaşamına uyum ve akademik süreçler üzerinde de belirgin sonuçlar doğurabilmektedir. Bu öğrencilerin okula karşı isteksizlik geliştirmesi, derslere katılımı azalma yaşaması ve akademik performanslarında düşüş görülmesi sık karşılaşılan durumlar arasında yer almaktadır (Graham, Bellmore & Mize, 2006; Rigby, 2003). Genel olarak bu öğrencilerin daha içe dönük, kaygılı, çekingen ve kendine güveni düşük bireyler olduğu; sosyal ortamlarda kendilerini geri planda tuttukları ve çoğu zaman sınırlı arkadaş ilişkilerine sahip oldukları belirtilmektedir. Bu sosyal izolasyon hali, yalnızlık duygusunu artırırken aynı zamanda sosyal becerilerin gelişimini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Slee & Rigby, 1993; Schuster, 1996; Olweus, 1993). Ayrıca bazı öğrencilerin hem zorba hem de kurban özelliklerini birlikte gösterebildiği, bu grubun sosyal açıdan daha kırılgan ve dışlanmaya daha açık bir yapı sergilediği ifade edilmektedir (Monks et al., 2011). Yaşanan zorbalık deneyimlerinin çoğu zaman öğrenci tarafından çevresiyle paylaşılmaması ise sürecin görünmez kalmasına neden olabilmektedir; bu durum akademik başarının düşmesiyle birlikte okuldan uzaklaşma eğilimini de artırabilmektedir (Pişkin, 2002). Öte yandan kurban öğrencilerin yoğun şekilde kaygı, öfke ve çaresizlik gibi duygular yaşadığı; bu duyguların uzun vadede okuldan kaçınma, devamsızlık ve çeşitli psikolojik sorunlarla ilişkilendirilebildiği belirtilmektedir (Elliot, 1992; Batsche & Knoff, 1994; Borg, 1998). Benzer şekilde, zorbalığa maruz kalan ergenlerde öğrenme güçlükleri ve okuldan uzaklaşma davranışlarının da daha sık görüldüğü rapor edilmektedir (Greenbaum, Turner & Stephens, 1988). Yapılan araştırmalar, zorbalığa maruz kalan öğrencilerin okul devamsızlığında artış yaşadıklarını, ders başarılarının zamanla düştüğünü ve özsaygı düzeylerinde belirgin bir azalma görüldüğünü ortaya koymaktadır. Bu olumsuz deneyimlerin yalnızca kısa vadeli etkilerle sınırlı kalmadığı, bazı bireylerde uzun yıllar boyunca devam edebildiği ve çocuklukta yaşanan zorbalıkların yetişkinlik dönemindeki psikolojik ve sosyal uyumu da etkileyebildiği ifade edilmektedir (Furniss, 2000). Siber zorbalığa maruz kalan bireylerin yaşadıkları olumsuz deneyimler sonucunda sosyal ilişkilerden geri çekilme eğilimi gösterebildikleri, zamanla daha içe dönük bir yapıya bürünebildikleri ve sosyal çevreleriyle etkileşimlerini azaltabildikleri belirtilmektedir (Tokunaga, 2010; Kowalski et al., 2014). Siber zorbalığa maruz kalan bireylerde de benzer şekilde çeşitli psikolojik ve akademik

sorunların ortaya çıkabildiği görülmektedir. Bu süreçte üzüntü, öfke ve kaygı gibi duygusal tepkilerin yanı sıra yalnızlık hissi, özsaygıda azalma, akademik performansta düşüş ve okul devamsızlığında artış gibi durumlar gözlemlenmektedir. Daha ileri düzeyde ise bazı vakalarda ciddi psikolojik zorlanmaların da ortaya çıkabildiği belirtilmektedir (Hinduja & Patchin, 2015; Kowalski et al., 2014). Siber zorbalığa maruz kalan öğrenciler; çevrim içi ortamlarda saygısız davranışlara uğrama, hakaret edilme, alay edilme, tehdit mesajları alma ve kendileri hakkında olumsuz söylentilerin yayılması gibi durumlarla karşılaşabilmektedir (Patchin & Hinduja, 2016). Bu tür yaşantıların ise bireylerde yoğun duygusal tepkilere neden olduğu; kızgınlık, çaresizlik, üzüntü, incinme, yalnızlık, korku ve utanç gibi duyguların ortaya çıkabildiği belirtilmektedir (Semerci, 2017). Bunun yanında teknolojinin daha bilinçli ve güvenli kullanılabilmesi için ailelerin çocuklarının dijital ortam kullanımını takip etmeleri ve onlarla açık, güvene dayalı bir iletişim kurmaları önemli görülmektedir. Bu yaklaşımın, siber zorbalığın önlenmesinde koruyucu bir faktör olarak etkili olabileceği ifade edilmektedir (Kowalski et al., 2014; Hinduja & Patchin, 2015). Müdahale sürecinde yalnızca okul değil, ailelerin de aktif olarak sürece dahil edilmesi önemli görülmektedir. Gerektiğinde hem zorba hem de mağdur konumundaki öğrencilere yönelik bireysel ya da grup temelli psikolojik danışma ve rehberlik hizmetlerinin sunulması, sürecin daha sağlıklı yürütülmesine katkı sağlayabilmektedir (Olweus, 1993; Smith et al., 2008). Araştırmalar, zorbalık davranışı sergileyen öğrencilerin genellikle kendi yaş grubundaki akranlarını hedef aldığını, daha sonra ise kendilerinden daha küçük yaşta öğrencileri kurban olarak seçme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Bu durumun, güç dengesi ve kontrol kurma isteğiyle ilişkili olabileceği belirtilmektedir (Boulton & Underwood, 1992; Moran et al., 1993; Whitney & Smith, 1993; Lösel & Bliesener, 1999). Yapılan çalışmalar, siber zorbalık davranışlarına dahil olan ergenlerin çoğu zaman okul ortamındaki geleneksel zorbalık süreçlerinde de benzer roller üstlenebildiklerini ortaya koymaktadır. Yani bu bireylerin hem zorba hem de mağdur pozisyonlarında bulunabildikleri ve çevrim içi ile yüz yüze zorbalık deneyimlerinin birbiriyle ilişkili olabildiği ifade edilmektedir (Ybarra & Mitchell, 2004; Tokunaga, 2010). Öğrencilerin zorbalıkta yer alma durumlarının yaşa bağlı olarak değişiklik gösterdiği, gelişimsel süreçlerin bu rolleri etkilediği belirtilmektedir. Daha küçük yaş gruplarında öğrencilerin zorbalığa maruz kalma oranlarının daha yüksek olduğu, yaş ilerledikçe ise zorbalık davranışı sergileme eğiliminin arttığı ifade edilmektedir (O'Brennan et al., 2009; Olweus, 1993). Hem zorba hem de kurban rolünü birlikte üstlenen öğrencilerin, akran grupları içinde genellikle daha az kabul gören, kolayca provoke edilebilen ve zaman zaman başkalarını da kışkırtabilen bireyler olarak tanımlandığı görülmektedir. Bu grubun sosyal ilişkilerde daha kırılgan bir yapı sergileyebildiği ve uyum sorunları yaşayabildiği ifade edilmektedir. Ayrıca bu öğrencilerde bazı duygusal ve davranışsal güçlüklerin eşlik edebildiği belirtilirken, yaşın ilerlemesiyle birlikte zorbalık davranışlarının biçim değiştirdiği ve fiziksel zorbalıktan daha çok sözel ve dolaylı zorbalık türlerine yöneliminin arttığı vurgulanmaktadır (Olweus, 1993; Sutton et al., 1999). Akran zorbalığının ortaya çıkmasında tek bir neden yerine birden fazla risk faktörünün etkili olduğu bilinmektedir. Özellikle sosyoekonomik düzeyin düşük olması ve aile içinde şiddet ya da çatışma ortamının bulunması, çocukların okul ortamında zorbalık davranışlarına yönelme riskini artırabilmektedir. Bunun yanında aile ve çevresel açıdan daha avantajlı koşullarda yetişen bazı çocukların güç kullanmaya daha yatkın olabildiği, dezavantajlı koşullardaki çocukların ise daha çok mağduriyet yaşama eğiliminde olabileceği ifade edilmektedir (Olweus, 1993; Farrington, 1993). Okul ortamında yaşanan zorbalık döngüsü, yalnızca anlık bir çatışma değil; hem fail hem de mağdur konumundaki öğrencilerin yaşamında derin izler bırakan çok boyutlu bir sorundur. Bu durum bireylerin sosyal uyumundan psikolojik dayanıklılığına, akademik başarısından fiziksel sağlığına kadar gelişimsel her basamağı sekteye uğratmaktadır. Daha da önemlisi, söz konusu olumsuz etkilerin okul yıllarıyla sınırlı kalmayıp, yetişkinlik dönemindeki yaşam kalitesini ve ruhsal sağlığı da gölgeleyebilen kalıcı bir mirasa dönüşebildiği görülmektedir (Olweus, 1993; Smith, 2014). Zorbalık olgusu yalnızca fail ve mağdur ekseninde gerçekleşen ikili bir etkileşim değil, farklı rollerin üstlenildiği kolektif bir süreçtir. Literatürde bu dinamik; zorba ile iş birliği yapanlar, zorbanın davranışını onaylayarak pekiştirenler, mağduru savunmaya çalışanlar ve olaylara müdahil olmayıp sessiz kalan izleyiciler gibi çeşitli kategorilere ayrılmaktadır. Ayrıca, bazı bireylerin hem zorbalık yapıp hem de zorbalığa maruz kalarak "zorba/mağdur" olarak tanımlanan

karma bir grupta yer aldığı görülmektedir (Salmivalli, 1999; Solberg ve Olweus, 2003). Akran zorbalığıyla mücadele kapsamında geliştirilen stratejiler; aile dinamikleri, öğrenci farkındalığı ve okul-öğretmen iş birliği gibi farklı odak noktalarını bir araya getiren çok yönlü bir yapı sergilemektedir. Bu önleyici yaklaşımlar, sorunun kaynağına inmek ve güvenli bir eğitim ortamı tesis etmek amacıyla sistematik müdahaleler içermektedir (Olweus, 1993; Smith, 2014). Okul ortamında zorbalıkla etkin bir mücadele yürütebilmek için, öncelikle bu durumun bireysel ve akademik gelişimi tehdit eden kritik bir mesele olarak kabul edilmesi ve kurumsal bir farkındalık oluşturulması esastır. Bu temel kabulün ardından, sorunun kökenine inmeyi hedefleyen kapsamlı stratejilerin ve sistematik güvenlik önlemlerinin hayata geçirilmesi zorunluluk arz etmektedir (Olweus, 1993; Rigby, 2004). Okul yönetimi ve eğitimciler düzeyinde alınması gereken tedbirler, kurum içerisinde zorbalığa karşı tavizsiz bir duruş sergilenmesini, denetim mekanizmalarının sıkılaştırılmasını ve tüm personelin bu konuda düzenli eğitimlerden geçirilmesini kapsamaktadır. Özellikle teneffüs saatlerinde ortak kullanım alanlarındaki gözetimin artırılması ve okul ikliminin güvenli bir yapıya kavuşturulması, önleyici müdahale planlarının merkezinde yer almaktadır (Olweus, 1993; Smith, 2014; Rigby, 2017). Okullarda akran zorbalığının önüne geçebilmek, ancak okul rehberlik biriminin koordinasyonunda yönetici, öğretmen, psikolojik danışman ve diğer tüm personelin ortak sorumluluk üstlendiği bütüncül bir yaklaşımla mümkündür. Başarılı bir müdahale stratejisi, sadece okul çalışanlarını değil, öğrenci ve ebeveynleri de kapsayan geniş bir iş birliği ağına dayanmalı; bu doğrultuda tüm paydaşların zorbalık olgusu ve çözüm yöntemleri konusunda farkındalığını artıracak eğitim süreçleri sistematik bir şekilde yürütülmelidir (Gökler, 2009). Psikolojik danışmanların deneyimlerine göre, okullarda uygulanan klasik disiplin yöntemleri zorbalıkla mücadelede beklenen etkiyi yaratmamakta, aksine bu tür davranışların daha gizli ve kontrol edilemez mecralara kaymasına neden olabilmektedir. Bu noktada, cezalandırma odaklı sistemlerin yerine "onarıcı adalet" modelinin entegre edilmesi kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu yaklaşım; zorba öğrencinin eylemlerinin sonuçlarıyla yüzleşerek sorumluluk almasını, mağdurun yaşadığı duyguları anlamlandırmasını ve yalnızca bir ceza çekmesini değil, kalıcı bir davranış değişikliği ile sosyal bilinç geliştirmesini hedeflemektedir (Braithwaite, 2002; Hopkins, 2004; Wachtel, 2013). Müdahale stratejileri oluşturulurken; öğrenciler, eğitimciler ve ebeveynlerden oluşan tüm paydaş grubu, zorbalık olgusunun görülme sıklığı, bu davranışları tetikleyen kök nedenler ve birey üzerindeki uzun vadeli etkiler hususunda bilimsel ve kapsamlı verilerle aydınlatılmalıdır. Bu bilgilendirme süreci, sorunun ciddiyetinin kavranması ve ortak bir önleme dili oluşturulması açısından kritik bir öneme sahiptir (Olweus, 1993; Smith, 2014; Rigby, 2017). Eğitim kurumları ve öğretmenler düzeyinde, zorbalık eylemlerini erkenden tespit ederek hızlı müdahale süreçlerini işletmek, tutarlı bir disiplin mekanizması kurmak ve sınıf içi dinamikleri adil bir öğrenme ortamı oluşturacak şekilde yapılandırmak stratejik bir öneme sahiptir. Bu yaklaşım, sadece kuralların uygulanmasını değil, güvenli ve eşitlikçi bir atmosferin sürdürülebilir kılınmasını da kapsamaktadır (Olweus, 1993; Smith, 2014; Rigby, 2017). Zorbalık eğilimlerini asgariye indirmek amacıyla yürütülen çalışmalarda; ailelerle kurulan düzenli diyaloglar, sağlıklı iletişim kanallarının işletilmesi ve hem ebeveynlerin hem de eğitimcilerin bu meseleyi öncelikli bir sorumluluk olarak benimsemeleri belirleyici bir faktördür (Şahin, Demirbağ ve Aykaç, 2009). Çocukların gelişim süreçlerinde aile dinamikleri temel bir referans noktası teşkil etmektedir; bu bağlamda bazı çocuklar ebeveynlerinin agresif tutumlarını içselleştirip akranlarına karşı şiddet odaklı roller üstlenirken, bazıları ise baskıcı veya ilgisiz ortamlar nedeniyle sosyal olarak geri çekilerek mağdur konumuna gelebilmektedir (Uysal & Dinçer, 2012; Dölek, 2001; Danacı & Çetin, 2016). Eğitim kurumlarındaki zorbalık dinamiklerinin doğru analiz edilmesi ve mevcut risk düzeyinin somut verilerle saptanması, çözüm sürecinin ilk ve en kritik basamağını oluşturmaktadır. Bu veriler ışığında, ailelerin zorbalığın belirtileri ve etkileri konusunda derinlemesine bilinçlendirilmesi, okulda başlatılan önleme çalışmalarının ev ortamında da desteklenmesi ve mücadelenin sürekliliği açısından hayati bir gerekliliktir (Olweus, 1993; Smith, 2014; Rigby, 2017). Elde edilen görüşler ışığında akran zorbalığı, salt bireysel bir çatışma olmaktan ziyade, toplumsal şiddet kültürünün eğitim mecrasındaki bir izdüşümü olarak nitelendirilmektedir. Bu perspektifle zorbalık; hem aile içi dinamiklerin hem de geniş toplumsal yapıdaki etkileşimlerin bir bileşkesi olarak tezahür etmekte; okul sınırları içerisinde karşılaşılan fiziksel müdahale, sözel

saldırı veya ilişkisel dışlama gibi farklı zorbalık türlerinin temel kaynağını oluşturmaktadır (Olweus, 1993; Smith, 2014; Rigby, 2017). Siber zorbalığın yıkıcı etkilerini asgariye indirmek adına yürütülen müdahale stratejileri, sadece temel eğitim kademeleriyle sınırlı tutulmamalı; yükseköğretim düzeyindeki genç yetişkinleri de kapsayacak şekilde genişletilmelidir. Bu doğrultuda üniversite öğrencilerinin dijital ortamdaki hakları, etik sınırları ve psikolojik dayanıklılıkları üzerine odaklanan kapsamlı seminerler ile farkındalık programlarının akademik takvime entegre edilmesi, güvenli bir dijital ekosistem oluşturulması açısından büyük önem taşımaktadır (Smith ve diğerleri, 2008; Patchin & Hinduja, 2010; Slonje ve diğerleri, 2013). Okul ortamında akran zorbalığı olgusu, kurumsal bir öncelik ve titizlikle analiz edilmesi gereken pedagojik bir meseledir. Öğrencilerin fiziksel bütünlüklerini koruyabildikleri, sağlıklı sosyal bağlar kurabildikleri ve psikolojik açıdan dayanıklı bireyler olarak yetişebilmeleri için rehberlik servislerinin öncü rol üstlenmesi kritik bir gerekliliktir. Bu kapsamda, güvenli bir gelişim zemini oluşturmak adına sistematik müdahale programlarının ve koruyucu ruh sağlığı çalışmalarının sürdürülebilir bir yapıda yürütülmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Olweus, 1993; Smith, 2014; Rigby, 2017). Okul atmosferinin güvenli, akademik açıdan destekleyici ve kuralların net olduğu bir yapıda kurgulanması, zorbalık eğilimlerinin zemin bulmasını engelleyen en güçlü koruyucu faktörlerden biridir. Sosyal bağların kuvvetli olduğu ve her bireyin kendisini değerli hissettiği bir okul iklimi, saldırgan davranışların görülme sıklığını ciddi oranda düşürerek hem öğrenciler hem de eğitimciler için huzurlu bir gelişim alanı yaratmaktadır (Olweus, 1993; Smith, 2014; Rigby, 2017). Çağdaş eğitim sistemlerinde rehberlik hizmetleri, bireyin potansiyelini odağa alan bütüncül bir yaklaşımla yapılandırılmaktadır. Bu süreçte psikolojik danışmanlar; öğrencinin öz farkındalık kazanmasına, sosyal çevresiyle sağlıklı etkileşimler kurmasına ve gelişimsel ihtiyaçlarını anlamlandırmasına rehberlik eden stratejik uzmanlar olarak konumlanmaktadır. Öğrencilerin karşılaştıkları güçlüklerle başa çıkma becerilerini geliştirmeleri, zihinsel ve duygusal olgunluk kapasitelerini en üst seviyeye taşımaları, ancak rehberlik birimlerinin dinamik ve müdahale odaklı bir çalışma prensibi benimsemesiyle mümkün olmaktadır (Kepçeoğlu, 1999; Erkan, 2017). Siber zorbalıkla mücadelede izlenecek yol haritası; teknik kısıtlamalar, sosyal destek mekanizmaları ve hukuki koruma kalkanlarının eş zamanlı olarak devreye sokulmasını gerektirir. Bu süreçte teknolojik imkânlar kullanılarak zorba profilin engellenmesi ve dijital platformların sunduğu raporlama/şikâyet araçlarının etkin biçimde kullanılması ilk savunma hattını oluşturur. Ancak teknik önlemlerin ötesinde, bireyin maruz kaldığı psikolojik baskıyı yönetebilmesi adına aile içi güvene dayalı destek ağlarının kurulması ve mevcut yasal haklar çerçevesinde cezai yaptırım süreçleri hakkında kapsamlı bir farkındalık geliştirilmesi, siber mağduriyetin kalıcı etkilerini minimize etmede hayati rol oynamaktadır (Smith ve diğerleri, 2008; Patchin & Hinduja, 2010; Slonje ve diğerleri, 2013). Eğitim kurumlarında görev yapan tüm personelin zorbalık olgusu karşısında yüksek bir duyarlılık ve farkındalık düzeyine sahip olması, önleme çalışmalarının başarısını belirleyen temel unsurdur. Sadece akademik kadronun değil, destek personelinden yönetime kadar her çalışanın zorbalık türlerini tanıma, müdahale protokollerini uygulama ve riskli alanlarda denetimi sağlama konularında yetkinleştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, kurumsal bir refleks oluşturmak amacıyla belirlenen stratejik tedbirlerin tavizsiz ve sistematik bir biçimde hayata geçirilmesi, okul güvenliğinin sürdürülebilirliği açısından büyük önem arz etmektedir (Olweus, 1993; Smith, 2014; Rigby, 2017). Okul yerleşkesinde yetişkin gözetiminin zayıf kaldığı koridorlar, okul bahçesinin kuytu bölümleri ve tuvaletler gibi alanlar, fiziksel zorbalık eylemlerinin gerçekleşmesi için en riskli bölgeler olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, okul yönetimlerinin stratejik bir yaklaşımla bu "gri alanlardaki" denetim mekanizmalarını sıkılaştırması, nöbet görevlerini bu riskleri gözeterek yapılandırması ve her öğrencinin kendisini fiziksel olarak güvende hissedeceği bir ekosistem inşa etmesi, zorbalığın önlenmesinde merkezi bir müdahale alanı olarak kabul edilmektedir (Smith, 2014; Rigby, 2017). Akran zorbalığının çözümü; aile eğitimi, toplumsal bilinçlendirme, sosyo-ekonomik desteklerin artırılması ve caydırıcı yaptırımların uygulanması gibi çok boyutlu bir yapıyı gerekli kılmaktadır. Bu süreçte sosyal medya üzerinden farkındalık yaratılması ve profesyonel psikolojik danışmanlık hizmetlerinin sürece dahil edilmesi, problemin kökten çözümü için hayati bir önem taşımaktadır. Dolayısıyla zorbalıkla mücadele, ancak tüm bu unsurların bir arada yürütüldüğü bütüncül bir yaklaşımla başarıya ulaşabilir (Pepler & Craig, 2000; Swearer ve diğerleri, 2010; Ttofi &

Farrington, 2011). Öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerinin güçlendirilmesi, siber zorbalığa karşı sadece teknik bir savunma değil, aynı zamanda uzun vadeli ve sürdürülebilir bir koruma kalkanıdır. Dijital mecralardaki etik sınırları, bilgi güvenliğini ve empatiyi kapsayan bu yetkinlik, sanal dünyadaki riskleri minimize etmede kritik bir rol oynar. Ancak siber ve geleneksel zorbalık arasındaki geçirgenlik, bu iki olgunun birbirinden bağımsız değerlendirilemeyeceğini kanıtlamaktadır. Bu nedenle, önleyici müdahale programlarının her iki alanı da kapsayacak şekilde bütüncül bir perspektifle tasarlanması, öğrencinin hem fiziksel hem de dijital çevresinde tam güvenliğin sağlanması açısından elzemdir (Pyzalski, 2012; Vandebosch & Van Cleemput, 2009; Zych ve diğerleri, 2015). Zorbalıkla mücadelede kalıcı bir başarı, sadece bireysel düzeydeki müdahalelerle değil; aileyi, okulu ve sosyal çevreyi içine alan geniş kapsamlı bir stratejiyle mümkündür. Bu doğrultuda ailelerin bilinçlendirilmesi, toplumsal farkındalığın artırılması ve okulun yakın çevresiyle kuracağı güçlü iş birliği, önleme programlarının temel sacayaklarını oluşturmaktadır. Bu tür bütüncül yaklaşımlar, zorbalığı besleyen çevresel faktörleri ortadan kaldırarak güvenli bir eğitim ekosistemi inşa edilmesini sağlar (Bronfenbrenner, 1979; Pepler & Craig, 2000; Swearer ve diğerleri, 2010). Akran arabuluculuğu sistemleri, öğrencilere kendi çatışmalarını yapıcı ve barışçıl yöntemlerle yönetme becerisi kazandıran, okul iklimini dönüştürücü bir modeldir. Bu süreçte eğitimcilerin, zorbalık eylemlerini "basit bir çocuk şakası" olarak nitelendirmekten kaçınarak her vakayı profesyonel bir titizlikle incelemeleri gerekir. Kurumsal düzeyde ise okul yönetimlerinin zorbalığa karşı tavizsiz bir "sıfır tolerans" politikası izlemesi ve bu kararlılığı öğrenciler, öğretmenler ve velilerle net bir şekilde paylaşması, güvenli bir okul ortamının sürdürülebilirliği için temel şarttır (Cremin, 2007; Sellman, 2008; Tyrrell, 2002). Ergenlik dönemi, bireyin hem fiziksel hem de psikolojik açıdan en hassas olduğu evrelerden biridir. Bu süreçte yaşanan fiziksel değişimlerle alay edilmesi, gencin beden algısını ciddi şekilde zedelemekte ve öz saygısını düşürmektedir. Bu olumsuz algı, uzun vadede yeme bozuklukları, sosyal anksiyete ve depresyon gibi derin psikolojik sorunların tetikleyicisi olabilmektedir. Öte yandan, sosyal dışlanma ve dedikodu yoluyla uygulanan dolaylı zorbalık, bireyin en temel gereksinimlerinden biri olan aidiyet ihtiyacına zarar vermektedir. Bu durum, öğrencinin okul ortamından kopmasına, eğitim kurumunu güvensiz bir alan olarak görmesine ve okul aidiyet duygusunun tamamen kaybolmasına yol açmaktadır (Fredrickson, 1998; Neumark-Sztainer ve diğerleri, 2002; Osterman, 2000). Okul rehberlik servisleri, zorbalık dinamiklerini erkenden tespit edebilmek amacıyla sistematik ve bilimsel ölçme araçlarından yararlanmalıdır. Bu kapsamda periyodik olarak uygulanan gizli anketler, öğrencilerin kendilerini güvende hissetmelerini sağlayarak gerçek durumun ortaya çıkarılmasına imkân tanır. Ayrıca sosyal ilişki analiz teknikleri (sosyometri), sınıf içindeki dışlanma, klikleşme ve güç dengesizliklerini görünür kılarak müdahale edilmesi gereken riskli alanları belirlemede stratejik bir veri sunar. Bu veri temelli yaklaşım, zorbalık vakalarının gizli kalmasını önleyerek rehberlik servislerinin proaktif ve etkili çözümler üretmesini sağlar (Cillessen & Bukowski, 2000; Moreno, 1951; Underwood ve diğerleri, 2001). Siber zorbalık eylemlerinde bireyler, dijital dünyanın sunduğu "anonimlik zırhı" sayesinde gerçek kimliklerini gizleyebilmekte ve bu durum, sosyal normların dışındaki saldırgan davranışların kontrolsüzce sergilenmesine zemin hazırlamaktadır. Bu noktada ailelerin rolü, sadece internet süresini kısıtlamak gibi teknik bir denetimin çok ötesine geçmelidir. Ebeveynlerin çocuklarına, ekran başındayken de karşısındakinin bir insan olduğunu hatırlatan dijital etik değerleri ve empati yetisini kazandırmaları, siber saldırganlığın önlenmesinde en temel koruyucu kalkandır (Suler, 2004; Willard, 2007; Hinduja & Patchin, 2008). Zorbalığa maruz kalan öğrencilerin sarsılan öz güvenini onarmak için sanat ve spor faaliyetleri oldukça etkilidir. Bu etkinlikler, öğrenciye başarı duygusunu yeniden kazandırarak sosyal izolasyondan çıkmasını ve akranları arasında olumlu bir yer edinmesini sağlar. Sanat ve sporun sağladığı bu duygusal boşalım ve aidiyet hissi, zorbalığın yarattığı psikolojik tahribatı azaltmada kritik rol oynar (Gould & Carson, 2008; Malchiodi, 2007; Tasiemski ve diğerleri, 2004). Zorbalık yapan öğrencilerin de aslında duygusal boşluklarını güç kurarak kapatmaya çalıştıkları unutulmamalıdır. Bu nedenle müdahale programları sadece kurbanı korumakla yetinmemeli; zorbanın davranışlarının altındaki nedenlere odaklanarak bu tutumu olumlu yönde değiştirmeyi de hedeflemelidir. Zorbalık döngüsünü kalıcı olarak kırmak, ancak hem mağduru hem de saldırganı kapsayan bu çift taraflı yaklaşımla mümkündür (Lansford ve diğerleri, 2003;

Olweus, 1993; Swearer ve diğerleri, 2010). Öğretmenler, zorbalıkla mücadelenin en kritik halkasını oluştururken aynı zamanda bu sürecin doğrudan öznesi konumundadırlar. Öğrencilerde görülen davranış bozukluklarının öğretmenler üzerinde yarattığı yoğun stres (Borg & Falzon, 1989), bu sorunun sadece öğrenci odaklı değil, mesleki sağlık açısından da ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu kapsamda yapılan araştırmalar; öğretmenlerin zorbalığı tanımlama biçimlerini, sorunun kaynağına dair değerlendirmelerini ve kullandıkları müdahale yöntemlerini inceleyerek, eğitim ortamında daha etkili ve proaktif stratejiler geliştirilmesine rehberlik etmeyi amaçlamaktadır (Boulton, 1997; Bauman & Del Rio, 2006; Yoon & Kerber, 2003). Öğretmenin zorbalığa müdahale hızı ve biçimi, öğrencilerin yardım isteme cesaretini doğrudan belirler. Öğretmenin pasif kalması veya olayı görmezden gelmesi, zorba öğrenciye eyleminin onaylandığı mesajını verirken; kurban öğrencide çaresizlik ve yalnızlık hissi uyandırır. Bu nedenle, öğretmenin proaktif ve kararlı duruşu, güvenli sınıf ikliminin korunması için temel şarttır (Hektner & Swenson, 2012; Newman ve diğerleri, 2000; Rigby, 2005). Literatürdeki bulgular, öğretmenlerin zorbalık olgusunu tanımlarken genellikle fiziksel boyuta odaklandıklarını ve kavramsal bir sınırlama yaşadıklarını göstermektedir. Pek çok eğitimci, zorbalığı yalnızca kaba kuvvet veya doğrudan şiddet içeren eylemlerle özdeşleştiren dar bir perspektife sahiptir (Akduman, 2012; Uysal, 2011; Arslan & Tuğrul, 2014). Bu durum; dışlama, dedikodu veya siber zorbalık gibi daha örtük ama bir o kadar yıkıcı olan dolaylı zorbalık türlerinin gözden kaçmasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla öğretmenlerin, zorbalığın çok boyutlu yapısını kavramaları, etkili bir erken müdahale sürecinin başlatılabilmesi için temel bir gerekliliktir (Bauman & Del Rio, 2006; Hazler ve diğerleri, 2001; Naylor ve diğerleri, 2006). Siber zorbalık mağdurlarına ekran görüntüsü alma ve dijital delil toplama yöntemlerinin öğretilmesi, hukuki sürecin sağlıklı işletilmesi için kritiktir. Bu teknik bilinç, silinebilir nitelikteki siber zorbalık eylemlerinin kanıtlanmasını sağlayarak hak arama sürecini güvence altına alır (Hinduja & Patchin, 2014; Slonje & Smith, 2008; Willard, 2007). Öğrencilere, dijital zorbalığın kalıcı bir "ayak izi" bıraktığı ve bu durumun gelecekteki akademik ya da mesleki kariyerlerini tehlikeye atabileceği öğretilmelidir. Bu farkındalık, dijital itibarın korunması ve sorumlu internet kullanımı için temel bir gerekliliktir (Cassidy ve diğerleri, 2012; Madden ve diğerleri, 2013; Willard, 2007). Akran desteği grupları, dışlanan öğrencilerin sosyal hayata katılımını sağlarken; zorba öğrencilerin liderlik enerjisinin sosyal sorumluluk projelerine yönlendirilmesi, saldırgan davranışları yapıcı birer sosyal beceriye dönüştürebilir (Cowie & Hutson, 2005; Lodge & Frydenberg, 2005; Salmivalli, 1999). Okulların sosyo-ekonomik şartları, zorbalığın fiziksel veya siber/ilişkisel olma biçimini değiştirmektedir. Bu nedenle, her okulun kendi sosyal dokusuna uygun, özgün bir mücadele stratejisi geliştirmesi sürdürülebilir başarı için şarttır (Lagerspetz ve diğerleri, 1988; Olweus, 1993; Wang ve diğerleri, 2009). Akademik düşüş, okuldan kaçma isteği ve açıklanamayan morluklar, zorbalığın en somut göstergeleridir. Ailelerin bu sinyalleri dikkatle izlemesi, mağduriyetin kronikleşmeden önlenmesi için kritiktir (Bowes ve diğerleri, 2009; Lereya ve diğerleri, 2013; Smith ve diğerleri, 2008). Aile içi şiddet, ihmal ve huzursuzluk, çocukların okulda zorba davranışlar sergilemesinin en güçlü nedenleri arasındadır. Bu durum, ailedeki olumsuz duygusal iklimin okul ortamına bir "yansıma" olarak taşındığını göstermektedir (Lereya ve diğerleri, 2013; Smith ve diğerleri, 2008; Wolke & Lereya, 2015). "İspiyoncu" olarak yaftalanma korkusu, zorbalığın en büyük koruyucusudur. Okullarda dilek kutuları ve çevrimiçi formlar gibi anonim bildirim mekanizmalarının oluşturulması, mağdurların ve tanıkların güvenle sesini duyurabilmesi için temel bir gerekliliktir (Black ve diğerleri, 2010; Elipe ve diğerleri, 2012; Smith ve diğerleri, 2008). Siber zorbalığın farklı boyutlarını anlamak için şu temel kavramların bilinmesi, olayları doğru tanımlamak adına kritiktir: Flaming (Alevlendirme): Dijital ortamlarda hakaret ve küfür içeren, saldırgan bir dille yürütülen ani tartışmalardır. Denigration (Karakalama): Bir kişinin itibarını zedelemek amacıyla hakkında asılsız dedikodu veya aşağılayıcı içerik yaymaktır. Impersonation (Kimliğe Bürünme): Mağdurun adına sahte hesap açarak veya hesabını ele geçirerek onu zor durumda bırakacak paylaşımlar yapmaktır. Öğretmenlerin bu terimlere hâkim olması, dijital zorbalık vakalarına karşı daha profesyonel ve hedefe yönelik müdahale stratejileri geliştirmelerini sağlar (Hinduja & Patchin, 2014; Willard, 2007; Wright, 2013). Dijital etik ve sosyal medya kuralları eğitimi, siber zorbalığa karşı proaktif bir koruma sağlar. Bu eğitimler sayesinde öğrenciler, internetin anonim yapısının onlara başkalarına zarar verme

hakki tanımadığını kavrayarak daha sorumlu birer dijital vatandaş haline gelirler (Hinduja & Patchin, 2014; Ribble, 2015; Willard, 2007). Öğretmenler; öğrenciyle birebir görüşme, özür dileme sürecini yönetme, rehberlik servisine yönlendirme ve aileyle iş birliği yapma gibi stratejilerle zorbalığa müdahale etmektedir. Bu çok boyutlu yaklaşım, davranışın sadece cezalandırılmasını değil, aynı zamanda kökten düzeltilmesini amaçlar (Marshall vd., 2009; Dake vd., 2003; Tepetaş, Akgün & Akbaba-Altun, 2010; Yoon & Kerber, 2003). Müdahale programları, okul yönetiminin liderliği ve tüm personelin ortak bir dille hareket etmesi sayesinde kalıcı hale gelir. Koordineli bir ekip çalışması, zorbalığın yaşanabileceği "gri alanları" ortadan kaldırarak müdahalenin başarısını garanti altına alır (Olweus, 1993; Smith, Pepler & Rigby, 2004; Ttofi & Farrington, 2011). Öğretmenlerin sınıf içi müdahaleleri, zorbalıkla mücadelenin ön cephesini oluşturur. Bu müdahaleler sayesinde hem saldırgan davranışlar azalır hem de öğrencilerin kendilerini güvende hissettikleri, öğrenmeye odaklı olumlu bir sosyal atmosfer oluşturulur (Doll, Song & Siemers, 2004; Kochenderfer-Ladd & Pelletier, 2008). Zorbalığı önleme çalışmalarının müfredata entegre edilmesi ve tüm yıla yayılması, bilginin tutuma dönüşmesini sağlar. Bu sistematik yaklaşım, tek seferlik etkinliklerin aksine öğrencilerin sosyal becerilerini içselleştirmelerine ve güvenli bir okul ikliminin kalıcılığına olanak tanır (Olweus, 1993; Smith, Pepler & Rigby, 2004; Ttofi & Farrington, 2011). Okul psikolojik danışmanlarının ailelerle görüşürken suçlayıcı dil yerine iş birliğini merkeze alan bir tutum sergilemesi, ebeveynlerin direncinin kırılmasını ve müdahale programına aktif katılımını sağlar. Bu yaklaşım, zorbalık döngüsünün kırılmasında okul-aile koordinasyonunu en üst düzeye çıkarır (Lines, 2008; Rigby, 2011; Young, 1998). Sağlıklı bir nesil için şiddetten arındırılmış bir okul iklimi lüks değil, zorunluluktur. Empati ve saygı temelli bir ortamda büyüyen çocuklar, bu değerleri toplumsal hayata da taşıyarak daha huzurlu bir geleceğin mimarları olurlar (Cohen ve diğerleri, 2009; Goleman, 2006; Thapa ve diğerleri, 2013). Drama, rol yapma ve grup çalışmaları, kurban öğrencilere sosyal hayatta karşılaştıkları zorluklarla başa çıkmaları için bir "laboratuvar ortamı" sunar. Bu yöntemler sayesinde öğrenciler, kendilerini daha güçlü ifade etmeyi öğrenir ve kazandıkları özgüvenle zorbalığa karşı daha dirençli hale gelirler (Beane, 2008; Goleman, 2006; Smith ve diğerleri, 2004). Zorbalıkla mücadele; ailede başlayan, okulda şekillenen ve toplumun her katmanında desteklenen kolektif bir süreçtir. Şiddetten arındırılmış, empati ve saygı temelli bir ekosistem inşa etmek, sadece bireysel bir başarı değil, toplumsal bir huzur projesidir (Bronfenbrenner, 1979; Olweus, 1993; Swearer & Espelage, 2011). Öğretmen ve ailenin eş zamanlı sorumluluk alması, zorbalıkla mücadeleyi kişisel bir çabadan çıkarıp kurumsal ve toplumsal bir stratejiye dönüştürür. Bu iş birliği sayesinde çocuk, her iki ortamda da sosyal ve duygusal açıdan desteklendiğini hissederek güvenle gelişir (Epstein, 2011; Henderson & Mapp, 2002; Smith vd., 2004). Akran zorbalığıyla mücadele; aile, okul, medya ve toplumun bir halka gibi birbirine kenetlenmesini gerektiren kolektif bir süreçtir. Şiddetten uzak, empati temelli bir gelecek inşası, ancak bu çok boyutlu fenomenin tüm paydaşlarca sahiplenilmesiyle mümkündür (Bronfenbrenner, 1979; Olweus, 1993; Swearer & Espelage, 2011).

Yapılan araştırmaların sonuçlarına bakıldığında zorbalığın üniversite öğrencileri arasındaki yaygınlığının çok fazla araştırılmadığı ve zorbalığın psikolojik sorunlarla olan ilişkisine odaklanan çalışmaların Türkiye’de sınırlı sayıda olduğu gözlenmiştir. Üniversite öğrencilerinde zorbalığa uğramanın ve zorbalığın psikolojik sorunlarla olan ilişkisinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada üniversite öğrencilerinde zorbalığa uğramanın sınıf düzeyi ve cinsiyete göre nasıl farklılaştığı ve öğrencilerin yaşadıkları psikolojik sorunlarla zorbalığa uğrama arasındaki ilişkilerin anlaşılması için farklı senaryolar verilerek araştırma sonucuna ulaşılması hedeflenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Bu araştırma, Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik (PDR) öğrencilerinin akran zorbalığına ilişkin verilen senaryolar karşısında geliştirdikleri müdahale kararlarını incelemeyi amaçlayan nitel bir araştırma olarak tasarlanmıştır.

Nitel araştırma, bireylerin deneyimlerini, algılarını ve anlamlandırma süreçlerini doğal ortamlarında derinlemesine incelemeyi amaçlayan bir araştırma yaklaşımıdır. Bu tür araştırmalarda, olaylar bütüncül bir bakış açısıyla ele alınır ve araştırmacı, katılımcıların bakış açılarını anlamaya odaklanır (Creswell, 2017).

Bu doğrultuda araştırmada, belirli bir durum çerçevesinde katılımcıların tepkilerini incelemek amacıyla durum çalışması (case study) deseni kullanılmıştır. Durum çalışması, güncel bir olgunun kendi gerçek yaşam bağlamı içinde derinlemesine incelenmesine olanak tanıyan bir yaklaşımdır (Yin, 2014).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, PDR lisans programında öğrenim gören 1, 2, 3 ve 4. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmaya her sınıf düzeyinden 5 gönüllü öğrenci olmak üzere toplam 20 öğrenci katılmıştır. Araştırmada katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme, araştırmanın amacına uygun bilgi açısından zengin durumların seçilmesine olanak tanır (Patton, 2015). Bu araştırmada ölçüt olarak katılımcıların PDR öğrencisi olmaları ve gönüllü katılım göstermeleri belirlenmiştir.

2.3. Veri Toplama Araçları ve Yöntemi

Araştırmada veri toplamak amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen 8 farklı akran zorbalığı senaryosu kullanılmıştır. Senaryolar, öğrencilerin bir psikolojik danışman rolünde nasıl müdahale edeceklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Veriler, katılımcılara yöneltilen açık uçlu sorular aracılığıyla toplanmıştır. Bu doğrultuda araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmacıya belirli bir çerçeve sunarken katılımcıların kendi düşüncelerini özgürce ifade etmelerine olanak tanır (Kvale, 2007).

Katılımcılardan her bir senaryo için “Bu durumda bir Psikolojik danışmanlık ve rehberlik lisans öğrencisi olarak ne yaparsınız, nasıl müdahale edersiniz?” sorusuna yazılı yanıt vermeleri istenmiştir.

2.4. Veri Toplama Süreci

Veri toplama sürecinde katılımcılara araştırmanın amacı hakkında bilgi verilmiş ve gönüllü katılımları sağlanmıştır. Senaryolar katılımcılara sunulmuş ve her bir senaryo için müdahale yaklaşımlarını yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir. Veri toplama süreci, katılımcıların uygun oldukları zaman diliminde gerçekleştirilmiş ve tüm katılımcılardan eksiksiz veri elde edilmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. İçerik analizi, yazılı ve sözlü verilerin sistematik bir şekilde incelenerek anlamlı kategoriler ve temalar oluşturulmasını sağlar (Mayring, 2000). Analiz sürecinde öncelikle katılımcıların verdiği yanıtlar dikkatlice okunmuş, ardından benzer ifadeler bir araya getirilerek kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra bu kodlar belirli kategoriler altında toplanarak temalar oluşturulmuştur. Elde edilen temalar doğrultusunda PDR öğrencilerinin akran zorbalığına yönelik müdahale yaklaşımları yorumlanmıştır. Bulguların desteklenmesi amacıyla katılımcı ifadelerinden doğrudan alıntılara da yer verilmiştir.

2.6. Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik, inandırıcılık, tutarlılık ve doğrulanabilirlik kavramları çerçevesinde ele alınmaktadır (Lincoln & Guba, 1985). Bu araştırmada inandırıcılığı artırmak amacıyla veri toplama ve analiz süreci ayrıntılı olarak açıklanmış ve katılımcı ifadelerine doğrudan yer verilmiştir. Tutarlılığı sağlamak amacıyla kodlama süreci sistematik bir şekilde yürütülmüş ve benzer veriler aynı temalar altında toplanmıştır.

2.7. Etik Hususlar

Araştırmada katılımcıların gönüllülüğü esas alınmış ve katılımcılara araştırmanın amacı hakkında bilgi verilmiştir. Katılımcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuş ve elde edilen veriler yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik (PDR) öğrencilerinin akran zorbalığı içeren vaka senaryolarına yönelik geliştirdikleri profesyonel müdahale kararları ve bu kararların niteliksel çözümlemeleri yer almaktadır. Verilen yanıtlardan elde edilen bulgular 8 kategori halinde sunulmaktadır. Bunlar; alay etme ve lakap takmayı içeren sözel akran zorbalığı, dışlama ve söylenti yayma odaklı ilişkisel zorbalık, itme ve eşyalara el koyma gibi fiziksel ve maddi zorbalık, izinsiz görsel paylaşımıyla gerçekleşen siber zorbalık, baskı ve tehdit içeren psikolojik zorbalık ile akran baskısı, fiziksel özelliklerin hedef alındığı dış görünüme dayalı sözel zorbalık, ekonomik durum üzerinden gerçekleştirilen sosyo-ekonomik temelli zorbalık ve giyim tarzı ile cinsel yönelim imalarını kapsayan kimlik temelli zorbalık türlerini incelemeye yöneliktir.

Psikolojik Danışman adaylarının 1. senaryodaki sözel zorbalık davranışlarına yönelik verdikleri cevap analizi Tablo 1’de incelenmiştir.

Tablo 1. Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik öğrencilerinin 1. senaryodaki sözel zorbalık davranışlarına yönelik müdahale kararları ve katılımcı dağılımı

1. Senaryo	Bora derste söz aldığı anda bazı öğrenciler konuşmasını taklit ederek onunla alay etmektedir. Zaman zaman lakap takıp sınıfın içinde gülüşmektedirler. Bora rahatsız olduğunu söylese de ‘şaka yapıyoruz’ denilerek davranış devam etmektedir. Bu nedenle Bora artık derste söz almaktan kaçınmaktadır.
K1, K3, K5, K6, K7, K11, K12, K15, K17, K20 K6, K7, K11, K14, K15, K16, K18, K19 K4, K13, K14, K19, K20 K2, K8, K9, K11, K19 K6 K8 K9 K10	Arkadaşlarının empati yapması için görüşme yapmak Bireysel görüşme yapmak (Duyguyu açmak) Özgüven artırıcı etkinlik yapmak Sınıfa zorbalık konferansı vermek Velilere bilgilendirme yapmak Diğer öğrencilere kızmak Grup etkinliği yapmak Sınıfa roller verip durumu canlandırmak

Tablo-1 incelendiği zaman verilen 1. senaryoda sözel akran zorbalığına PDR öğrencilerinin müdahale kararlarının incelenip analiz edilmesi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğu (10) *Empati çalışması yapmak* cevabını vermişlerdir.

K1, “Arkadaşlarını çağırıp onlarla konuşurum. Yaptıklarının zorbalık olduğunu, Bora’yı kötü hissettirdiklerini söylerim. Empati yapmalarını isterim.” K12 “Bazı öğrencilerle konuşurum. Bora’ya yaptığınız zorbalık size yapılsa ne hissedersiniz diyerek empati kurdu dururum.” K17 “Bora’ya destekleyici rehberlik programı uygulanabilir. Sınıfa saygı ve empati konusunda seminer verilebilir.”

Öğrencilerin çoğu (8) *Bireysel görüşme yapmak* cevabını vermişlerdir.

K6, “Bora ile bireysel görüşmeler yapılarak güçlendirme çalışmalarına başvurabiliriz devamında zorbaları hareke gösteren öğrencilere empati çalışması yapabiliriz. Okul psikolojik danışma sınıf düzeyinde önleyici çalışmalar yapılabilir, gerekirse de velilere durum hakkında bilgilendirme yapabiliriz. K7, “Bir PDR’ci olarak önce borayla bireysel görüşme yapar duygularını anlama ve kendini yalnız hissetmemesini sağlamaya çalışırım. Yaşadığı durumun şaka değil zorbalık olduğunu açıklarım. Sınıfla empati ve saygı üzerine çalışma

yapar alay eden öğrencilerle bireysel görüşürüm. Sınıf danışman öğretmeniyle iş birliği yaparak sınıfa güvenli ve saygılı bir ortam oluşturmayı hedeflerim.” K18, “Borayla bireysel görüşme gerçekleştirdim.”

Öğrencilerin bazıları (5) Özgüven artırıcı etkinlik yapmak demiştir.

K4, “Bora’ya özgüven artırıcı etkinlikler yaparım ve rehberlik servisine gelmesini isterim.” K14, “Özgüven çalışmaları, duygu durum çalışmaları ve iletişim becerileri çalışmaları yapılmalıdır.” K19, “Bora rehber öğretmeniyle görüşebilir aynı zamanda kesin şekilde hayır demelidir. Bireysel şekilde özgüven geliştirmek amacıyla görüşme yapardım. Çocuk akran zorbalık semineri verirdim.”

Öğrencilerin birkaçı (5) Sınıfa zorbalık konferansı vermek demiştir.

K2, “Şaka ile zorbalık arasındakini sınıfa anlatmak” derken K9, “Sınıfa akran zorbalığı konusunda geniş çaplı bir sunum yapardım. Borayı tekrar sınıfa entegre etmek için grup etkinliği yapardım.” demiştir.

Öğrencilerin azı (1) Sınıfa roller verip durumu canlandırmak derken diğeri (1) Diğer öğrencilere kızmak demiştir.

K10, “Sınıf rehberlik saatinde fark edilmeden küçük bir canlandırma yapılabilir. Özellikle borayla dalga geçen kişiler tahtaya kaldırılır, biri mağduru oynarken diğerleri zorbalıyı oynar. Kendisine ve arkadaşlarına böyle davranıldığında nasıl hissedecekleri sorulur.” K8, “Öğrencilere bunun çok yanlış ve saygısızca olduğunu düzgün bir dille dile getiririm. Eğer yapmaya devam ederlerse bu sefer sesimi yükseltmekten çekinmem.”

Psikolojik Danışman adaylarının 2. senaryodaki ilişkisel zorbalık davranışlarına yönelik verdikleri cevap analizi Tablo 2’de incelenmiştir.

Tablo 2. Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik öğrencilerinin 2. senaryodaki ilişkisel zorbalık davranışlarına yönelik müdahale kararları ve katılımcı dağılımı

2. Senaryo	İrem hakkında sınıfa asılsız söylentiler çıkarılmaktadır. Grup çalışmalarında özellikle aralarına alınmamakta ve fikirleri görmezden gelinmektedir. Bazı öğrenciler diğer arkadaşlarını da İrem’le konuşmamaları için uyarmaktadır. İrem teneffüslerde yalnız kalmaktadır.
K1, K2, K5, K8, K9, K12, K15, K16, K18, K19, K20 K6, K7, K10, K13, K17 K18, K19 K13, K14, K17, K20 K4, K6, K7, K11 K6, K7, K10 K8, K17 K3	Grup çalışmaları yapmak Bireysel görüşme yapmak İletişim kurma becerisi kazandırmak Zorbalık ve empati içeren etkinlikler yapmak Sınıf rehber öğretmeni ile iş birliği yapmak Arkadaşlarını uyarmak Öğrencilerle görüşme yapmak

Tablo-2 incelendiği zaman verilen 2. senaryoda ilişkisel-sosyal akran zorbalığına PDR öğrencilerinin müdahale kararlarının incelenip analiz edilmesi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğu (11) *Grup çalışması yapmak* cevabını vermişlerdir.

K2, “Sınıfta grup çalışmalarıyla İrem’i sınıfa katmak. Arabuluculukta diyebiliriz.” K5 “Grup etkinlikleri yapardım.” K9 “Arkadaşlarıyla grup danışma ve etkinlikleri yapardım İrem’i de dahil ederdim.”

Öğrencilerin çoğu (7) *Bireysel görüşme yapmak* cevabını vermişlerdir.

K13, “Öncelikle İrem’e psikolojik olarak destek olmak amacıyla bireysel seanslar yaparım. Ona iftira ve benzeri gibi durumlarla başa çıkmanın yollarını anlatırım. Daha sonra ona bunu yapan öğrencilerle suçlayıcı dilden ziyade ‘Bir problem var galiba nasıl çözebiliriz?’ diye yaklaşırım. Sınıfta sağlıklı iletişim çalışması yaparım.” K18 “İrem’le bireysel görüşme gerçekleştirim. Grup rehberliği yaparım.” K19 “İrem’le

görüşmeler yapardım. Belki konuşması için prova yaptırabilirim. Diğer öğrencilerle konuşurdum. Grupla psikolojik danışma oturumu ile içlerine katmayı amaçladım.”

Öğrencilerin bazıları (4) İletişim kurma becerisi kazandırmak demiştir.

K14, “İletişim becerisi, sosyal beceri kazandırma etkinlikleri.” K20 “İrem’i çalışma gruplarına dahil edip gruplar uygun ve heterojen şekilde ayarlanmalı. İrem’e özgüven girişkenlik ve kendini ifade etme beceriler kazandırılmalıdır. Seyirci rolündeki öğrencilere ise bunun zorbalıktan farksız olduğu anlatılmalı.”

Öğrencilerin bazıları (4) Zorbalık ve empati içeren etkinlikler yapmak demiştir.

K4, “İrem’in dışlanması ona neler hissettiriyor onu öğrenirdim. Arkadaşlarının İrem’i nasıl hissettiğini anlaması için duygularını anlatan empati yapmalarını sağlayacak etkinlikler düzenlerdim.” K7, “Bir psikolojik danışman olarak önce İrem’le konuşuyor, onu dinler ve yaşadıklarını zorbalık olduğunu belirtirim. Sınıfta empati ve saygı üzerine çalışma yapar. Dışlayan öğrencilerle bireysel görüşürüm. Sınıf danışman öğretmeniyle iş birliği yaparak İrem’in kendine güvende ve kabul edilmiş hissettiği bir ortam oluşturmaya çalışırım.” K11, “Yine empati çalışılabilir. Empati ve kişiler arası ilişkiler ile ilgili etkinlik yapılabilir.”

Öğrencilerin birkaçı (3) Sınıf rehber öğretmeni ile iş birliği yapmak demiştir.

K6, “İrem ile bireysel görüşmeler yapılarak. Destek konusunda savunmasız olmadığı fark ettirilir. Sınıf içinde sınıf öğretmeni gözlem yaparak okul psikolojik danışmanlığında katkıda bulunur. Akran zorbalığı ve empati konusunda grup çalışmaları yapılır.” K10 “Söylentileri çıkaran kişiler kim ve bunu niye yaptıklarını çözmeye çalışırım. İrem ile bireysel psikolojik danışma yaparken aynı zamanda sınıf öğretmeni de bazı görevler verilmesini isterim. Bu sayede sınıf arkadaşlarının onunla konuşmalarını sağlarım. İrem’i söylentilerle değil bizzat İrem’den tanımlarını sağlarım.

Öğrencilerin birkaçı (2) Arkadaşlarını uyarmak demiştir.

K8, “İrem’e yalnız kaldığı için üzülmemesi daha. İyi arkadaşlar bulabileceğiniz söylerim. Diğer sınıf arkadaşlarına ise bir uyarıda bulunurum. En azından İrem’in anlayacağı şekilde bu durumu konuşmam gerektiğini söylerim. Ya da grup danışmanlığı yaparım. İrem ve İrem’i dışlayan arkadaşlarıyla birlikte.” K17, “Söylenti ya grup uyarılabilir, sağlıklı iletişim ve saygı konusunda etkinlikler yapılabilir. İrem ile bireysel görüşme yapılmalıdır.”

Öğrencilerin azı (1) ise Öğrencilerle görüşme yapmak demiştir.

K3, “Sınıftaki öğrencilerle görüşme yapardım.”

Psikolojik Danışman adaylarının 3. senaryodaki fiziksel zorbalık davranışlarına yönelik verdikleri cevap analizi Tablo 3’te incelenmiştir.

Tablo 3. Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik öğrencilerinin 3. senaryodaki fiziksel zorbalık davranışlarına yönelik müdahale kararları ve katılımcı dağılımı

3. Senaryo	Emir teneffüslerde aynı öğrenciler tarafından itilmekte ve eşyaları elinden alınarak birbirlerine almaktadır. Tepki gösterdiğinde ‘abartıyorsun’ denilerek durum küçümsenmektedir. Emir zamanla bahçeye çıkmak istememeye başlamıştır.
K1, K2, K5, K10, K12, K13, K15	Empati kurulmasını sağlamak
K6, K9, K10, K11, K16	Bireysel görüşmelerle duygu düzenlemesi sağlamak
K7, K8, K12, K17, K20	Sınıf rehber öğretmeni ve aile ile iş birliği yapmak
K6, K8, K13, K16	Disiplin süreci başlatmak, idareyle görüşmek
K6, K9, K10, K18	Grup danışmanlığı yapmak
K14, K15, K19	Duygu çalışmaları kazandırmak
K3, K4, K18	Zorbalığı anlatmak

Tablo-3 incelendiği zaman verilen 3. senaryoda fiziksel akran zorbalığına PDR öğrencilerinin müdahale kararlarının incelenip analiz edilmesi sonucu öğrencilerin çoğunluğu (7) *Empati kurulmasını sağlamak* cevabını vermişlerdir.

K1, “Emir’e şiddet uyguladıklarını ve durumun küçümsenecek kadar basit olmadığını anlatırım.” K2 “Durumun basit bir şey olmadığını öğrencilere anlatmak ve empati kurmasını sağlamak. Aynısı sana yapılırsa ne yapardın?” K5 “Empati kuracak etkinlikler yapardım.”

Öğrencilerin bazıları (5) *Bireysel görüşmelerle duygu düzenlemesi sağlamak* demiştir.

K9, “Zorba öğrencilerle ve emirle ayrı ayrı görüşmeler yaparak sorunu derinlemesine inceledim. Şartlar uygunsa, emirle zorba grubu kaynaştırmaya ve çocuklara zorbalığın kötü bir şey olduğunu açıkladım.”

K11 “Emire zorbalığa uğradığında nereye gelmesi gerektiğini anlatır ve sınıfta sınıf kurallarından bahsedilir. Zorbalığı Uygulayan öğrenciler ile bireysel görüşme yapılır.” K16, “Zorbalık yapan öğrencileri disiplin sürecine yönlendirme. Emirle bireysel görüşme yapmak.”

Öğrencilerin bazıları (5) *Sınıf rehber öğretmeni ve aile ile iş birliği yapmak* demiştir.

K7, “Emir’in yaşadığı durum zorbalıktır ve ciddiye alınmalıdır. Bir psikolojik danışman olarak onu dinler, bunun onun suçu olmadığını söyler ve yardım istemesin. Desteklerim. Zorbalık yapan öğrencilerle görüşür öğretmen ve aileyle iş birliği yaparak Emir’in yeniden kendine güvende hissetmesini sağlarım.” K12 “Emirin ailesi ile görüşürüm. Emirle de görüşürüm. Emir’in özgüvenini artırıcı çalışmalar yaparım. Sınıfa empati çalışmaları yaptırırım.” K17, “Fiziksel zorbalık üzerine çalışmalar yapılabilir. Teneffüslerde öğretmenlerle konuşulup gözetimi artırılabilir.”

Öğrencilerin bazıları (4) *Disiplin süreci başlatmak, idareyle görüşmek* demiştir.

K6, “İlk olarak verilen zararın ciddiyetine bakarız. Emir ile bireysel görüşmeler gerçekleştirerek kaygısı ve çekingenliği yenmesine yardımcı oluruz. Emiri zorbaların öğrencilerle görüşme sağlayarak disiplin süreci gerektirip gerektirmediğini bakarız. Eğer bu süreci gidilecekse velilere bilgi veririz. Sürece dahil olacak boyutta değilse de gruplarla önleyici çalışmalara yöneliriz.” K8 “Emir burada fiziksel zorbalığa maruz kalmakta bu yüzden. Emir’in güvenliğini sağlamak gerekli zorbalık yapan öğrencilere öncelikle disiplin süreci gerekir. Öğretmenleriyle konuşarak tekrarının olmaması için önlemler aldım ve zorbalık yapan kişilerle ayrı ayrı görüşmeler yapardım.”

Öğrencilerin bazıları (4) *Grup danışmanlığı yapmak* demiştir.

K10, “Emire bunu yapan öğrencilerle bireysel veya grup danışmanlığı verip kendilerine yapıldığını, rahatsız olacakları durumları sorup o durumlar gerçekleştiğinde zihinlerinde canlandırmaları isterim.” K18 “zorbalık yapan öğrencilerle grupla psikolojik danışmanlığı yaparım. Akran zorbalığı ile ilgili seminer veririm.”

Öğrencilerin çok az kısmı (3) Duygu çalışmaları yapmak demiştir.

K15, “Sınıfta akran zorbalığını anlatırım.”

Öğrencilerin birkaç tanesi de (3) Zorbalığı anlatmak demiştir.

K3, “Fiziksel temas devamı olabilecek bir zorbalık türüdür. Bu sebeple gerekli öğretmen ve yöneticilerin bilgilendirilmesi gerekir. Emir'in arkadaşları için empati ve davranışların sonuçlarını anlama çalışmaları, emir için ise yine duygu odaklı çalışmalar yapılabilir.”

Psikolojik Danışman adaylarının 4. senaryodaki siber zorbalık davranışlarına yönelik verdikleri cevap analizi Tablo 4'te incelenmiştir.

Tablo 4. Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik öğrencilerinin 4. senaryodaki siber zorbalık davranışlarına yönelik müdahale kararları ve katılımcı dağılımı

4. Senaryo	Selin'in izni olmadan çekilen bir fotoğraf sınıf mesaj grubunda paylaşılmıştır. Fotoğrafın altına küçük düşürücü yorumlar yazılmış ve başka gruplara da gönderilmiştir. Selin silinmesini istese de bazı öğrenciler paylaşmaya devam etmiştir.
K6, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K16, K19, K20	Disiplin, hukuki süreci başlatmak
K7, K8, K9, K13, K16, K18	Öğretmen ve ailelerle iş birliği içinde olmak
K1, K3, K5, K11, K15	Sınır ihlali olduğunu anlatmak
K6, K7, K8, K19, K20	Bireysel görüşme yapmak
K10, K14, K15, K17	Özgüven arttırmak
K1, K4, K11	Empati kurdurmak
K2, K18	Arkadaşlarını uyarmak

Tablo-4 incelendiği zaman verilen 4. senaryoda siber akran zorbalığına PDR öğrencilerinin müdahale kararlarının incelenip analiz edilmesi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğu (11) *Disiplin, hukuki süreci başlatmak* cevabını vermişlerdir.

K12, “Selin'in bir fotoğrafının altına taciz içerikli. Mesajlar yazıldıysa gerekli mercilere bildiririm. Selin'in ailesinin mahkemeye başvurmasını tavsiye ederim. Bazen korku en iyi tedavidir.” K13, “Kanıtlar ile gerekli yerlerle İrtibata geçip görüntülerin silinmesi sağlanmalı akabinde Selin'le yaşadığı duygularla ilgili çalışmalar yaparım. Okulda dijital ayak izi, siber zorbalık çalışması yaparım. Ayrıca buna karışan kişilerin ailelerine gerekli bilgi ve yardım veririm, yapanlar hakkında işlem başlatırım.” K16, “Okul yönetimi ve veli bilgilendirme. Zorbalık yapan öğrencilere hukuki süreç hakkında bilgiler veririm.”

Öğrencilerin bazıları (6) Öğretmen ve ailelerle iş birliği içinde olmak demiştir.

K7, “Selin'in yaşadığı durum siber zorbalıktır ve ciddiye alınmalıdır. Onu dinler ve bunun onun suçu olmadığını söylerim. Paylaşım yapan öğrencilerle görüşür, öğretmen ve aileleriyle iş birliği yaparak fotoğrafın yayılmasını durdurmaya çalışırım ve Selin'in kendini güvende hissetmesini sağlarım.” K9, “Söz konusu resmin yayılmasını engeller ve ailelere bilgi veririm. Okul yönetimi ve gerekirse üst mercilere de bilgi verirdim. Okulda ciddi bir akran zorbalığı ve kişisel gizlilik çalışması başlatıldım.” K18, “Sınıfla bu durumun hiç güzel bir durum olmadığını söylerim. Sınıfla konuşurum. Selin'in ailesini öğretmenlerle iş birliği yaparak bilgilendiririm.”

Öğrencilerin birkaçı (5) *Sınır ihlali olduğunu anlatmak* demiştir.

K1, “*Selin’e yaptıklarının bir suç olduğunu ve cezası olduğunu söylerim. Aynı şey başlarına gelse verecekleri tepkiyi sorarım.*” K3, “*Sınıfa bunun bir suç olduğunu anlatırım. Sınıfla görüşme yaparım.*” K5, “*Sınır ihlali olduğunu anlatırım.*”

Öğrencilerin birkaç tanesi (5) *Bireysel görüşme yapmak* demiştir.

K6, “*Bu tamamen siber zorbalığa girmektedir. İlk olarak sınıf mesaj grubunda paylaşıldığına dair kanıtların sunması gerekir. Ardından gruplardan fotoğraf sileriz. Bunu yapan öğrencilerle elbette görüşü sağlanacak fakat disipline de yönlendirilecek. Selin için ise bu durumu aşması için destek devam etmelidir.*” K8, “*Bu durumda öncelikle Selin’in fotoğraflarını daha fazla yayılmaması için önlem alır. Üretim telefonlardan silinmesini isterdim. Daha sonrasında Selin ile görüşerek onu motive ederdim. Daha sonrasında ise diğer öğrencilerle görüşerek onları uyarırdım. Gerekirse okul yönetimi ve velileri sürece dahil ederdim.*” K19, “*Selin’in fotoğraflarının izinsiz paylaşılması suçtur. Diğer öğrenciler için disiplin kurulu ve aileyi toplardım. Selin ile görüşmeler yapardım.*”

Öğrencilerin birkaçı (5) *Özgüven arttırmak* demiştir.

K10, “*Özel hayatın gizliliğine karşı olumsuz bir eylem bir suç olduğu için durumu idareye bildiririm. Bununla beraber Selin’le özgüvenini artıracak çalışmalar yapardım.*” K14, “*Durum gerekli yerlere bildirilmeli, gizlilik ihlali olduğu için buna yönelik çalışmalar yapılmalı. Selin için özgüven kazanma etkinlikleri yapılmalıdır.*” K15, “*İzinsiz paylaşılan fotoğrafın paylaşılan yerlerden tamamen silinmesi gerekir. Çünkü bu davranış hukuken suçtur. Bu suçun hukuki ve davranışsal sonuçları öğrencilere aktarılmalıdır. Selin için utanç, kaygı ve özgüven gibi duygular üzerinde çalışılabilir.*”

Öğrencilerin bir kısmı (3) *Empati kurdurmak* demiştir.

K4, “*Öğrencilerle konuşarak aynı durumda kendileri olduğunda ne yapacaklarını sorardım.*”

K11 “*Sınıfa kişisel hakların ihlali hakkında bilgilendirilme yapılmalıdır ve bu ihlali yapan kişilere ceza verildiği söylenmelidir. Aynı zamanda empati becerisini geliştirmeye yönelik etkinlikler yapılmalıdır.*”

Sayıli öğrenci de (2) *Arkadaşlarını uyarmak* demiştir.

K2, “*Dijital etik hakkında bilgilendirme yapma ve arkadaşlara uyarı.*”

Psikolojik Danışman adaylarının 5. senaryodaki akran baskısı ve psikolojik zorbalık davranışına yönelik verdikleri cevap analizi Tablo 5’te incelenmiştir.

Tablo 5. Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik öğrencilerinin 5. senaryodaki akran baskısı ve psikolojik zorbalık davranışlarına yönelik müdahale kararları ve katılımcı dağılımı

5. Senaryo	Kerem'in arkadaş grubu ona sürekli baskı yapmaktadır. 'Bizimle takılmak istiyorsan dediklerimi yapacaksın.' diyerek istemediği şeylere zorlamaktadırlar. Karşı çıktığında ise onu yalnız bırakmakla tehdit etmektedirler. Kerem kendini çaresiz etmektedir.
K1, K2, K4, K6, K7, K8, K12, K14, K15, K16, K19, K20 K3, K7, K9, K10, K11, K12, K17, K19 K6, K9, K10, K18, K20 K3, K5, K8, K20 K11, K14 K13 K16	Hayır diyebilme becerisini geliştirmek Bireysel görüşme Grup görüşmesi yapmak Akran zorbalığı semineri vermek Ailelerle görüşme sağlamak Hobi edinmesini söylemek Güvenli arkadaşlık oluşturma

Tablo-5 incelendiği zaman verilen 5. senaryoda psikolojik akran zorbalığına PDR öğrencilerinin müdahale kararlarının incelenip analiz edilmesi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğu (12) *Hayır diyebilme becerisini geliştirmek* cevabını vermişlerdir.

K1, "Kerem'e karşı çıkmaya devam etmesi gerektiğini söylerim." K4, "Hayır diyebilme becerisini geliştirecek çalışmalar yaparım." K15, "Baskı, manipülasyon, zorla iş yaptıрма ve tehdit gibi davranışlar ciddi psikolojik, zorbalık davranışlarından. Bu davranışlar hakkında farkındalık çalışmaları yapılabilir. Kerem için hayır diyebilme ve çaresizlik yalnızlık ile başa çıkmaya çalışmaları uygulanabilir."

Öğrencilerin çoğu (8) *Bireysel görüşme yapmak* demiştir.

K7, "Kerem'in yaşadığı durum sağlıklı bir arkadaşlık değildir ve bu bir akran baskısıdır. Ona sınır koyma becerisi kazandırırım. Hayır demenin hakkı olduğunu ve yalnız kalma korkusuyla istemediği şeyleri yapmak zorunda olmadığını anlatırım. Süreci takip eder, Kerem'in destekleyici ve güvenli sosyal ilişkiler kurmasına yardımcı olurum." K12 "Kerem'e farkındalık çalışması yaptım. Onlara bağımlı olmadığını söylerim, yalnız kalamayacağını. Hayatta her zaman dost. Edinebileceğiniz söylerim. Arkadaş grubuna empati çalışmaları yaparım." K19, "Kerem'le özgüven geliştirmek amacıyla görüşmeler yaptım. Bu durumun normal olmadığını anlatırdım. Sınır koymanın kişi için yararını anlatırdım. Diğer öğrencilerle de konuşturdum."

Öğrencilerin kimi de (5) *Grup görüşmesi yapmak* demiştir.

K6, "Kerem ile hayır diyebilmesi için çalışmalar yaparız. Zorlayan grupla da görüşmeler yaparız. Onlar için de vazgeçirme önleme çalışmaları yaparız. Kerem için arkadaşlık desteği oluşturabiliriz." K9 "Kerem'i arkadaşlığın tek taraflı ve kendine saygıyı önemsemeyen bir şey olmadığı konusunda bilgilendiririm. Arkadaşlarına da aynı şeyi grupça veya bireysel danışma hizmet veririm." K18, "Grup rehberliği yaparım, özgüven ve atılganlık eğitimi ve sınır çizme üzerine çalışırım."

Öğrencilerin birkaç tanesi (4) *Akran zorbalığı semineri vermek* demiştir.

K3, "Kerem'le görüşme yaparım. Daha sonra sınıftakilere de ayrı olarak konuşurum. Sınıfta akran zorbalığını anlatırım." K5, "Sınıfa zorbalık semineri veririm."

Öğrencilerin ufak bir kısmı da (2) *Ailelerle görüşme sağlamak* demiştir.

K14, "Hayır deme becerisi, etkili iletişim ve sosyal beceriler kazandırma, Aileyle görüşme yaparak onları bilgilendiririm."

Öğrencilerin 1 tanesi "Hobi edinmesini söylemek" derken diğeri "Güvenli arkadaşlık oluşturmak" demiştir."

K13, “*Kerem’e gerçek arkadaşlığın bu olmadığını anlatır ve öğretmeye çalışırım. Kendisini hobiler bulmasını, kurslara gitmesini öneririm. Akran zorbalığını anlatırım. Bunu yapan grubun ise dinamiğini çözmeye çalışırım.*”

Psikolojik Danışman adaylarının 6. senaryodaki dış görünüşe dayalı sözel zorbalık davranışına yönelik verdikleri cevap analizi Tablo 6’da incelenmiştir.

Tablo 6. Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik öğrencilerinin 6. senaryodaki dış görünüşe dayalı sözel zorbalık davranışlarına yönelik müdahale kararları ve katılımcı dağılımı

6. Senaryo	Zeynep’in fiziksel görünümü hakkında bazı öğrenciler tarafından rahatsız edici yorumlar yapılmaktadır. Yanından geçerken imalı sözler söylenmekte ve gülüşmeler olmaktadır. Zeynep rahatsız olduğunu belirtmesine rağmen davranışlar sürmektedir.
K3, K5, K6, K11, K15, K18, K20	Bireysel farklılıklara saygı duymak
K10, K13, K16, K19	Bireysel görüşmeler yapmak
K8, K15, K16, K17	Empati çalışması yapmak
K7, K8, K12, K17	Destek olmak
K1, K2, K4, K17	Alay etmemek
K7, K9	Öğretmen ve aileyle iş birliği yapmak
K14	Bilişsel Davranışçı Terapi uygulamak
K9	Önleme çalışmaları yapmak

Tablo-6 incelendiği zaman verilen 6. senaryoda sözel akran zorbalığına PDR öğrencilerinin müdahale kararlarının incelenip analiz edilmesi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğu (7) *Bireysel farklılıklara saygı duymak* cevabını vermişlerdir.

K5, “*Herkes karakterimizin, fiziksel özelliklerimizin farklı olduğunu anlatırım ve bu farklılıklara saygı duyulması gerektiğini öğretirim.*” K11, “*Sınıfta her öğrencinin farklı olduğu hakkında etkinlik çalışması yapılmalıdır. Aynı zamanda Zeynep’e özgüven geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır.*” K18, “*Zeynep’in öz saygısını korumak için duygusal destek veririm. Sınıf genelinde farklılıklara saygı ve nezaket çalışması düzenlenmelidir.*”

Öğrencilerin bazıları (4) *Bireysel görüşmeler yapmak* demiştir.

K10, “*Zeynep ile baş etme becerileri kazandırmak için görüşmeler yapılabilir. Zeynep’i zorbalayan öğrencilerin bu davranış yapmasındaki temel sebebin ne olduğunu bulmaya ve çözmeye çalışılabilir. Özel görüşmeler yapılarak.*” K13, “*Zeynep’in beden saygısını. Arttırıcı bireysel görüşmeler yaparım. Sınıfta beden saygısı ve zorbalıkla ilgili çalışmalar yaparım.*”

Öğrencilerin bir kısmı (4) *Empati çalışması yapmak* demiştir.

K8, “*Öncelikle Zeynep ile görüşerek destek sağladım. Davranışı. Uygulayan öğrencilerle empati çalışması yaptım.*” K16, “*Zeynep’in güçlü yönlerini fark ettirmeye çalışma. Beden algısı ile ilgili Zeynep ile görüşme zorbalık yapan öğrencilerle ilgili empati çalışması.*”

Öğrencilerin yine bazıları (4) *Destek olmak* demiştir.

K17, “*Öğrenciler alay etme konusunda uyarılmalıdır. Empati duygusu aşılanmalıdır. Zeynep ile destekleyici görüşmeler yapılmalıdır*” K12, “*Zeynep, insanların ne yaparsa yapsın kendi defterlerine yine istediklerini yazacaklarını söyledim, utanmaması gerektiğini ve varlığı için ne söylerlerse söylesinler onlardan Uzaklaşmasını sağladım. Ayrıca fiziksel yorumları iyi olsa da Zeynep’i üzdüğünü söyledim.*”

Öğrencilerin bir kısmı da (4) *Alay etmemek* demiştir.

K1, “Dış görünüşün kendi seçimimiz olmadığı ve bunun Alay konusu olmaması gerektiğini söylerim.” K17, “Öğrenciler alay etme konusunda uyarılmalıdır. Empati duygusu aşılanmalıdır. Zeynep ile destekleyici görüşmeler yapılmalıdır.”

Öğrencilerin birkaçı (2) Öğretmen ve aileyle iş birliği yapmak demiştir.

K7, “Zeynep’in maruz kaldığı sözler ve davranışlar yanlıştır ve kabul edilemez. Onlar yanında olduğumuzu hissettirir. Bu durumu durdurmak için öğretmen ve aile ile birlikte müdahale ederim.”

Öğrencilerin 1 tanesi Bilişsel Davranışçı Terapi uygulamak derken başka 1 tanesi ise Önleme çalışmaları yapmak demiştir.

K14, “Bilişsel davranışçı terapi uyguladım ve duygu çalışmaları yapardım.”

Psikolojik Danışman adaylarının 7. senaryodaki maddi ve sosyo-ekonomik temelli zorbalık davranışına yönelik verdikleri cevap analizi Tablo 7’de incelenmiştir.

Tablo 7. Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik öğrencilerinin 7. senaryodaki maddi ve sosyo-ekonomik temelli zorbalık davranışlarına yönelik müdahale kararları ve katılımcı dağılımı

7. Senaryo	Ahmet maddi durumuyla dalga geçilmekte ve sık sık para vermesi için baskı yapılmaktadır. Para vermediğinde ise oyunları alınmamakta ve kantinde dışlanmaktadır. Ahmet bu yüzden arkadaş ortamından uzaklaşmaya başlamıştır.
K3, K4, K6, K7, K11, K15, K19	Velilere bildirmek
K1, K2, K11, K19, K20	Birbirlerini dışlamamayı öğrenmek
K6, K8, K9, K18	Danışma vermek
K11, K13, K17	Bireysel görüşme yapmak
K6, K9, K10	Empati kurmak
K15, K16	Duyguları ön plana çıkarmak
K12	Dövüş kulübü önermek
K14	Hayır diyebilme becerisi geliştirme
K5	Farklılıklara saygı duymak

Tablo-7 incelendiği zaman verilen 7. senaryoda ekonomik akran zorbalığına PDR öğrencilerinin müdahale kararlarının incelenip analiz edilmesi sonucu öğrencilerin çoğunluğu (7) Velilere bildirmek cevabını vermişlerdir.

K3, “Öğrencilerle konuşurum, eğer bu davranışları tekrar ediyorsa velilere durumu bildiririm. Hem öğrencilerle hem de velilerle bir araya gelip toplantı yaparım.” K4, “Öğrencilerin velilerine durumu anlatırım.” K7, “Ahmet’in maddi durumu üzerinden yapılan davranışlar kabul edilemez, ona destek olur bu durumu durdurmak için okul ve aile ile müdahale ederim.”

Öğrencilerin bazıları (5) Birbirlerini dışlamamayı öğrenmek demiştir.

K1, “Herkesin eşit olduğunu maddi durum için birbirlerini dışlamamaları gerektiğini söylerim.” K19, “Para için haraç kesen öğrencilerle ailesiyle görüşme yapardım. Ahmet’e de doğru olmadığını anlattırdım. Sınıf içi seminer vererek akran zorbalığını anlattırdım.” K20, “Kantin ve oyun oynanan alanlarda nöbetçi öğretmenlerle bu konudan bahsedip farkındalık artırılması gerekir. Baskı ve para isteme haraçlık kapsamında disiplin yönlendirilmesi yaptırılabilir. Ahmet’i sosyal ortama yeniden kazandırmak için grup çalışmaları yapardım.”

Öğrencilerin bir kısmı (4) Danışma vermek demiştir.

K8, “Zorbalığı uygulayan öğrencilerle görüşerek davranışın Sonuçlarını fark ettirmeye çalışırdım. Öncesinde ise Ahmet’e danışma vererek, görüşerek destek olurdum.” K9, “Ahmet’e maddiyatın o kadar önemli olmadığı konusunda danışmanlık süreci başlatırım. Arkadaşlarına ise sunumlar ve grupla psikolojik danışma etkinlikleriyle bilgilendirme, empati yapma gibi kazanımları ön plana çıkarırdım.” K18, “Nöbetçi öğretmenlerle görüşürüm akran zorbalığı grup rehberliği yaparım, iş birliğine dayalı etkinliklere teşvik ederim.”

Öğrencilerin az bir kısmı (3) Bireysel görüşme yapmak demiştir.

K11, “Zorbalığı uygulayan öğrencileri tespit edip ailesiyle görüşülmeli aynı zamanda öğrencilere de bireysel görüşme yapılmalı. Ahmet ile de bireysel görüşmelerle kişiler arası ilişkiler çalışılıp arkadaş ortamına geri kazandırılmalı.” K13 “Öncelikle idareyle ortak çalışma yapıp denetimleri artırırım ortak alanlarda. Ardından Ahmet’i her şey maddi değerle ölçülemeyeceğini anlatırım. Ayrıca zorbalık yapan, onlara yaptıklarının suç olduğunu, sonuçlarını anlatırım.”

Öğrencilerin yine az bir kısmı (3) Empati kurmak demiştir.

K6, “Empati konulu sınıf çalışmaları oluşturulur. Maddi baskı yapan öğrencilerle bireysel görüşmeler yapılır. Eğer ciddi bir boyut oluyorsa veliler ile görüşülür. Ahmet, kendisini yalnız ve savunmasız hissetmesin diye psikolojik danışmanıyla görüşmelere devam edilir.” K10, “Okul idaresi ya da sınıf öğretmenliğinin başkanlığında oyunlar oynatma yapılabilir. Zorbalayan çocuklara yönelik empati geliştirmeye dair etkinlikler yapılabilir.”

Öğrencilerin birkaç tanesi (2) Duyguları ön plana çıkarmak demiştir.

K15, “Ahmet’le yetersizlik, değersizlik, utanç, yalnızlık gibi duygular çalışılmalıdır. Arkadaşlarının davranışları öğretmenler tarafından gözlemlenmeli. Gerekirse aileleri veya okul yöneticilerine bildirilmelidir.” K16, “Zeynep’in güçlü yönlerini fark ettirmeye çalışma. Beden algısı ile ilgili Zeynep’le görüşme. Zorbalık yapan öğrencilerle empati çalışması yapma”

Öğrencilerin 1 tanesi Dövüş kulübü önermek, 1 tanesi hayır diyebilme becerisi geliştirmek, başka 1 tanesi ise Farklılıklara saygı duymak demiştir.

K12, “Ahmet ile görüşür ve kendisine bir dövüş kulübüne gitmesini tavsiye ederdim.”

Psikolojik Danışman adaylarının 8. senaryodaki kimlik ve cinsel yönelim temelli zorbalık davranışına yönelik verdikleri cevap analizi Tablo 8’de incelenmiştir.

Tablo 8. Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik öğrencilerinin 8. senaryodaki kimlik ve cinsel yönelim temelli zorbalık davranışlarına yönelik müdahale kararları ve katılımcı dağılımı

8. Senaryo	Deniz, giyim tarzı ve ilgi alanları nedeniyle bazı öğrenciler tarafından aşağılayıcı sözlere maruz kalmaktadır. Cinsel yönelimine dair imalar yapılmakta ve alay edilmektedir. Bu durum Deniz’in sınıfa kendini güvensiz etmesine neden olmaktadır.
K1, K2, K3, K5, K8, K9, K10, K11, K13, K15, K16, K17, K20	Saygı duymak, farkındalık kazandırmak
K3, K4, K8, K13, K16, K18, K19	Bireysel görüşme yapmak
K3, K13, K14, K15	Özgüven arttırmak
K7, K11, K15, K20	Güven sağlamak
K6	Sınıf içi çalışmalar
K12	Yönlendirmek
K17	Destekleyici çalışmalar

Tablo-8 incelendiği zaman verilen 8. senaryoda ayrımcı, homofobik akran zorbalığına PDR öğrencilerinin müdahale kararlarının incelenip analiz edilmesi sonucu öğrencilerin büyük çoğunluğu (13) *Saygı duymak, farkındalık kazandırmak* cevabını vermişlerdir.

K1, “Herkesin ilgi alanları ve giyim tarzı farklı olabilir. Birbirimize saygı duymamız gerektiğini açıklarım.” K2, “Giyim tarzı herkesin tercihi farklıdır adlı çalışma yaparım.” K5, “Denizin öz saygısını artırıcı etkinlikler yapardım. Arkadaşları ona öyle söyledi diye Deniz’in. Öyle olmayacağını anlattırdım. Sınıfa farklılıklara karşı saygı duyma adlı seminer verirdim.” K13, “Öz saygı ile ilgili güçlenmesi için bireysel destek olurum. Sınıfta ise farklılıklara saygıyla ilgili farkındalık çalışmaları yaparım.”

Öğrencilerin çoğu (7) *Bireysel görüşme* yapmak demiştir.

K4, “Zorbalayan öğrencilerle bireysel görüşme çalışmaları yaparım.” K16, “Zorbalık yapan öğrencilerle farklılıklara saygı ele alınmalı. Denizle bireysel görüşme yapılmalı.” K19, “Farklı cinsel yönelimler ve farklılıklar hakkında seminer düzenledim. Denize ise bireysel görüşmeler yaparım. Sınıf, güven ve saygılı Ortam oluşturmak amacıyla grupta psikolojik danışma oturumu gerçekleştiririm.”

Öğrencilerin bazıları (4) *Özgüven arttırmak* demiştir.

K3, “Deniz ile özel olarak konuşurum. Güvensizlik durumunu ortadan kaldırmaya çalışırım. Diğer öğrencilerin farklı tarz, farklı yönelimlere saygılı olması gerektiğini anlatırım.” K14, “Özgüven etkinlikleri, İfade etme becerisi kazandırma.” K15, “Burada farklılıklara saygı etkinlikleri yapılabilir. Ayrımcılık, empati, kaygı, güven çalışması gereken konular vardır. Öğrencilere olumsuz tavırlarının farkındalığı ve sonuçlarını net bir biçimde kazandırılmalıdır. Güvenli okul ve sınıf iklimi oluşturulmalıdır.”

Öğrencilerin birkaçı (4) *Güven sağlamak* demiştir.

K7, “Denizin yaşadığı davranışlar kabul edilemez ve onun suçu değildir. Ona destek olur, kendini güvende hissetmesi için güvenilebileceği bir yetişkinle veya arkadaşla yan yana olmasını sağlarım.” K11, “Öncelikle denize sınıfın ve okulun güvenli olduğunu, eğer güvende hissetmezse rehberlik servisine başvurabileceğini anlatmalıyız. Daha sonra sınıfa her birey için ilgilerinin zevklerinin farklı olduğuyla ilgili etkinlik çalışması yapılarak farkındalık arttırabiliriz. Böyle kötü imaları yapanların ceza ile karşılaştığını anlatabiliriz.” K20, “Okul deniz için güvensiz bir alan olmuştur. Denize okulu kazandırmaya çalışmak, kendi gibi olmayan kişilere yönelik bu tarz davranışlar farkındalık eksikliğinden kaynaklanır. Bu farkındalığın kazandırılması gerekir. Sen olduğun haliyle değerlisin fikri denize kazandırılmalıdır.”

Öğrencilerin 1 tanesi *Sınıf içi çalışmalar*, 1 tanesi *Yönlendirmek*, başka 1 tanesi ise *Destekleyici çalışmalar* demiştir.

K6, “Denizin psikolojik iyi oluş durumu önceliklidir. Ayrımcılık konulu sınıf içi çalışmalar yapılır. Zor bu öğrencilerle çok net sınırlayıcı görüşmeler yapılır. Okul yönetimi bu süreci yakından takip eder.”

4. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu araştırmada PDR öğrencilerinin farklı akran zorbalığı türlerine yönelik müdahale kararları incelendiğinde elde edilen bulgulara göre genel olarak öğrencilerin daha çok psikoeğitsel ve destekleyici yaklaşımları tercih ettikleri görülmektedir. Sözel akran zorbalığına ilişkin ilk senaryoda öğrencilerin büyük çoğunluğunun empati çalışması yapmayı önerdiği dikkat çekmektedir. Bunun yanında bireysel görüşme yapma da sık tercih edilen bir müdahale yöntemi olmuştur. Daha az sayıda öğrencinin özgüven artırıcı etkinlikler, sınıf içi bilgilendirme ya da rol canlandırma gibi uygulamaları ifade ettiği, çok az sayıda öğrencinin ise daha otoriter yaklaşımlar benimsediği görülmektedir.

Pişkin (2010), akran zorbalığında empati becerisinin geliştirilmesinin önemli bir müdahale yolu olduğunu vurgulamaktadır. Bu senaryoda öğrencilerin büyük çoğunluğunun empati çalışması yapmayı tercih etmesi, bu

yaklaşım ile örtüşmektedir. Bunun yanında bireysel görüşmenin de sık tercih edilmesi, öğrencilerin bireysel yönelik destekleyici müdahaleleri benimsediğini göstermektedir. Bu durum, literatürde belirtilen duygusal farkındalık temelli yaklaşımlarla uyumludur.

İlişkisel-sosyal akran zorbalığını içeren ikinci senaryoda öğrencilerin daha çok grup çalışması ve bireysel görüşmeye yöneldiği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte iletişim becerilerini geliştirmeye yönelik çalışmalar ve empati temelli etkinlikler de önerilmiştir. Sınıf rehber öğretmeni ile iş birliği yapma ve akranları uyarma gibi müdahalelerin daha sınırlı sayıda ifade edildiği görülmektedir.

Yıldırım, R. (2012), ilişkisel zorbalıkta sosyal becerilerin geliştirilmesinin önemli olduğunu belirtmektedir. Bu senaryoda öğrencilerin grup çalışması ve bireysel görüşmeyi tercih etmeleri, sosyal ilişkileri düzenlemeye yönelik bir yaklaşım benimsediklerini göstermektedir. Grup temelli müdahalelerin akran ilişkilerini güçlendirdiği de literatürde ifade edilmektedir. Bu açıdan elde edilen bulgular alan yazınla paralellik göstermektedir.

Üçüncü senaryoda yer alan fiziksel akran zorbalığında ise empati kurdurma yine en çok tercih edilen yaklaşım olurken, buna ek olarak bireysel görüşmeler yoluyla duygu düzenleme sağlama, aile ve öğretmenle iş birliği yapma ve disiplin sürecini başlatma gibi daha ciddi müdahale yöntemlerinin de dile getirildiği görülmektedir. Bu durum, zorbalığın şiddeti arttıkça müdahale biçimlerinin de daha kapsamlı hale geldiğini düşündürmektedir.

Gökkaya ve arkadaşları (2010), fiziksel zorbalıkta daha kapsamlı ve kurumsal müdahalelerin gerekli olabileceğini vurgulamaktadır. Bu senaryoda öğrencilerin empati geliştirme ile birlikte disiplin sürecini başlatmayı da tercih etmeleri, zorbalığın ciddiyetinin farkında olduklarını göstermektedir. Ayrıca aile ve öğretmen iş birliğine vurgu yapılması, çok yönlü bir müdahale anlayışına işaret etmektedir. Bu durum literatürde önerilen müdahale yaklaşımlarıyla örtüşmektedir.

Dördüncü senaryoda ele alınan siber akran zorbalığında öğrencilerin büyük çoğunluğunun disiplin ve hukuki süreçleri başlatmayı önermesi dikkat çekici bir bulgudur. Bunun yanında öğretmen ve aile ile iş birliği yapma, bireysel görüşmeler gerçekleştirme, empati kazandırma ve özgüven geliştirme gibi öneriler de yer almaktadır.

Çanakçı ve Deniz (2015), siber zorbalığın ciddi sonuçlar doğurabileceğini ve bu nedenle daha sistemli müdahaleler gerektirdiğini belirtmektedir. Bu senaryoda öğrencilerin büyük çoğunluğunun disiplin ve hukuki süreçleri önermesi, bu farkındalığın oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca bireysel ve kurumsal müdahalelerin birlikte ele alınması gerektiği de literatürde vurgulanmaktadır (Fırat & Ayran). Bu bulgu alan yazınla uyumlu görünmektedir.

Beşinci senaryoda yer alan psikolojik akran zorbalığında ise öğrencilerin en çok “hayır diyebilme” becerisini geliştirmeye odaklandıkları görülmektedir. Bireysel görüşme ve grup çalışmaları da bu tür zorbalıkta öne çıkan diğer müdahale yöntemleri arasındadır. Ayrıca seminer verme, ailelerle görüşme sağlama ve güvenli arkadaşlık ilişkileri oluşturma gibi daha az sıklıkta ifade edilen öneriler de bulunmaktadır.

Yalçıntaş Sezgin (2017), psikolojik zorbalıkta bireyin kendini ifade edebilme ve sınır koyabilme becerilerinin önemine dikkat çekmektedir. Bu senaryoda öğrencilerin “hayır diyebilme” becerisine odaklanmaları, bireysel güçlendirmeye önem verdiklerini göstermektedir. Bunun yanında bireysel ve grup görüşmelerinin tercih edilmesi de destekleyici müdahalelerin önemsendiğini ortaya koymaktadır. Bu durum literatürdeki bulgularla paralellik göstermektedir (Yalçıntaş Sezgin).

Altıncı senaryoda tekrar sözel akran zorbalığı ele alındığında, öğrencilerin bu kez daha çok bireysel farklılıklara saygı duyma, empati geliştirme ve bireysel görüşmeler yapma gibi önleyici ve farkındalık kazandırıcı yaklaşımlara yöneldiği görülmektedir. Bunun yanı sıra destek olma, alay etmeme ve öğretmen-aile iş birliği gibi ifadeler de yer almaktadır.

Bayar ve Balcı (2023), akran zorbalığının önlenmesinde farkındalık ve değerler eğitiminin önemli olduğunu belirtmektedir. Bu senaryoda öğrencilerin bireysel farklılıklara saygı duyma ve empati geliştirme gibi önleyici yaklaşımlara yönelmeleri, bu görüşle örtüşmektedir. Ayrıca destek olma ve iş birliği vurgusu, öğrencilerin daha kapsayıcı bir yaklaşım benimsediğini göstermektedir. Bu bulgular literatürde yer alan önleyici müdahale yaklaşımlarıyla uyumludur (Bayar & Balcı).

Yedinci senaryoda ekonomik akran zorbalığına yönelik olarak öğrencilerin çoğunluğunun velilere bildirme yoluna gitmeyi tercih ettiği, bunun yanında dışlamamayı öğrenme, empati kurma ve duygulara odaklanma gibi sosyal beceri temelli yaklaşımların da önerildiği anlaşılmaktadır. Çok az sayıda öğrencinin farklı ve bireysel öneriler sunduğu da dikkat çekmektedir.

Pişkin (2010), akran zorbalığıyla mücadelede aile iş birliğinin önemli olduğunu ifade etmektedir. Bu senaryoda öğrencilerin velilere bildirme yolunu tercih etmesi, bu görüşü desteklemektedir. Bunun yanında sosyal dışlamayı önlemeye yönelik ifadelerin bulunması, öğrencilerin zorbalığın sosyal boyutunun farkında olduğunu göstermektedir. Bu durum literatürde belirtilen çok boyutlu müdahale anlayışıyla örtüşmektedir.

Sekizinci ve son senaryoda ele alınan ayrımcı ve homofobik akran zorbalığında ise öğrencilerin büyük çoğunluğunun saygı ve farkındalık geliştirmeye yönelik müdahaleleri tercih ettiği görülmektedir. Bireysel görüşme, özgüven artırma, güven ortamı oluşturma ve destekleyici çalışmalar da bu kapsamda dile getirilen diğer yöntemlerdir.

Yalçıntaş Sezgin (2017), farklılıklara saygı ve farkındalık çalışmalarının zorbalığı önlemede önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu senaryoda öğrencilerin büyük çoğunluğunun saygı ve farkındalık geliştirmeye yönelik müdahaleleri tercih etmesi, bu görüşü desteklemektedir. Ayrıca değer temelli yaklaşımların özellikle ayrımcılığa dayalı zorbalıkta etkili olduğu da ifade edilmektedir (Bayar & Balcı, 2023). Bu nedenle öğrencilerin yaklaşımları alan yazınla uyumludur.

Genel olarak değerlendirildiğinde, PDR öğrencilerinin akran zorbalığına yönelik müdahalelerinde empati, bireysel görüşme ve grup çalışmaları gibi psikolojik danışma temelli yaklaşımları ön planda tuttukları; zorbalığın türüne göre ise disiplin, aile iş birliği ve hukuki süreç gibi daha resmi müdahalelere de başvurdukları söylenebilir.

1. PDR adaylarının empati becerisinin geliştirilmesine yönelik görüşleri doğrultusunda; okullarda drama, rol değiştirme ve iş birliğine dayalı etkinliklerin rehberlik çalışmalarına daha fazla dahil edilmesi önerilmektedir.
2. Araştırma bulguları doğrultusunda; okul ortamında güvenli alan anlayışının geliştirilmesi, okulun fiziksel denetiminin artırılması ve zorbalığa yönelik önleyici politikaların güçlendirilmesi önerilmektedir.
3. Siber zorbalıkla mücadele kapsamında; öğrencilerin öz-savunma, hak arama ve atılganlık becerilerini geliştirmeye yönelik eğitim programlarının yaygınlaştırılması önerilmektedir.
4. Öğrenciler arasında farklılıklara saygı ve beden olumlama farkındalığını artırmaya yönelik sosyal, görsel ve eğitsel çalışmaların yürütülmesi; ekonomik zorbalığa karşı ise aile-okul iş birliğinin güçlendirilmesi önerilmektedir.
5. PDR lisans programlarında öğrencilerin teorik bilgilerini uygulamaya aktarabilmeleri amacıyla vaka analizi, uygulamalı rehberlik çalışmaları ve çok kültürlü danışmanlık içeriklerine daha fazla yer verilmesi önerilmektedir.
6. Bu araştırmanın ilerleyen çalışmalarda öğretmen, veli ve okul yöneticileri gibi farklı paydaşları da kapsayacak şekilde nicel ve boylamsal araştırma yöntemleriyle desteklenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akduman, G. G. (2012). *İlköğretim okul öncesi ve birinci sınıf çocuklarının sosyal becerileri ile akran zorbalığına maruz kalma düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi].
- Alikaşifoğlu, M. (2011). Okulda şiddet ve akran zorbalığı. *Türk Pediatri Arşivi*, 46(Özel Sayı), 74–77. <https://doi.org/10.4274/tpa.46.45>
- Andreou, E. (2001). Bully/victim problems and their association with psychological constructs in 8- to 12-year-old Greek schoolchildren. *Aggressive Behavior*, 27(2), 165–176. <https://doi.org/10.1002/ab.3>
- Arıca, O. T., Siyahhan, S., Uzunhasanoğlu, A., Sarıbeyoğlu, S., Çırak, Y., Kuzucu, Y., ve Özbay, Y. (2008). Cyberbullying among Turkish adolescents. *CyberPsychology & Behavior*, 11(3), 253–261. <https://doi.org/10.1089/cpb.2007.0097>
- Arora, C. M. J., ve Thompson, D. A. (1987). Defining bullying for a secondary school. *Educational and Child Psychology*, 4(3-4), 110–120.
- Arsenault, L., Walsh, E., Trzesniewski, K., Newcombe, R., Caspi, A., ve Moffitt, T. E. (2006). Bullying victimization uniquely contributes to adjustment problems in young children: A 2-year longitudinal study. *Pediatrics*, 118(1), 130–138. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-2377>
- Arslan, E., ve Tuğrul, B. (2014). Okul öncesi dönem çocuklarında akran zorbalığı ve sosyal beceriler. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(4), 11–21.
- Austin, S., ve Joseph, S. (1996). Assessment of bully/victim problems in 8 to 11 year-olds. *British Journal of Educational Psychology*, 66(4), 447–456. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1996.tb01211.x>
- Baldry, A. C., ve Farrington, D. P. (2000). Bullies and delinquents: Personal characteristics and parental styles. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 10(1), 17–31. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1298\(200001/02\)10:1<17::AID-CASP526>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1298(200001/02)10:1<17::AID-CASP526>3.0.CO;2-M)
- Banks, R. (1997). *Bullying in schools*. ERIC Digest. (ED407154).
- Barone, F. J. (1997). Bullying in school: It doesn't have to happen. *Phi Delta Kappan*, 79(1), 80–82.
- Batsche, G. M., ve Knoff, H. M. (1994). Bullies and their victims: Understanding a pervasive problem in the schools. *School Psychology Review*, 23(2), 165–174. <https://doi.org/10.1080/02796015.1994.12085709>
- Bauman, S., ve Del Rio, A. (2006). Preservice teachers' responses to bullying scenarios: Comparing physical, verbal, and relational bullying. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 219–231. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.219>
- Bayar, A., ve Balcı, M. (2023). Okul rehber öğretmenlerinin bakış açısından akran zorbalığı ve çözüm yolları. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(4), 87–105. <https://doi.org/10.38063/ejers.1281512>
- Beane, A. L. (2008). *The bullying prevention handbook: A guide for principals, teachers, and counselors*. Free Spirit Publishing.
- Besag, V. E. (1989). *Bullies and victims in schools: A guide to understanding and management*. Open University Press.
- Bilgiç, E. (2007). *İlköğretim II. kademe öğrencilerinin zorbalık düzeyleri ile dindarlık düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi].
- Black, S. A., Weinles, D., ve Washington, E. (2010). Victim strategies to stop bullying. *Youth Violence and Juvenile Justice*, 8(2), 138–147. <https://doi.org/10.1177/1541204009349401>
- Borg, M. G. (1998). The emotional reactions of school bullies and their victims. *Educational Psychology*, 18(4), 433–444. <https://doi.org/10.1080/0144341980180405>

- Borg, M. G., ve Falzon, J. M. (1989). Primary school teachers' perception of pupils' undesirable behaviours. *Educational Studies*, 15(3), 251–260. <https://doi.org/10.1080/0305569890150305>
- Boulton, M. J. (1997). Teachers' views on bullying: Definitions, attitudes and ability to cope. *British Journal of Educational Psychology*, 67(2), 223–233. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1997.tb01239.x>
- Boulton, M. J. (1999). Concurrent and longitudinal relations between children's playground behavior and social preference, victimization, and self-esteem. *International Journal of Behavioral Development*, 23(1), 127–140. <https://doi.org/10.1080/016502599384010>
- Boulton, M. J., ve Smith, P. K. (1994). Bully/victim problems in middle-school children: Stability, self-perceived competence, and peer acceptance. *British Journal of Developmental Psychology*, 12(3), 315–329. <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1994.tb00637.x>
- Boulton, M. J., ve Underwood, K. (1992). Bully/victim problems among middle school children. *British Journal of Educational Psychology*, 62(1), 73–87. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1992.tb01000.x>
- Bowes, L., Arseneault, L., Caspi, A., Milne, B. J., Fisher, H. L., ve Moffitt, T. E. (2009). School, neighborhood, and family factors are associated with children's bullying involvement: A nationally representative longitudinal study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(5), 545–553. <https://doi.org/10.1097/CHI.0b013e31819cb017>
- Braithwaite, J. (2002). *Restorative justice & responsive regulation*. Oxford University Press.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Harvard University Press.
- Cassidy, W., Brown, K., ve Jackson, M. (2012). “Making kind cool”: Parents’ suggestions for preventing cyberbullying and fostering positive online environments. *Journal of Educational Computing Research*, 46(4), 413–436. <https://doi.org/10.2190/EC.46.4.f>
- Cillessen, A. H., ve Bukowski, W. M. (2000). *Recent advances in the measurement of acceptance and rejection in the peer system*. Jossey-Bass.
- Cohen, J., McCabe, E. M., Michelli, N. M., ve Pickeral, T. (2009). School climate: Research, policy, practice, and teacher education. *Teachers College Record*, 111(1), 180–213. <https://doi.org/10.1177/016146810911100108>
- Coloroso, B. (2003). *The bully, the bullied, and the bystander*. Harper Resource.
- Cowie, H., ve Hutson, N. (2005). Peer support: A strategy to help bystanders challenge school bullying. *Pastoral Care in Education*, 23(2), 40–44. <https://doi.org/10.1111/j.0264-3944.2005.00329.x>
- Cremin, H. (2007). *Peer mediation: Citizens' contributions to peaceable schools*. Open University Press.
- Creswell, J. W. (2017). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni* (M. Bütün ve S. B. Demir, Çev.). Siyasal Kitabevi. (Orijinal eser 2013 yılında yayımlanmıştır).
- Crick, N. R., ve Grotpeter, J. K. (1995). Relational aggression, gender, and social-psychological adjustment. *Child Development*, 66(3), 710–722. <https://doi.org/10.2307/1131945>
- Çanakçı, E., ve Deniz, M. E. (2015). Üniversite öğrencilerinin siber zorbalık rollerine ilişkin görüşleri. *Eğitim ve Bilim*, 40(177), 1–15. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.3113>
- Çanakçı, E., ve Deniz, M. E. (2020). Üniversite öğrencilerinin siber zorbalık rollerine ilişkin görüşleri. *Uluslararası Türk Kültür Coğrafyasında Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 1–18.
- Dake, J. A., Price, J. H., ve Telljohann, S. K. (2003). The nature and extent of bullying at school. *Journal of School Health*, 73(5), 173–180. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2003.tb03599.x>
- Danacı, M., ve Çetin, Ş. (2016). Akran zorbalığı: Ölçek geliştirme çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(56), 253–268. <https://doi.org/10.17755/esosder.46261>

- Demircioğlu, H. İ. (2020). Ergenlerde siber zorbalık ve siber mağduriyetin yordayıcısı olarak internet bağımlılığı. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(29), 2160–2182. <https://doi.org/10.26466/opus.735017>
- Doll, B., Song, S., ve Siemers, E. (2004). Classroom ecologies that support or discourage bullying. D. L. Espelage ve S. M. Swearer (Ed.), *Bullying in American schools: A social-ecological perspective on prevention and intervention* içinde (ss. 161–183). Lawrence Erlbaum.
- Dölek, N. (2001). *Okullarda zorbalık ve bu sorunun çözümüne yönelik yaklaşımlar* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi].
- Due, P., Holstein, B. E., Lynch, J., Diderichsen, F., Gabhain, S. N., Scheidt, P., ve Currie, C. (2005). Bullying and symptoms among school-aged children: International comparative cross sectional study in 28 countries. *European Journal of Public Health*, 15(2), 128–132. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cki025>
- Ekinci, H. (2007). *İlköğretim okullarında akran zorbalığı: Şanlıurfa ili örneği* [Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi].
- Elipe, P., Ortega, R., Hunter, S. C., ve Del Rey, R. (2012). Intelligencia emocional y cyberbullying. *Psychology, Society, & Education*, 4(1), 11–22. <https://doi.org/10.21071/psye.v4i1.13904>
- Elliot, M. (1992). *Bullying: A practical guide for schools*. Longman.
- Epstein, J. L. (2011). *School, family, and community partnerships: Preparing educators and improving schools*. Westview Press.
- Erkan, S. (2017). *Psikolojik danışma ve rehberlikte güncel konular*. Pegem Akademi.
- Farrington, D. P. (1993). Understanding and preventing bullying. *Crime and Justice*, 17, 381–458. <https://doi.org/10.1086/449217>
- Farrington, D. P. (1997). The relationship between low resting heart rate and violence. *Aggression and Violent Behavior*, 2(1), 85–105. [https://doi.org/10.1016/S1359-1789\(96\)00015-1](https://doi.org/10.1016/S1359-1789(96)00015-1)
- Firat, M., ve Ayran, G. (2016). Üniversite öğrencilerinden sanal zorbalık. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 15(4), 310–317. <https://doi.org/10.5455/pmb.1444155122>
- Fitzgerald, K. J. (1999). *The circle of courage: A models of school-based bullying intervention* [Yüksek lisans tezi, University of Calgary]. <https://doi.org/10.11575/PRISM/16492>
- Fredrickson, B. L. (1998). What good are positive emotions? *Review of General Psychology*, 2(3), 300–319. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.3.300>
- Furniss, T. (2000). *Bullying in schools*. National Society for the Prevention of Cruelty to Children.
- Goleman, D. (2006). *Social intelligence: The new science of human relationships*. Bantam.
- Gould, D., ve Carson, S. (2008). Life skills development through sport: Current status and future directions. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 58–78. <https://doi.org/10.1080/17509840701834573>
- Gökler, R. (2009). Okullarda akran zorbalığı. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(9), 154–161.
- Gökkaya, N., Yavuzalp, M., Güney, S., ve Bozkurt, A. (2023). Okullarda akran zorbalığına yönelik öğretmen görüşlerinin değerlendirilmesi. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 3(9), 1584–1601. <https://doi.org/10.52134/ueader.1311059>
- Graham, S., Bellmore, A. D., ve Mize, J. (2006). Peer victimization, aggression, and their co-occurrence in middle school: Predictors of adjustment. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 34(3), 349–364. <https://doi.org/10.1007/s10802-006-9030-x>
- Greenbaum, S., Turner, B., ve Stephens, R. D. (1988). *Set straight on bullies*. National School Safety Center.
- Grinberg, A., Suler, J., ve Willard, N. (2005, Ağustos). *Cyberbullying: A new frontier for bullies and victims*. APA Convention'da sunulan bildiri, Washington, DC.
- Guba, E. G., ve Lincoln, Y. S. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.

- Hawker, D. S., ve Boulton, M. J. (2000). Twenty years' research on peer victimization and psychosocial maladjustment: A meta-analytic review of cross-sectional studies. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 41(4), 441–455. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00629>
- Hazler, R. J., Miller, D. L., Carney, J. V., ve Granger, S. (2001). Adult recognition of school bullying situations. *Educational Research*, 43(2), 133–146. <https://doi.org/10.1080/00131880110051137>
- Hektner, J. M., ve Swenson, R. R. (2012, Mart). *Coping with peer victimization: The role of parents and teachers*. SRA Biennial Meeting'de sunulan bildiri.
- Henderson, A. T., ve Mapp, K. L. (2002). *A new wave of evidence: The impact of school, family, and community connections on student achievement*. SEDL.
- Hinduja, S., ve Patchin, J. W. (2008). Cyberbullying: An exploratory analysis of factors related to offending and victimization. *Deviant Behavior*, 29(2), 129–157. <https://doi.org/10.1080/01639620701457816>
- Hinduja, S., ve Patchin, J. W. (2014). *Cyberbullying: Identification, prevention, and response*. Cyberbullying Research Center.
- Hinduja, S., ve Patchin, J. W. (2015). *Bullying beyond the schoolyard: Preventing and responding to cyberbullying* (2. bs.). Corwin Press.
- Hopkins, B. (2004). *Just schools: A whole school approach to restorative justice*. Jessica Kingsley Publishers.
- Huttunen, A., ve Salmivalli, C. (1996, Ağustos). *Bullying as a group process: Participant roles and their relations to social status within the group*. XIVth Biennial Meetings of ISSBD'de sunulan bildiri, Quebec City, Kanada.
- Jones, S. E. (2016). *Bullying and social identity*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315622088>
- Karacı, A., Akyüz, S., ve Bilgici, G. (2017). Ortaokul öğrencilerinin siber zorbalık ve siber mağduriyet düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(3), 1153–1178.
- Keith, S., ve Martin, M. E. (2005). Cyber-bullying: Creating a culture of respect in a cyber world. *Reclaiming Children and Youth*, 13(4), 224–228.
- Kepçeoğlu, İ. (1999). *Psikolojik danışma ve rehberlik*. Özener Matbaacılık.
- Kochenderfer-Ladd, B., ve Pelletier, M. E. (2008). Teachers' views and beliefs about bullying: Influences on classroom management strategies and students' coping with peer victimization. *Journal of School Psychology*, 46(4), 431–453. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2007.07.005>
- Korkut, F. (2007). *Okul temelli önleyici rehberlik ve psikolojik danışma*. Anı Yayıncılık.
- Kowalski, R. M., Giumetti, G. W., Schroeder, A. N., ve Lattanner, M. R. (2014). Bullying in the digital age: A critical review and meta-analysis of cyberbullying research among youth. *Psychological Bulletin*, 140(4), 1073–1137. <https://doi.org/10.1037/a0035618>
- Kowalski, R. M., ve Limber, S. P. (2007). Electronic bullying among middle school students. *Journal of Adolescent Health*, 41(6), 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2007.08.017>
- Kristensen, S. M., ve Smith, P. K. (2003). The use of coping strategies by Danish children classed as bullies, victims, bully/victims, and not involved, in response to different types of bullying. *Scandinavian Journal of Psychology*, 44(5), 479–488. <https://doi.org/10.1111/1467-9450.00366>
- Kuss, D. J., ve Griffiths, M. D. (2012). Internet gaming addiction: A systematic review of empirical research. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 10(2), 278–296. <https://doi.org/10.1007/s11469-011-9318-5>
- Kvale, S. (2007). *Doing interviews*. Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781849208963>

- Lagerspetz, K. M., Björkqvist, K., ve Peltonen, T. (1988). Is indirect aggression more typical of females? Gender differences in aggressiveness in 11-to 12-year-old children. *Aggressive Behavior*, 14(6), 403–414. [https://doi.org/10.1002/1098-2337\(1988\)14:6<403::AID-AB2490140602>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/1098-2337(1988)14:6<403::AID-AB2490140602>3.0.CO;2-D)
- Lansford, J. E., Dodge, K. A., Pettit, G. S., Bates, J. E., Crozier, J., ve Kaplow, J. (2003). A 12-year prospective study of the long-term effects of early child physical maltreatment on psychological, behavioral, and academic problems in adolescence. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 157(9), 826–832. <https://doi.org/10.1001/archpedi.157.9.826>
- Lereya, S. T., Samara, M., ve Wolke, D. (2013). Parenting behavior and the risk of becoming a victim and a bully/victim: A meta-analysis. *Child Abuse & Neglect*, 37(12), 1091–1108. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2013.03.001>
- Lines, D. (2008). *The bully, the bullied and the bystander*. Sage Publications.
- Lincoln, Y. S., ve Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Lodge, J., ve Frydenberg, E. (2005). The role of peer bystanders in school bullying: Positive steps toward promoting peaceful schools. *Theory Into Practice*, 44(4), 329–336. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4404_10
- Lowenstein, L. F. (1978). Who is the bully? *Bulletin of the British Psychological Society*, 31, 147–149.
- Lösel, F., ve Bliesener, T. (1999). *Aggression und Gewalt unter Schülern*. Luchterhand.
- Madden, C., Ben-Asher, S., ve Willard, N. (2013). *Cyberbullying: A prevention curriculum for grades 6-12*. Hazelden Publishing.
- Malchiodi, C. A. (2007). *The art therapy sourcebook*. McGraw-Hill.
- Marshall, M. L., Varjas, K., Meyers, J., Graybill, E. C., ve Skoczylas, R. B. (2009). Teacher responses to bullying: Self-reports from the front line. *Journal of School Violence*, 8(2), 136–158. <https://doi.org/10.1080/15388220802074124>
- Martin, A. J., ve Jenkins, K. (2015). *Social networks and cyberbullying*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315714349>
- Mayring, P. (2000). Qualitative content analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- Mercan, S. (2021). *Siber zorbalık rolleri ile internet bağımlılığı ve siber zorbalık duyarlılığı arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Mizell-Christie, N. (2003). *Bullying: The effects of gender and school environment* [Doktora tezi, University of Texas].
- Monks, C. P., ve Smith, P. K. (2006). Definitions of bullying: Age differences in understanding of the term, and role differences in the behavior. *The Journal of Genetic Psychology*, 167(1), 37–57. <https://doi.org/10.3200/GNTP.167.1.37-57>
- Monks, C. P., Smith, P. K., Naylor, P., Barter, C., Ireland, J. L., ve Coyne, I. (2011). Bullying in different contexts: Commonalities, differences and the role of theory. *Aggression and Violent Behavior*, 14(2), 146–156. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2011.02.002>
- Moreno, J. L. (1951). *Sociometry, experimental method and the science of society*. Beacon House.
- Nansel, T. R., Overpeck, M., Pilla, R. S., Ruan, W. J., Simons-Morton, B., ve Scheidt, P. (2001). Bullying behaviors among US youth: Prevalence and association with psychosocial adjustment. *JAMA*, 285(16), 2094–2100. <https://doi.org/10.1001/jama.285.16.2094>
- Naylor, P., Cowie, H., Cossin, F., de Bettencourt, R., ve Lemme, F. (2006). Teachers' and pupils' definitions of bullying. *British Journal of Educational Psychology*, 76(3), 553–576. <https://doi.org/10.1348/000709905X52229>

- Neumark-Sztainer, D., Falkner, N. H., Story, M., Perry, C. L., Hannan, P. J., ve Mulert, S. (2002). Weight-teasing among adolescents: Correlations with weight control behaviors and psychological well-being. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 156(2), 171–178. <https://doi.org/10.1001/archpedi.156.2.171>
- Newman, R. S., Murray, B., ve Lussier, C. (2000). Confronting bullying: Preservice teachers' anticipated responses to victims and perpetrators. *School Psychology Quarterly*, 16(1), 37–58. <https://doi.org/10.1521/scpq.16.1.37.18693>
- O'Brennan, L. M., Bradshaw, C. P., ve Sawyer, A. L. (2009). Examining developmental differences in the social-emotional problems among frequent bullies, victims, and bully/victims. *Psychology in the Schools*, 46(2), 100–115. <https://doi.org/10.1002/pits.20357>
- Olafsen, R. N., ve Viemero, V. (2000). Bully/victim problems and coping with stress. *School Psychology International*, 21(2), 151–164. <https://doi.org/10.1177/0143034300212002>
- Olweus, D. (1978). *Aggression in the schools: Bullies and whipping boys*. Hemisphere Press.
- Olweus, D. (1991). Bully/victim problems among schoolchildren: Basic facts and effects of a school based intervention program. D. J. Pepler ve K. H. Rubin (Ed.), *The development and treatment of childhood aggression* içinde (ss. 411–448). Lawrence Erlbaum.
- Olweus, D. (1993). *Bullying at school: What we know and what we can do*. Blackwell Publishing.
- Olweus, D. (1999a). *The Olweus Bullying Prevention Programme: Design and implementation issues and a new national initiative in Norway*. Blackwell Publishing.
- Olweus, D. (1999b). Sweden. P. K. Smith, Y. Morita, J. Junger-Tas, D. Olweus, R. Catalano ve P. Slee (Ed.), *The nature of school bullying: A cross-national perspective* içinde (ss. 7–27). Routledge.
- Osterman, K. F. (2000). Students' need for belonging in the school community. *Review of Educational Research*, 70(3), 323–367. <https://doi.org/10.3102/00346543070003323>
- Patchin, J. W., ve Hinduja, S. (2010). Cyberbullying and self-esteem. *Journal of School Health*, 80(12), 614–621. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2010.00548.x>
- Patchin, J. W., ve Hinduja, S. (2016). *Bullying today: Bullet points and best practices*. Sage Publications.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4. bs.). Sage Publications.
- Peker, A., ve Ekinci, N. (2016). Siber zorbalık ve siber mağduriyet ile problemlı internet kullanımı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 15(2), 522–535. <https://doi.org/10.17051/ıo.2016.92097>
- Pepler, D. J., ve Craig, W. M. (2000). *Making a difference in bullying*. LaMarsh Centre for Research on Violence and Conflict Resolution.
- Perren, S., Stadelmann, S., ve Von Klitzing, K. (2009). Child and family correlates of peer victimization in kindergarten. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50(1), 61–70. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2008.00679.x>
- Pikas, A. (1975). *Treatment of bullying in schools*. Almqvist & Wiksell.
- Piotrowski, C. (2012). Cyberbullying: A review of the literature and future directions. *Psychology and Education*, 49(1), 22–31.
- Pişkin, M. (2002). Okul zorbalığı: Tanımı, türleri, ilişkili olduğu faktörler ve alınabilecek önlemler. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2(2), 531–562.
- Pişkin, M. (2005a). *Okul zorbalığı: Yaygınlığı, türleri ve önlenmesi*. Ulusal Eğitim Kurultayı'nda sunulan bildiri.
- Pişkin, M. (2010). *Okulda zorbalık: Tanımı, türleri ve önlenmesi*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Price, M., ve Dalgleish, J. (2010). Cyberbullying: Experiences, impacts and coping strategies as described by Australian young people. *Youth Studies Australia*, 29(2), 51–59.

- Pyzalski, J. (2012). From cyberbullying to electronic aggression: Typology of the phenomenon. Q. Li, D. Cross ve P. K. Smith (Ed.), *Cyberbullying: A cross-national comparison* içinde (ss. 305–323). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119954484.ch15>
- Ribble, M. (2015). *Digital citizenship in schools: Nine elements all students should know* (3. bs.). ISTE.
- Rigby, K. (1998). *Peer relations at school and the health of adolescents*. Health Research Foundation of Australia.
- Rigby, K. (2003). *Stop the bullying: A guide for schools*. Australian Council for Educational Research.
- Rigby, K. (2005). Why do some children bully at school? The effects of changes in Australian society. J. L. Ensor ve S. W. Russ (Ed.), *Bullying in schools: How successful can interventions be?* içinde (ss. 69–82). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511584381.006>
- Rigby, K. (2011). *The method of shared concern: A positive approach to bullying in schools*. ACER Press.
- Rigby, K. (2017). *School bullying: A guide to prevention and intervention*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315243559>
- Rigby, K., ve Johnson, B. (2005). Playground bystanders and school bullying. *The Journal of Social Psychology*, 145(1), 71–82. <https://doi.org/10.3200/SOCP.145.1.71-82>
- Şahin, M., Demirbağ, H., ve Aykaç, N. (2009). İlköğretim öğrencilerinin zorbalık davranışları ile empati düzeyleri arasındaki ilişki. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar*, 1(1), 45–60.
- Salmivalli, C. (1999). Self-evaluated self-esteem, peer-evaluated self-esteem, and defensive egotism as predictors of school bullying. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 25(10), 1268–1278. <https://doi.org/10.1177/0146167299258008>
- Salmivalli, C. (2010). Bullying and the peer group: A review. *Aggression and Violent Behavior*, 15(2), 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2009.08.007>
- Satan, A. (2006). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin zorbalık düzeyleri ve anne-baba tutumları arasındaki ilişki* [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi].
- Schuster, B. (1996). Rejection, exclusion, and harassment at work and in schools. *European Psychologist*, 1(4), 293–317. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.1.4.293>
- Sellman, E. (2008). *Mediating conflict: A whole-school approach to developing appropriate emotional and social skills in children of primary school age*. Sage Publications.
- Semerci, A. (2017). Siber zorbalık ve siber mağduriyet ile kişilik özellikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(61), 589–605. <https://doi.org/10.17755/esosder.303498>
- Sezgin, E. Y. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin akran zorbalığına ilişkin algı ve görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(3), 857–872.
- Sezgin, E. Y. (2018). Okulöncesi öğretmenlerin akran zorbalığına ilişkin algı ve görüşleri: Zorbalık davranışları tespitleri, zorbalık davranışları karşısında uyguladıkları stratejiler ve aldıkları önlemler. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 191–208. <https://doi.org/10.30794/pausbed.439833>
- Slee, P. T., ve Rigby, K. (1993). The relationship of school children's self-esteem and peer relations to school bullying. *Child Psychiatry and Human Development*, 23(4), 283–290. <https://doi.org/10.1007/BF00705557>
- Slonje, R., ve Smith, P. K. (2008). Cyberbullying: Another main type of bullying? *Personality and Individual Differences*, 45(2), 147–154. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.03.011>
- Slonje, R., Smith, P. K., ve Frisén, A. (2013). The nature of cyberbullying, and strategies for prevention. *Computers in Human Behavior*, 29(1), 26–32. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.05.024>
- Smith, P. K. (1991). The silent nightmare: Bullying and victimisation in school peer groups. *The Psychologist*, 4(6), 243–248.

- Smith, P. K. (2004). Bullying: Recent developments. *Child and Adolescent Mental Health*, 9(3), 98–103. <https://doi.org/10.1111/j.1475-3588.2004.00089.x>
- Smith, P. K. (2014). *Understanding school bullying: Its nature and prevention strategies*. Sage Publications.
- Smith, P. K., ve Brain, P. (2000). Bullying in schools: Lessons from two decades of research. *Aggressive Behavior*, 26(1), 1–9. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2337\(2000\)26:1<1::AID-AB1>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2337(2000)26:1<1::AID-AB1>3.0.CO;2-7)
- Smith, P. K., Mahdavi, J., Carvalho, M., Fisher, S., Russell, S., ve Tippett, N. (2008). Cyberbullying: Its nature and impact in secondary school pupils. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49(4), 376–385. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01846.x>
- Smith, P. K., Pepler, D. J., ve Rigby, K. (2004). *Bullying in schools: How successful can interventions be?*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511584381>
- Smith, P. K., ve Sharp, S. (1994). *School bullying: Insights and perspectives*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203425497>
- Smith, P. K., ve Slonje, R. (2010). Cyberbullying: The nature and extent of a new kind of peer-group aggression. G. G. Noam (Ed.), *Handbook of peer interactions, relationships, and groups* içinde (ss. 111–125). Guilford Press.
- Smith, P. K., Thompson, F., ve Katsanis, H. (2014). Bullying and the peer group: The participant role approach. *In Bullying and the peer group* içinde (ss. 1–15). Wiley-Blackwell.
- Solberg, M. E., ve Olweus, D. (2003). Prevalence estimation of school bullying with the Olweus Bully/Victim Questionnaire. *Aggressive Behavior*, 29(3), 239–268. <https://doi.org/10.1002/ab.10047>
- Sourander, A., Brunstein, A., Ikonen, M., Lindroos, J., Luntamo, T., Koskelainen, M., ve Helenius, H. (2010). Cyberbullying and cybervictimization among Finnish adolescents: A population-based study. *Archives of General Psychiatry*, 67(7), 720–728. <https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2010.79>
- Sourander, A., Jensen, P., Rønning, J. A., Niemelä, S., Helenius, H., Sillanmäki, L., ve Almqvist, F. (2009). What is the early adulthood outcome of boys who bully or are bullied in childhood? The Finnish "From a Boy to a Man" study. *Pediatrics*, 123(1), 77–82. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-0204>
- Suler, J. (2004). The online disinhibition effect. *CyberPsychology & Behavior*, 7(3), 321–326. <https://doi.org/10.1089/1094931041291232>
- Sutton, J., Smith, P. K., ve Swettenham, J. (1999). Social cognition and bullying: Social inadequacy or skilled manipulation? *British Journal of Developmental Psychology*, 17(3), 435–450. <https://doi.org/10.1348/026151099165351>
- Swearer, S. M., ve Espelage, D. L. (2011). *Bullying in North American schools: A social-ecological perspective on prevention and intervention* (2. bs.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203842898>
- Swearer, S. M., Espelage, D. L., Vaillancourt, T., ve Hymel, S. (2010). What can be done about school bullying? Linking research to educational practice. *Educational Researcher*, 39(1), 38–47. <https://doi.org/10.3102/0013189X09357622>
- Tasiemski, T., Kennedy, P., Gardner, B. P., ve Blaikley, R. A. (2004). Athletic identity and sports participation in people with spinal cord injury. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 21(4), 364–378. <https://doi.org/10.1123/apaq.21.4.364>
- Tepetaş, G. Ş., Akgün, E., ve Akbaba-Altun, S. (2010). Okul öncesi dönemde akran zorbalığı. *İlköğretim Online*, 9(2), 432–444.
- Thapa, A., Guffey, S., Higgins-D'Alessandro, A., ve Guffey, S. (2013). A review of school climate research. *Review of Educational Research*, 83(3), 357–385. <https://doi.org/10.3102/0034654313483907>
- Tokunaga, R. S. (2010). Following you home from school: A critical review and synthesis of research on cyberbullying victimization. *Computers in Human Behavior*, 26(3), 277–287. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.11.014>

- Ttofi, M. M., ve Farrington, D. P. (2011). Effectiveness of school-based programs to reduce bullying: A systematic and meta-analytic review. *Journal of Experimental Criminology*, 7(1), 27–56. <https://doi.org/10.1007/s11292-010-9109-1>
- Türkileri-İnselöz, N., ve Uçanok, Z. (2013). Ergenlerde akran zorbalığı ve siber zorbalık: Yaygınlık ve cinsiyet farklılıkları. *Türk Psikoloji Yazıları*, 16(31), 32–44.
- Tyrrell, J. (2002). *Peer mediation in primary schools*. Souvenir Press.
- Underwood, M. K., Galen, B. R., ve Paquette, J. A. (2001). Top ten reasons for being very cautious about the concept of relational aggression. *Social Development*, 10(2), 248–266. <https://doi.org/10.1111/1467-9507.00162>
- Uysal, S. (2011). *İlköğretim I. kademe öğrencilerinde akran zorbalığı ve sosyal beceriler* [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi].
- Uysal, S., ve Dinçer, Ç. (2012). Okul öncesi eğitimde akran zorbalığı ve öğretmenlerin bu konudaki görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 115–128.
- Vandebosch, H., ve Van Cleemput, K. (2009). Cyberbullying among youngsters: Profiles of bullies and victims. *New Media & Society*, 11(8), 1349–1371. <https://doi.org/10.1177/1461444809341691>
- Wachtel, T. (2013). *Defining restorative*. International Institute for Restorative Practices.
- Wang, J., Iannotti, R. J., ve Nansel, T. R. (2009). School bullying among adolescents in the United States: Physical, verbal, relational, and cyber. *Journal of Adolescent Health*, 45(4), 368–375. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2009.03.021>
- West, A., ve Salmon, G. (2000). Bullying and school attendance. In *Bullying in schools* içinde (ss. 111–125). Sage Publications.
- Willard, N. E. (2007). *Cyberbullying and cyberthreats: Responding to the challenge of online aggression, threats, and distress*. Research Press.
- Wolke, D., ve Lereya, S. T. (2015). Long-term effects of bullying. *Archives of Disease in Childhood*, 100(9), 879–885. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2014-306667>
- Wright, M. F. (2013). The relationship between young adults' beliefs about anonymity and subsequent cyber aggression. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 16(12), 858–862. <https://doi.org/10.1089/cyber.2013.0009>
- Yıldırım, R. (2012). Akran zorbalığı. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 39–51.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5. bs.). Sage Publications.
- Yoon, J. S., ve Kerber, K. (2003). Bullying: Elementary teachers' attitudes and intervention strategies. *Research in Education*, 69(1), 27–35. <https://doi.org/10.7227/RIE.69.3>
- Young, S. (1998). *The support group method: A non-punitive approach to bullying*. National Educational Trust.
- Zych, I., Ortega-Ruiz, R., ve Del Rey, R. (2015). Scientific research on bullying and cyberbullying: Where have we been and where are we going. *Aggression and Violent Behavior*, 24, 188–198. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2015.05.015>

YABANCILARA TÜRKÇE ÖĞRETİMİNDE MUZAFFER İZGÜ’NÜN “ANNEANNEM ASKERE GİDİYOR” KİTABININ A1 SEVİYESİNE SADELEŞTİRME ÇALIŞMASI***Yüksek Lisans Öğrencisi Sena KESER/ Dr. Öğr. Üyesi Eda TEKİN****Beykent Üniversitesi, Tömer, kesersena@gmail.com, 0009-0000-7766-6108****Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkçe Eğitimi, etekin@yildiz.edu.tr, 0000-0001-6831-8101****Özet**

Yabancılar Türkçe öğretiminde temel becerilerin geliştirilmesinde çeşitli materyaller kullanılmaktadır. Özellikle dil setleri, dil öğretim sürecinde aktif olarak kullanılmaktadır. Fakat dil setlerinin kullanımı tek başına yeterli olmamaktadır. Öğrenciler hedef dilde ders dışı okuma materyallerine ihtiyaç duymaktadır. Metinler dil öğretim sürecinde son derece büyük bir öneme sahiptir. Hedef dili öğretme sürecinde kullanılan metinlerin seçimi öğrencilerin dil seviyesine göre yapılmaktadır. Özellikle temel seviyedeki öğrencilerin, dil yapılarının öncelendiği mekanik metinlerden ziyade hedef dilin günlük bağlamda kullanıldığı metinlerle teması önem arz etmektedir. Hedef dili edinme sürecinde metinlerin işlevsel olarak kullanılabilmesi için anlaşılabilir olması gerekmektedir. Özgün metinler temel seviyedeki öğrenciler için karmaşık ve yoğun söz varlıkları içermektedir. Bu sebeple özgün metinler temel seviyedeki öğrencilere uygun olarak sadeleştirilmelidir. Son yıllarda ders dışı okuma materyalleri üzerine yapılan sadeleştirme çalışmaları nicelik olarak artmış olsa da temel seviyede yeterince kaynak materyal bulunmamaktadır. Nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi ile gerçekleştirilen bu araştırmanın temel amacı, yabancılar Türkçe öğretiminde öğrencilerin ders dışı okuma materyali ihtiyacını gidermektir. Bu amaç doğrultusunda Muzaffer İzgü’nün “Anneannem Askere Gidiyor” kitabında yer alan 9 hikâye A1 seviyesine sadeleştirilerek öğrencilerin dil setleri dışında kullanabilecekleri kaynak okuma materyali geliştirilmiştir. Sadeleştirme çalışması gerçekleştirilirken A1 seviyesi dil yapılarının belirlenmesinde Yeni İstanbul Yabancılar İçin Türkçe Ders Kitabı ve Diller İçin Avrupa Ortak Başvuru Metni referans alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yabancılar Türkçe öğretimi, Sadeleştirme, Okuma eğitimi

A SIMPLIFICATION FOR THE A1 LEVEL OF MUZAFFER İZGU'S BOOK "ANNEANNEM ASKERE GİDİYOR" IN TURKISH LANGUAGE INSTRUCTION FOR FOREIGNERS**Yüksek Lisans Öğrencisi Sena KESER / Dr. Öğr. Üyesi Eda TEKİN****Beykent University, Tömer, kesersenaa@gmail.com, 0009-0000-7766-6108****Yıldız Technical University Türkçe Eğitimi, etekin@yildiz.edu.tr, 0000-0001-6831-8101****Abstract**

A variety of materials are used to develop core skills in the teaching of Turkish to foreign learners. In particular, language sets are actively utilised in the language teaching process. However, the use of language sets alone is not sufficient. Learners require out-of-class reading materials in the target language. Texts are of paramount importance in the language teaching process. The selection of texts used in the process of teaching the target language is based on the students' language proficiency level. In particular, for beginners, it is important that they engage with texts where the target language is used in everyday contexts, rather than mechanical texts that prioritise language structures. For texts to be used functionally in the language acquisition process, they must be comprehensible. Authentic texts contain complex and dense vocabulary for beginners. For this reason, authentic texts must be simplified to suit beginners. Although the number of simplification studies on out-of-class reading materials has increased in recent years, there is still a lack of sufficient source material at the beginner level. The primary aim of this study, conducted using document analysis—a qualitative research method—is to address the need for out-of-class reading materials for students learning Turkish as a foreign language. To this end, the nine stories featured in Muzaffer İzgü's book "Anneannem Askere Gidiyor" have been adapted to A1 level, thereby developing supplementary reading material that students can use outside their language courses. During the simplification process, the New Istanbul Turkish Textbook for Foreigners and the CEFR were used as references to determine the A1-level language structures.

Keywords: Teaching Turkish to foreigners, Simplification, Reading instruction

POZİTİF BİR DUYGU OLARAK MİNNETTARLIK: İYİ OLUŞ VE DİNİ BAŞA ÇIKMA SÜREÇLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME**Dr. Öğr. Üyesi, Esra İRK (Birinci yazar)1/ Doktora Öğrencisi, Sümeyye YILDIRIM (İkinci yazar)2****1Pamukkale Üniversitesi İlahiyat Fakültesi, Din Psikolojisi Bilim Dalı, esra.irk.16@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0607-9210****2Bursa Uludağ Üniversitesi İlahiyat Fakültesi, Din Psikolojisi Anabilim Dalı, smyyildirim@icloud.com, orcid.org/0000-0002-2128-583X****Özet**

Pozitif psikoloji literatüründe bir karakter gücü olarak tanımlanan minnettarlık; bireyin sahip olduğu iyilikleri fark etmesi ve bu iyiliklerin kaynağını takdir etmesiyle ortaya çıkan çok boyutlu bir farkındalıktır. Bu farkındalık, iyi oluş hâlini beslerken bireyi duygusal dürtülere dayalı savunmacı tepkilerden uzaklaştırmaktadır. Ayrıca sosyal bağların güçlenmesine katkı sağlamakta ve toplumsal uyumu zayıflatan davranış örüntülerini azaltıcı bir rol üstlenmektedir. Bu çerçevede minnettarlık, bireyin kendisi ve çevresiyle ilişkisini zayıflatan duyguların etkisini daraltarak psikolojik ve sosyal dengeyi koruyucu bir işlev görmektedir.

Dini gelenekte “şükür” kavramı ile ele alınan minnettarlık, bireyin sahip olduğu nimetleri ilâhî bir kaynağa atfetmesiyle anlam kazanır. Varlığın ve yaşam deneyimlerinin birer lütuf olarak idrak edilmesine zemin hazırlar. Bu yönüyle minnettarlık, bireyin Yaratıcıyla kurduğu ilişkinin duygusal yansımasını ifade eden canlı ve manevî bir dinamiktir. Araçsal ilişkilerin ötesinde tefekkür ve içsel tecrübe imkânı sağlayan bu duygu, dini başa çıkma süreçleriyle de yakından ilişkilidir. Bireyin “kötüyü paranteze alma” eğilimiyle geliştirdiği minnet odaklı bakış açısı, içsel ve dışsal stres kaynaklarına karşı bir tampon işlevi görerek pozitif dini başa çıkmayı desteklemektedir. Bu doğrultuda minnettarlık hem Yaratıcı ile kurulan dikey bağı hem de toplumla kurulan yatay bağı güçlendiren bir kavram olarak değerlendirilmektedir.

Literatür taraması yöntemine dayanan bu çalışma, minnettarlık kavramının iyi oluş ve dini başa çıkma süreçlerindeki işlevsel rolünü bütüncül bir bakış açısıyla incelemektedir. Söz konusu alanlar arasındaki ilişkisel yapıyı görünür kılarak alanyazına katkı sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Din Psikolojisi, Minnettarlık, Şükür, Dini Başa Çıkma, İyi Oluş

GRATITUDE AS A POSITIVE EMOTION: AN EVALUATION OF WELL-BEING AND RELIGIOUS COPING PROCESSES

Asst. Prof., Esra İRK (First author)¹/ PhD Student, Sümeyye YILDIRIM (Second author)²

**¹Pamukkale University, Faculty of Theology, Department of Psychology of Religion,
esra.irk.16@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0607-9210**

**²Bursa Uludağ University Faculty of Theology, Department of Psychology of Religion,
smyyildirim@icloud.com, orcid.org/0000-0002-2128-583X**

Abstract

Defined as a character strength in the positive psychology literature, gratitude is a multidimensional awareness that emerges when individuals recognize the blessings they possess and appreciate their source. This awareness fosters well-being while distancing individuals from defensive reactions based on emotional impulses. It also contributes to the strengthening of social bonds and plays a role in reducing behavioral patterns that weaken social harmony. In this respect, gratitude serves a protective function in maintaining psychological and social balance by narrowing the impact of emotions that undermine individuals' relationship with themselves and their environment.

Within the religious tradition, gratitude, addressed through the concept of *shukr* (thankfulness), gains meaning as the individual attributes the blessings they possess to a divine source. It lays the groundwork for perceiving existence and life experiences as grace. In this sense, gratitude is a vivid and spiritual dynamic expressing the emotional reflection of the individual's relationship with the Creator. Extending beyond instrumental relations, it provides opportunities for contemplation and inner experience, and is closely associated with religious coping processes. A gratitude-oriented perspective, developed through the tendency to bracket the negative, functions as a buffer against internal and external stressors, thereby supporting positive religious coping. In this regard, gratitude can be considered a concept that strengthens both the vertical bond with the Creator and the horizontal bond with society.

Drawing on a literature review, this study examines the functional role of gratitude in well-being and religious coping processes from a holistic perspective. It aims to contribute to the literature by making visible the relational structure between these domains.

Keywords: Psychology of Religion, Gratitude, Shukr, Religious Coping, Well-Being

GİRİŞ

Bireylerin günlük yaşamda sürekli etkileşim içerisinde olmaları nedeniyle hayatın önemli bir boyutunu teşkil eden minnettarlık, medeni bir toplumun yapıtaşlarından biri olarak kabul edilmektedir (Harpham, 2004). Nitekim tarih boyunca hem düşünürler hem de bilim adamları minnettarlığı övgüyle ele almış ve bu duygudan yoksun olmayı önemli bir eksiklik olarak nitelendirmişlerdir (Shelton, 2004). Minnettarlığın farklı kültürlerde yaygın bir biçimde görülmesi ise bu duygunun insan doğasının evrensel bir parçası olduğuna işaret etmektedir (Bonnie & de Waal, 2004).

Psikolojide minnettarlık, özellikle pozitif psikoloji yaklaşımının gelişimiyle birlikte, klinik psikoloji ve din psikolojisi sahalarında erdem ve sağlıkla ilişkili olarak en çok çalışılan konulardan biri hâline gelmiştir (Ayten, 2014). Türkiye’de gerçekleştirilen çalışmalar da benzer bir doğrultu izlemektedir. Bu araştırmaların önemli bir kısmı minnettarlığın iyi oluş ve genel ruh sağlığı üzerindeki etkilerine odaklanırken (Akın & Yalnız, 2015; Araz & Erdugan, 2017; Belen & Barmanpek, 2020; Göcen, 2015; Oğuz Duran & Tan, 2013; Yüksel & Oğuz Duran, 2012a, 2012b; Karataş & Uzun, 2020; Altuntaş, 2018; Başerer, 2018; Özsoylar, 2019), bir kısmı ise bu kavramın dindarlıkla olan ilişkisini (Göcen, 2014; Dursun, 2023; Ayten vd., 2012; Can, 2019) ele almaktadır.

Literatür taraması yöntemine dayanan bu çalışmanın temel amacı minnettarlığı, psiko-sosyal iyi oluş ve dini başa çıkma süreçleri kapsamında ele almaktır. Bu doğrultuda, minnettarlığın bireysel ve ilişkisel yansımaları ile dinî başa çıkma süreçleriyle ilişkisi ele alınarak alanyazına katkı sunulması hedeflenmektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Minnettarlık Kavramı: Tanım ve Kapsam

Anlık duygulanımlardan uzun süreli eğilimlere kadar farklı düzeylerde kavramsallaştırılabilen bir duygu olan minnettarlık; tutum, ahlâkî bir erdem, alışkanlık, kişilik özellikleri veya başa çıkma tepkisi olarak ele alınmaktadır (Emmons, 2009). Farsça kökenli bir kelime olan minnet, bir yardım veya iyilik karşısında bunu sağlayan kişiye yönelik duyulan teşekkür ve borçluluk hissini ifade eder. Minnettar olmak ise bir kimseden görülen iyilik karşısında gönül borcu hissetmek şeklinde tanımlanır (Hökelekli, 2013). Minnettarlık genellikle başkalarından bir eylem (yardım etmek vb.) ya da nesne (hediye) yoluyla bir iyilik görüldüğünde ortaya çıkar (Ben-Ze’ev, 2001). Bu duygunun temelinde, bir kişinin gönüllü olarak başka birinin ihtiyacını karşılamaya yönelik yardımı yer almaktadır. Bu ihtiyaçlar; maddi destek, barınma ve bakımdan ilgi ve şefkate kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır (Lazarus & Lazarus, 1994).

Minnettarlık, bir iyilik ya da lütuf karşısında hissedilen sevinç, takdir ve hayranlık duygularının birleşimiyle ortaya çıkan üst düzey bir duygulanım hâlidir (Göka, 2021). Bu duyguda, bir şeyi almanın veya kabul etmenin hazzı ve sevinci ön plandadır. Her ne kadar bir karşılık vermeyi içerse de bu karşılıklı herhangi bir kayıp söz konusu değildir. Minnettarlıkta, eksiklikten doğan bir sıkıntı ya da geçmişe yönelik pişmanlık değil; aksine gerçekleşmiş olan iyiliğin verdiği memnuniyet ve mutluluk baskındır. Bu yüzden pişmanlığın ve iç sıkıntısının karşılığı olarak değerlendirilmektedir (Compte-Sponville, 2004).

Minnettarlık, bireyin yalnızca kendi iç dünyasında yaşadığı bir duygu değildir. Aksine söz ve davranışlarla dışa vurulan bu duygu; kişilerarası ilişkilerden iletişim biçimlerine kadar yaşamın farklı alanlarına yansıyan sosyal bir niteliğe de sahiptir (Ayten, 2014). Bu çerçevede minnettarlığın, anlık bir duygulanımın ötesinde bilişsel, duygusal ve davranışsal boyutları içeren çok boyutlu ve karmaşık bir yapıya sahip olduğu söylenebilir.

1.2. Psiko-Sosyal İyi Oluşun Bir Bileşeni Olarak Minnettarlık

Minnettarlık, toplumsal işleyiş ve kolektif iyi oluş açısından önemli bir rol oynamakta ve bu yönüyle hayati bir erdem olarak kabul edilmektedir (Emmons & Shelton, 2002). Bu duygu, bireyin kendisine yöneltilen nezakete karşılık verme eğilimini güçlendirerek olumlu davranışların pekiştirilmesine katkı sağlar. İlişkilerde pozitif

sonuçların artırılmasına ve destekleyici sosyal ağların kurulup sürdürülmesine hizmet eder (Bono vd., 2004; Komter, 2004; Bartlett & DeSteno, 2006).

Minnettarlık, bireyin bir fayda ve yardımseverlik algısı geliştirmesiyle ilgilidir. Bu duyguya yönelik hazır bulunuşluk düzeyi yüksek olan bireyler, iyi olana daha fazla odaklanma ve kötü olanı daha az fark etme eğilimindedir (Roberts, 2004). Algoe (2012)'nin “bul-hatırlat-bağla” teorisine göre minnettarlık, sosyal deneyimleri etkileyerek bireylerin kendilerine fayda sağlayan kişilerin olumlu niteliklerini fark etmelerine yardımcı olur. Bu durum ise ilişkilerin güçlenmesini ve karşılıklı desteğin sürdürülmesini sağlar. Ayrıca minnettarlığın deneyimlenmesi ve ifade edilmesi, gençlerin ruh hâlinin iyileşmesine, sosyal bağlarının güçlenmesine ve yaşamla daha amaçlı bir etkileşim (purposeful engagement) kurmalarına imkân tanır. Bu duygu; çocuk ve ergenlerde psikolojik iyi oluş, okul ve diğer yaşam alanlarına duyulan memnuniyet ile toplum yanlısı ilişkiler gibi merkezi öneme sahip birçok olumlu sonuçla ilişkilendirilmektedir (Bausert & Froh, 2016).

Minnettarlık ile iyi oluş arasındaki ilişki ampirik olarak desteklenmektedir. Emmons ve McCullough (2003) tarafından yürütülen çalışmada, düzenli olarak minnettar olunan durumları yazan bireylerin, diğer gruplara kıyasla hayatlarını daha pozitif ve iyimser değerlendirdikleri, fiziksel semptomlardan daha az yakındıkları ve egzersiz için daha fazla zaman harcadıkları tespit edilmiştir. Benzer şekilde, “şükran mektubu” gibi minnettarlık temelli müdahalelerin bireylerin mutluluk düzeylerini artırdığı ve depresif belirtileri azalttığı belirtilmiştir (Seligman vd., 2005; Lyubomirsky vd., 2011). Konu ile ilişkili diğer çalışmalarda minnettarlık müdahalesinin diğer müdahalelere kıyasla katılımcılarda öznel ve psikolojik iyi oluşu (Aghababaei & Tabik, 2013; Aghababaei vd., 2018; Eaton vd., 2014, Kerr vd., 2015; Soares & Szcześniak, 2011; Wood vd., 2008a), içsel kontrol odağını, mutluluğu, olumlu duygulanımı (Watkins vd., 2003), olumlu anılara erişebilirliği (Watkins vd., 2015) ve evlilik doyumunu artırdığı (Saeidi vd., 2019), algılanan sosyal desteği (Wood vd., 2008b) ve iyimserliği yükselttiği, umut ve mutluluğu yordadığı (Witvliet vd., 2018) saptanmıştır. Buna karşılık, kaygı düzeyini (Kerr vd., 2015), depresyonu (Wood vd., 2008b; Krause, 2009), materyalizmi (Lambert vd., 2009a), narsisizmi (Watkins vd., 2003) ve yalnızlık (Chui & Diehl, 2021) duygusunu azalttığı bulgulanmıştır. Bu duygu, Beş Faktör Kişilik Kuramı kapsamında yer alan tüm kişilik özellikleriyle de ilişkilidir. Buna göre minnettar bireylerin daha dışa dönük, deneyime açık, uyumlu ve sorumluluk sahibi oldukları; buna karşılık daha düşük düzeyde nevrozizm gösterdikleri belirtilmektedir (Wood vd., 2008a).

Minnettarlık, bireyin travma, acı, yas, başarısızlık gibi maddi ve manevî kayıplar karşısında ruhsal dayanıklılığını destekleyen önemli bir işlev görmektedir. Bu duyguya sahip bireyler, hayatın kendilerine yüklediği sorumlulukları yerine getirme gayreti içinde olurken, ortaya çıkan sonuçları da içtenlikle kabullenmektedirler. Bu tutum, ruhsal bir teslimiyet ve tevekkül hâlini yansıtmaktadır. Dolayısıyla minnettar bireyler, beklenmedik ya da olumsuz sonuçlar karşısında bütünüyle yıkılmak yerine, yeni bir arzu, anlam ve yaratıcı güçle varoluşlarını sürdürmeye çalışmaktadırlar (Özakkaş, 2016).

Minnettarlığın çok sayıda pozitif değişkenle olan ilişkisini ortaya koyan bulgular, bu duygunun yapıcı mekanizmaların harekete geçmesini sağlayarak olası ruhsal rahatsızlıkların engellenmesine ve psikolojik dengenin korunmasına katkı sağladığını göstermektedir. Minnettarlık, iyilik ve fayda ekseninde deneyimlenen olumlu duygulanımlar aracılığıyla bireyin iç huzurunu güçlendirme potansiyeline sahiptir. Sosyal açıdan ise kişiler arası ilişkilerde etkililiği artırmakta ve iletişim dilini daha olumlu bir hâle getirerek sosyal uyumu desteklemektedir.

Tüm pozitif çıktılara rağmen, minnettarlığın olumlu doğası ile olumsuz bir yük barındırabilen “minnet duyma” arasında ince bir çizgi bulunduğunu göz ardı etmemek gerekir. Minnettarlığın temelinde, bir bireyin diğerinin ihtiyaçlarını gönüllü olarak karşılamaya yönelik yardımı yer almaktadır. Bu yardım; maddi destek, barınma ve gıda gibi somut biçimlerde olabileceği gibi ilgi, şefkat, hasta veya engelli bakımı gibi duygusal ve sosyal formlarda da tezahür edebilmektedir. İhtiyaç düzeyi arttıkça minnettarlığın daha yoğun deneyimlenebileceği öngörülse de bazı durumlarda bu duygu, ağır bir minnet hissine dönüşebilir. Çünkü sürekli

yardım alan konumunda bulunmak, acı verici hâle gelerek bireyin benlik saygısını zedeleyebilir. Bu durum, verme ve alma süreçlerinin yalnızca basit bir yardım ilişkisinin ötesinde karmaşık sosyal ve duygusal etkileşimler içerdiğini göstermektedir. Dolayısıyla minnettarlık duygusu, yalnızca verilen şeyin kendisine değil, yardımın sunuluş biçimine ve yardım alan kişinin bu durumu nasıl anlamlandırdığına bağlı olarak şekillenmektedir (Lazarus & Lazarus, 1994).

1.3. Manevî Bir Dinamik Olarak Şükür ve Dindarlık

Minnettarlık, değerli kabul edilen insani bir eğilim olarak, dini öğretilerde ve dualarda sıklıkla yer alan bir duygudur. Allah'ın lütuf ve merhametinin çokluğu karşısında O'na minnettarlık duymak ve ibadet etmek, dinlerde ortak bir tema olup inananlardan bu duyguyu geliştirmeleri beklenir. Bu nedenle minnettarlık, pek çok insan için dini ve manevî deneyimin merkezinde yer alan duygulardan biri olarak kabul edilir (Emmons & Shelton, 2002). Nitekim Sûfî düşüncede nimetin farkında olmak, nimetin sahibini idrak etmek ve O'na şükrünü ifade edebilmek, manevî gelişimin temel unsurlarından biridir. Bu anlayışta her nimetin arkasındaki birincil güç Allah olup insanlar bu iyiliğin ve güzelliğin ortaya çıkmasında birer vesile olarak görülmektedir (Aytan & Düzgüner, 2017).

Bu çerçevede, dinî gelenekte minnettarlıkla yakın anlamda kullanılan şükür kavramı dikkat çekmektedir. Şükür ve minnettarlık, günlük kullanımda çoğu zaman birbirinin yerine geçen yakın kavramlar olmakla birlikte aralarında bazı farklılıklar bulunmaktadır. İslam'da şükür kavramı iki farklı şekilde ele alınmaktadır. Birincisi, verdiği nimetlerden dolayı günah işlemekten kaçınarak Allah'a karşı minnet duyma, ikincisi ise insanlardan gelen iyilik için insanlara karşı minnet duymaktır. Türkçede Allah'a karşı olan minnettarlık için şükür, insanlara karşı olan için ise teşekkür kelimesi kullanılır (Çağrı, 2010). Şükür, kişinin içinde bulunduğu olumsuzluklar ve hoşnutsuzluklar karşısında dahi hayatındaki iyi yönleri fark etmesini, yaşadığı güzel anları görmesini ve sahip olduklarıyla yetinerek mutlu olma arzusunu içeren bir yönelimdir (Aytan & Düzgüner, 2017). Minnettarlık ise şükür kavramı içinde yer almakla birlikte, daha sınırlı bir duygusal ve bilişsel yapıyı ifade eder. Şükür, iyilikten doğan sevincin yaşamın geneline yayılan kalıcı ve bilinçli bir tutum hâlidir. İyilik bilincini ve sevgiyi belirli bir muhatapla sınırlı tutmayıp tüm varlığa ve evrene yöneltmesi bakımından minnettarlığı da kapsayan daha geniş bir çerçeve sunar. Minnettarlıkta iyiliğin türü, muhatabı, düzeyi, zamanı ve mekânı sınırlanabilirken şükürdeki gönül borçluluğu ise tüm varoluşa yönelmiştir (Göcen, 2022).

Şükrün karşıtı nankörlüktür. Nankörlük, bireyin kendisine yapılan bir iyilik karşısında, bu iyiliği kasıtlı ve bilinçli bir biçimde görmezden gelmesi, küçümsemesi ya da uygun olmayan bir davranışla karşılık vermesi şeklinde ortaya çıkan bir davranış biçimi olarak değerlendirilmektedir (İnci & Kınter, 2021). Nankör ise nimeti, kendisine yapılan yardımı ve iyiliği görmeyen, gizleyen ve örten anlamına gelmektedir (Peker, 2013). Bu bağlamda nankörlük, "unutkanlık" ya da "şükür bilmemek" değildir. Şükür eksikliği daha çok, bireyin kendisine sonsuz nimetler sunan kaynağa karşı duygusal bir farkındalık geliştirememesi ve duygusal sağırlık içinde olmasıdır. Nankörlük ise olumsuz ve bilinçli tutumun bir göstergesi olarak insan ilişkilerini doğrudan zedeleyen bir durumdur. Nankör birey, iyilik gördüğü kişiye karşı minnettarlık geliştirmek yerine düşmanlık ve kızgınlık gösterebilmekte hatta bilinçli şekilde kendisine yapılan iyiliği değersizleştirme ya da kötüleme eğilimi sergileyebilmektedir. Bu nedenle nankörlük, insan ilişkilerini kökten yıkıma uğratan, karşılıklılık ilkesine dayanan standart iyilik döngüsünü zedeleyen, iyilik yapana kötülük ya da suçlama ile karşılık verilmesine yol açan ciddi bir ahlâkî problem olarak görülmektedir (Hökelekli, 2013).

İnsanı hem toplumsal ilişkilerde hem de ilâhî anlamda yükselten bir güç olan şükür, inanmanın farklı düzeylerini kapsamakta ve iman etmenin zorunlu bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Dini ve manevî hayat, inanan bireye değerler ve davranışlar ekseninde şekillenen bir yaşam modeli sunarken, şükür, bu ideal insan modelinin temel yapıtaşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Şükür, dini ve manevî inanca sahip bireyler için her türlü iyiliğin kaynağı olan Yaratıcı ile anlamlı bir bağ kurma biçimidir. Allah ile kurulan bu ilişki sayesinde yaşamı bir hediye olarak gören dindar birey, iyilik ve güzellikleri daha fazla fark etmekte;

öğrenme, paylaşma, gelişme, sevmeye, başkalarına yardım etme gibi davranışlara daha fazla yönelmektedir. Bu süreçte, söz konusu iyiliklerin kaynağına yönelik derin bir sevgi ve minnettarlık duygusu ortaya çıkmaktadır. İnançlı birey açısından şükür, Allah'ın cömertliğinin anlamlı bir kabulü olarak görülmektedir (Hökelekli, 2013).

Şükürün bir yaşam biçimi ve ahlâkî bir motivasyon kaynağı niteliği taşıması, bireyin inanç dünyası ve dindarlık düzeyiyle de yakından ilişkilidir. Bu bağlamda, sosyal-psikolojik faktörlerin yanı sıra din olgusu, bireylerin minnettarlık deneyimini etkileyen güçlü değişkenlerden biri olarak kabul edilmektedir. Nitekim kiliseye giden, kutsal metinleri okuyan, dua eden ve Tanrı ile ilişki kurmaya çalışan bireylerin daha yüksek düzeyde minnettarlık eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (Krause, 2009; Emmons & Kneezel, 2005). Benzer şekilde, dini metinlerin daha sık okunması, dini öğretilerin ve uygulamaların yerine getirilmesi, dini törenlere katılım sağlanması ve ibadet pratiklerinin düzenli olarak sürdürülmesinin bireylerde minnettarlık duygusunu geliştirdiği belirtilmiştir (Ericek Maraşlıoğlu, 2025). Ayrıca dindarlığın (Kraus vd., 2015) ve dîni bağlılığın (Rosmarin vd., 2011) hem genel minnettarlık ile hem de dîni minnettarlık ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu saptanmıştır. Dîni yönelim açısından değerlendirildiğinde ise iç güdümlü dindarların dış güdümlü dindarlara göre daha yüksek düzeyde minnettarlık bildirme eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu durumun iç güdümlü dindar bireylerin hayatta karşılaşılan tüm iyiliklerin nihai kaynağının iyi bir Tanrı olduğuna ilişkin inançlarından kaynaklandığı ifade edilmektedir (Watkins vd., 2003; Tsang vd., 2012; Göcen, 2014).

1.4. Dini Başa Çıkma Sürecinde Minnettarlığın Rolü

Baş çıkma terimi, bireyin stres oluşturan durum ve etkenlere karşı direnmesi ve bu süreçte sergilediği duygusal, davranışsal ve bilişsel tepkilerin tümü olarak tanımlanmaktadır (Folkman, 1984). Minnettarlık ise çeşitli başa çıkma tepkileri üzerinde etkili olan bir değişken olarak ele alınmaktadır. Nitekim minnettarlık araçsal ve duygusal sosyal destek, olumlu yeniden yorumlama ve gelişim, aktif başa çıkma ve planlama gibi olumlu başa çıkma tepkileri ile pozitif; davranışsal geri çekilme (behavioral disengagement) kendini suçlama, madde kullanımı ve inkâr gibi olumsuz başa çıkma tepkileri ile negatif ilişki göstermektedir. Ayrıca başa çıkma stratejilerinin minnettarlık ile yaşam doyumu arasındaki ilişkide aracı rol oynadığı belirtilmektedir (Wood vd., 2007). Benzer şekilde Lies ve arkadaşları (2014), minnettarlığın olumlu başa çıkma stratejileriyle pozitif, post travmatik stresle negatif ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Dîni kaynakların başa çıkma sürecinde kullanılması olarak tanımlanan dîni başa çıkma ise bireyin kriz anlarında ve zorlayıcı yaşam durumlarında karşılaştığı olayları anlamlandırmasına yardımcı olur. Birey, gücünü aşan durumlarla karşılaşarak kontrol duygusunu kaybettiğinde, sürecin aşkın bir kudret tarafından yönetildiğine inanarak psikolojik bir kontrol ve güven hissi geliştirebilir. Bu süreç, manevî teselli ve rahatlamaya yanı sıra inanç ve ritüeller aracılığıyla Allah'a yakınlık hissini güçlendirir ve hayatını dönüştürmek isteyen bireylere yeni imkânlar sunar (Ayten, 2012). Minnettarlık ve dîni başa çıkma, bu noktada birbirini tamamlayan iki manevî anlamlandırma biçimi olarak ortaya çıkar. Bu kavramlar, bireyi kayıplara odaklanmak yerine elinde kalan imkânlar için şükretmeye yönlendirir. Örneğin, deprem gibi travmatik yaşantılarda evini kaybeden bireylerin Allah'a olan inançları sayesinde kendileri ve hayatta kalan yakınları için şükredebilmeleri, dîni başa çıkma biçiminin somut bir yansımasıdır (Doğan, 2016).

Literatürdeki ampirik bulgular, bu ilişkiyi destekler niteliktedir. Tanrı'ya yönelik güçlü minnettarlık duygularının özellikle yaşlı bireylerde, stresli yaşam olaylarının sağlık üzerindeki olumsuz etkilerini azalttığı ve algılanan genel sağlık düzeyini yükselttiği bulunmuştur. Bu açıdan Tanrı'ya karşı yüksek düzeyde hissedilen minnettarlığın fiziksel hastalıklar karşısında koruyucu bir stres tamponu işlevi gördüğü ileri sürülmektedir (Upenieks & Ford-Robertson, 2021; Krause, 2006; Aghababaei & Tabik, 2013). Dîni başa çıkma, şükür, takdir etme ve anksiyete değişkenleri arasındaki ilişkinin incelendiği bir araştırmada, bireylerin olumsuz yaşam olayları karşısında dîni başa çıkma etkinliklerini minnettarlık üzerinden sürdürmelerinin ruhsal sağlığa olumlu katkılar sağladığı saptanmıştır (Korkmaz vd., 2023). Buna paralel olarak, olumlu dîni başa çıkma ile şükür arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu; dîni başa çıkma düzeyi arttıkça şükür duygusunun arttığı tespit

edilmiştir (Soffa & Nisa, 2019). Ayrıca içsel dinî motivasyon, dinî başa çıkma, sabır ve şükür dinamiklerinin travma sonrası gelişim ile pozitif korelasyon gösterdiği ortaya konulmuştur (Doğan, 2018). Bu bulgular, minnettarlık ve dini başa çıkma süreçleri arasında anlamlı ilişkiler olduğunu göstermektedir.

Söz konusu bulgulardan hareketle, minnettarlığın kişilik boyutunun yanı sıra dinî ve ahlâkî bir değer boyutu taşıdığı ifade edilebilir. Bu duygu, bireyi ilâhî ve sonsuz olana yaklaştıran dikey boyutu güçlü bir yönelim olarak dikkat çekmektedir. Bu açıdan minnettarlık, İslami öğretinin ana çizgilerinden biri olan şükür kavramıyla yakından ilişkilidir. Şükür, minnettarlığın sunduğu psikolojik farkındalığı, iyiliğin kaynağını tanıma ve bu kaynağı idrak etme bilinciyle derinleştirmektedir. Böylece minnettarlık, dindarlık ve dini başa çıkma pratikleriyle birleştiğinde, bireyin zorluk ve kriz anlarında ruhsal dengesini korumasına yardımcı olan kuşatıcı bir yaşam biçimine dönüşmektedir.

2. SONUÇ

Toplumsal hayatın ve ilişkilerin merkezinde yer alan minnettarlık, bireyin eşya, tabiat, evren ve nihai olarak Yaratıcı ile kurduğu ilişkide derin bir hoşnutluk ve memnuniyet hissi tesis etmektedir. Psikolojik ve sosyal düzeyde olumlu davranış örüntülerinin ve pozitif etkileşim kalıplarının inşa edilmesine imkân sağlamaktadır. Çıkar temelli ilişkilerin ötesine geçerek değer merkezli bir yaşam yönelimi sunmaktadır. Bireyin sahip olduğu hayatı ve imkânları verili bir hediye olarak görmesini sağlayarak, iyi olana odaklanma eğilimini güçlendiren bir bakış açısı kazandırmaktadır. Böylece hayatın genel akışı içinde hiçbir varlığı dışarıda bırakmayan kapsayıcı bir iyilik hâlinin gelişmesine izin vermektedir.

Minnettarlık, salt bir takdir ve teşekkür hissi olmanın ötesinde, dini bilincin canlanmasına ve manevî uyanışa zemin hazırlayan bir duygudur. Bu duygu, İslam geleneğinin temel kavramlarından biri olan şükür kavramıyla bütünleşerek varoluşsal bir anlam kazanır. Şükür, iyiliğin kaynağını doğru tayin etme ve bu farkındalığı bir yaşam biçimine dönüştürme süreci olarak, minnettarlığı daha kuşatıcı ve aşkın bir boyuta taşır. Bununla birlikte, zorlayıcı yaşam olayları karşısında devreye giren dini başa çıkma stratejileri şükür duygusuyla birleştiğinde, bireyin psikolojik dayanıklılığını artırır ve travmatik yaşantıları birer gelişim fırsatına dönüştürmesine rehberlik eder.

KAYNAKLAR

- Aghababaei, N., Błachnio, A., & Aminikhoo, M. (2018). The relations of gratitude to religiosity, well-being, and personality. *Mental Health, Religion & Culture*, 21(4), 408-417.
- Aghababaei, N., & Tabik, M. T. (2013). Gratitude and mental health: differences between religious and general gratitude in a Muslim context. *Mental Health, Religion & Culture*, 16(8), 761-766. <https://doi.org/10.1080/13674676.2012.718754>
- Akın, A., & Yalnız, A. (2015). Yakın ilişkilerde minnettarlığı ifade etme ölçeği. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(37), 539-544.
- Algoe, S. B. (2012). Find, remind, and bind: The functions of gratitude in everyday relationships. *Social and Personality Psychology Compass*, 6(6), 455-469. <https://doi.org/10.1111/j.1751-9004.2012.00439.x>
- Altuntaş, S. (2018). *Ergenlerde iyi oluşun yordayıcısı olarak yaşamda anlam, minnettarlık ve affedicilik* [Doktora Tezi]. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Araz, A., & Erdugan, C. (2017). Minnettarlık dışavurum ölçeği. *Nesne Psikoloji Dergisi*, 5(11), 404-425.
- Ayten, A., Göcen, G., Sevinç, K. & Öztürk, E. E. (2012). Dini başa çıkma, şükür ve hayat memnuniyeti ilişkisi: Hastalar, hasta yakınları ve hastane çalışanları üzerine bir araştırma. *Dinbilimleri Akademik Araştırma Dergisi*, 12(2), 45-79.
- Ayten, A. (2012). *Tanrıya sığınmak: Dini başa çıkma üzerine psiko-sosyal bir araştırma*. İz Yayıncılık.
- Ayten, A. (2014). *Erdeme dönüş & psikoloji ve mutluluk yolu*. İz Yayıncılık.
- Ayten, A., & Düzgüner, S. (2017). *Tasavvuf psikolojisine giriş: Bireysel arınma ve güzel ahlak*. Sufi Kitap.
- Bartlett, M. Y., & DeSteno, D. (2006). Gratitude and prosocial behavior: Helping when it costs you. *Psychological Science*, 17(4), 319-325. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01705.x>
- Başer, Z. (2018). *Üniversite öğrencilerinde minnettarlığın ve özgeci davranışın bazı değişkenlerle yordanması* [Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bausert, S., & Froh, J. J. (2016). Gratitude in youth: Past, present, and future applications. İçinde A. R. Howard (Ed.), *The Psychology of Gratitude: New Research*. Nova Science.
- Belen, H., & Barmanpek, U. (2020). Fear of happiness and subjective well-being: Mediating role of gratitude. *Turkish Studies-Educational Sciences*, 15(3), 1561-1571. <https://doi.org/10.29228/TurkishStudies.42067>
- Ben-Ze'ev, A. (2001). *The subtlety of emotions*. MIT Press.
- Bonnie, K. E., & de Waal, F. B. M. (2004). Primate social reciprocity and the origin of gratitude. İçinde R. A. Emmons & M. E. McCullough (Ed.), *The psychology of gratitude* (ss. 213-229). Oxford University Press.
- Bono, G., Emmons, R. A., & McCullough, M. E. (2004). Gratitude in practice and the practice of gratitude. İçinde P. A. Linley & S. Joseph (Ed.), *Positive psychology in practice* (ss. 464-481). John Wiley & Sons, Inc.
- Can, N. (2019). *Başa çıkma davranışına kaynak oluşturan dini inanç ve değerler üzerine bir değerlendirme* [Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Chui, H., & Diehl, M. (2021). Gratitude and loneliness in daily life across the adult lifespan. *Current Psychology*, 42(1). <https://doi.org/10.1007/s12144-021-02488-8>

- Compte-Sponville, A. (2004). *Büyük erdemler risalesi* (I. Ergüden, Çev.). İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Çağrııcı, M. (2010). Şükür. İçinde *Diyanet islâm ansiklopedisi* (Ciltler 1-39, ss. 259-261).
- Doğan, M. (2016). *Sabır psikolojisi*. Çamlıca Yayınları.
- Doğan, M. (2018). Üniversite öğrencilerinin travma sonrası gelişimlerinde içsel dinî motivasyon, dinî başa çıkma, sabır ve şükrün rolü. *Journal of Turkish Studies*, 13(25), 207-230. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.14583>
- Dursun, Z. (2023). Şükür bilincinin hal psikolojisi açısından değerlendirilmesi. *Türk & İslam Dünyası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10 (36), 418-431.
- Eaton, R., Bradley, G., & Morrissey, S. (2014). Positive predispositions, quality of life and chronic illness. *Psychology, Health & Medicine*, 19(4), 473-489. <https://doi.org/10.1080/13548506.2013.824593>
- Emmons, R. A. (2009). *Teşekkür ederim* (N. Kül, Çev.). Doğan Egmont Yayıncılık.
- Emmons, R. A., & Kneezel, T. T. (2005). Giving thanks: Spiritual and religious correlates of gratitude. *Journal of Psychology and Christianity*, 24(2), 140-148.
- Emmons, R. A., & McCullough, M. E. (2003). Counting blessings versus burdens: An experimental investigation of gratitude and subjective well-being in daily life. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(2), 377-389. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.84.2.377>
- Emmons, R. A., & Shelton, C. M. (2002). Gratitude and the science of positive psychology. İçinde C. R. Synder & S. J. Lopez (Ed.), *Handbook of positive psychology* (ss. 459-471). Oxford University Press.
- Ericek Maraşlıoğlu, Ş. (2025). Duygusal zekânın dindarlık ile minnettarlık arasındaki ilişkide aracılık rolü. *Artuklu Akademi*, 12(2), 356-376. <https://doi.org/10.34247/artukluakademi.1770671>
- Folkman, S. (1984). Personal control and stress and coping processes: A theoretical analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 46(4), 839-852. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.46.4.839>
- Göcen, G. (2014). *Şükür: Pozitif Psikolojiden Din Psikolojisine Köprü*. Dem Yayınları.
- Göcen, G. (2015). 11-12 yaş grubundaki çocukların minnettarlıkları ve hayat memnuniyetlerine etki eden aile ile ilgili faktörler. *Değerler Eğitimi Dergisi*, 13(29), 83-116.
- Göcen, G. (2016). Qualitatively exploring the relationship among gratitude, spirituality and life satisfaction in turkish-muslim children. *Spiritual Psychology and Counseling*, 1(2), 189-208. <https://doi.org/10.12738/spc.2016.2.0010>
- Göcen, G. (2022). *Kavram atlası din psikolojisi I* (2. bs.). Gazi Kitabevi.
- Göka, E. (2021). *Psikoloji varoluş maneviyat*. Kapı Yayınları.
- Harpham, E. J. (2004). Gratitude in the history of ideas. İçinde R. A. Emmons & M. E. McCullough (Ed.), *The psychology of gratitude* (ss. 19-36). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195150100.003.0002>
- Hökelekli, H. (2013). *Psikoloji, din ve eğitim yönüyle insanî değerler*. Değerler Eğitimi Merkezi Yayınları.
- İnci, B., & Kımter, N. (2021). Nankörlük psikolojisi ve dindarlık üzerine deneysel bir çalışma. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 1(51), 353-384. <https://doi.org/10.17498/kdeniz.979956>
- Karataş, Z., & Uzun, K. (2020). Şükran mı duyuyoruz yoksa minnettar mıyız? *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (56), 411-440.

- Kerr, S. L., O'Donovan, A., & Pepping, C. A. (2015). Can gratitude and kindness interventions enhance well-being in a clinical sample? *Journal of Happiness Studies*, 16(1), 17-36. <https://doi.org/10.1007/s10902-013-9492-1>
- Komter, A. E. (2004). Gratitude and gift exchange. İçinde R. A. Emmons & M. E. McCullough (Ed.), *The psychology of gratitude* (ss. 195-212). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195150100.003.0010>
- Korkmaz, S., Akyürek, R., & Karaçalı, M. (2023). Dini başa çıkma, şükür, takdir etme, endişe ve anksiyete ilişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 738-766. <https://doi.org/10.51702/esoguifd.1305224>
- Kraus, R., Desmond, S., & Palmer, Z. (2015). Being thankful: Examining the relationship between young adult religiosity and gratitude. *Journal of Religion and Health*, 54(4), 1331-1344. <https://doi.org/10.1007/s10943-014-9923-2>
- Krause, N. (2006). Gratitude toward god, stress, and health in late life. *Research on Aging*, 28(2), 163-183. <https://doi.org/10.1177/0164027505284048>
- Krause, N. (2009). Religious involvement, gratitude, and change in depressive symptoms over time. *The International Journal for the Psychology of Religion*, 19(3), 155-172. <https://doi.org/10.1080/10508610902880204>
- Lambert, N. M., Fincham, F. D., Stillman, T. F., & Dean, L. R. (2009a). More gratitude, less materialism: The mediating role of life satisfaction. *The Journal of Positive Psychology*, 4(1), 32-42. <https://doi.org/10.1080/17439760802216311>
- Lazarus, R. S., & Lazarus, B. N. (1994). *Passion and reason: Making sense of our emotions*. Oxford University Press.
- Lies, J., Mellor, D., & Hong, R. (2014). Gratitude and personal functioning among earthquake survivors in indonesia. *The Journal of Positive Psychology*, 9(4), 295-305. <https://doi.org/10.1080/17439760.2014.902492>
- Lyubomirsky, S., Dickerhoof, R., Boehm, J. K., & Sheldon, K. M. (2011). Becoming happier takes both a will and a proper way: An experimental longitudinal intervention to boost well-being. *Emotion*, 11(2), 391-402. <https://doi.org/10.1037/a0022575>
- Oğuz Duran, N., & Tan, Ş. (2013). Minnettarlık ve yaşam amaçları yazma çalışmalarının öznel iyi oluşa etkisi. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, 5(40), 154-166.
- Özakkaş, T. (2016). *Bütüncül psikoterapi*. Litera Yayıncılık.
- Özsoylar, Ö. (2019). *Çalışanların minnettarlık algısı ile psikolojik sermaye algısı arasındaki ilişki üzerine görgül bir araştırma* [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Peker, H. (2013). *Allah'ın boyasıyla boyanmak*. Timaş Yayınları.
- Roberts, R. C. (2004). The blessings of gratitude: A conceptual analysis. İçinde R. A. Emmons & M. E. McCullough (Ed.), *The psychology of gratitude* (ss. 58-78). Oxford University Press.
- Rosmarin, D. H., Pirutinsky, S., Cohen, A. B., Galler, Y., & Krumrei, E. J. (2011). Grateful to god or just plain grateful? A comparison of religious and general gratitude. *The Journal of Positive Psychology*, 6(5), 389-396. <https://doi.org/10.1080/17439760.2011.596557>

- Saeidi, S., Ebrahimi, A. M., & Soleimanian, A. (2019). The direct and indirect effects of gratitude and optimism on the marital satisfaction. *Practice in Clinical Psychology*, 7(3), 215-224. <https://doi.org/10.32598/jpcp.7.3.215>
- Seligman, M. E. P., Steen, T. A., Park, N., & Peterson, C. (2005). Positive psychology progress: Empirical validation of interventions. *American Psychologist*, 60(5), 410-421. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.5.410>
- Shelton, C. M. (2004). Gratitude: Considerations from a moral perspective. İçinde R. A. Emmons & M. E. McCullough (Ed.), *The psychology of gratitude* (ss. 259-281). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195150100.003.0013>
- Soares, E., & Szcześniak, M. (2011). Are proneness to forgive, optimism and gratitude associated with life satisfaction? *Polish Psychological Bulletin*, 42(1), 20-23. <https://doi.org/10.2478/v10059-011-0004-z>
- Soffa, N., & Nisa, Y. F. (2019). Are gratitude and religious coping have impact for psychological well being from diabetes mellitus patients? *ICRMH 2019: Proceedings of the 1st International Conference on Religion and Mental Health*, 191-201. <https://doi.org/10.4108/eai.18-9-2019.2293477>
- Tsang, J.-A., Schulwitz, A., & Carlisle, R. D. (2012). An experimental test of the relationship between religion and gratitude. *Psychology of Religion and Spirituality*, 4(1), 40-55. <https://doi.org/10.1037/a0025632>
- Upenieks, L., & Ford-Robertson, J. (2021). Give thanks in all circumstances? Gratitude toward god and health in later life after major life stressors. *Research on Aging*, 44(5-6), 392-404. <https://doi.org/10.1177/01640275211033914>
- Watkins, P. C., Uher, J., & Pichinevskiy, J. (2015). Grateful recounting enhances subjective well-being: The importance of grateful processing. *The Journal of Positive Psychology*, 10(2), 91-98. <https://doi.org/10.1080/17439760.2014.927909>
- Watkins, P. C., Woodward, K., Stone, T., & Kolts, R. L. (2003). Gratitude and happiness: Development of a measure of gratitude and relationships with subjective well-being. *Social Behavior and Personality*, 31(5), 431-451. <https://doi.org/10.2224/sbp.2003.31.5.431>
- Witvliet, C. V. O., Richie, F. J., Root Luna, L. M., & Van Tongeren, D. R. (2018). Gratitude predicts hope and happiness: A two-study assessment of traits and states. *The Journal of Positive Psychology*, 14(3), 271-282. <https://doi.org/10.1080/17439760.2018.1424924>
- Wood, A., Joseph, S., & Linley, P. (2007). Coping style as a psychological resource of grateful people. *Journal of Social and Clinical Psychology* 26(9), 1076-1093. <https://doi.org/10.1521/jscp.2007.26.9.1076>
- Wood, A. M., Joseph, S., & Maltby, J. (2008a). Gratitude uniquely predicts satisfaction with life: Incremental validity above the domains and facets of the five factor model. *Personality and Individual Differences*, 45(1), 49-54. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.02.019>
- Wood, A. M., Maltby, J., Gillett, R., Linley, P. A., & Joseph, S. (2008b). The role of gratitude in the development of social support, stress, and depression: Two longitudinal studies. *Journal of Research in Personality*, 42(4), 854-871. <https://doi.org/10.1016/j.jrp.2007.11.003>
- Yüksel, A., & Oğuz Duran, N. (2012a). Minnettarlık ölçeği'nin yetişkinlere uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışmaları. *Çağdaş Eğitim Dergisi Akademik*, 1(1), 31-40.
- Yüksel, A., & Oğuz Duran, N. (2012b). Turkish adaptation of the gratitude questionnaire. *Eurasian Journal of Educational Research*, (46), 199-215.

KUR'ÂN'DA TEMSİLİ VE TEŞBİHİ ANLATIM: İLK MUHATAPLARIN İDRAK DÜNYASI BAĞLAMINDA BELÂĞİ BİR İNCELEME**Prof. Dr., Harun ABACI****Pamukkale Üniversitesi İlahiyat Fakültesi, Temel İslam Bilimleri/Tefsir, harunabaci@pau.edu.tr, ORCID numarası: 0000-0003-2259-5722****Özet**

Bu tebliğ, Kur'ân dilinde teşbih, temsil ve somutlaştırıcı anlatımın işlevini, ilk muhatap çevrenin edebî zevki ve idrak dünyası bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır. Kur'ân'ın nazil olduğu Arap toplumu, soyut anlamları çoğu zaman dış dünyadaki görünür varlıklar, gündelik tecrübeler ve hissedilebilir olaylar üzerinden kavrayan güçlü bir belâgat geleneğine sahipti. Bu gelenekte bir sözün edebî değeri, yalnızca lafzî güzelliğiyle değil, muhatapın zihninde anlamı ne ölçüde berrak, etkili ve canlı biçimde inşa ettiğiyle de ölçülmekteydi. Kur'ân, işte böyle bir hitap ortamında nazil olmuş; mevcut edebî imkânları aşan ilahî bir söyleyişle gaybî hakikatleri, insan idrakine yakınlaştıran temsili ve teşbihî bir dil kullanmıştır. Çalışmada, Kur'ân'daki “melik”, “rab”, “abd”, “arş”, “kürsî”, “cennet” ve “cehennem” gibi kavramların, ilk muhatapların toplumsal, siyasî ve coğrafi tecrübeleriyle ilişkisi üzerinde durulacaktır. Bu kavramların Allah Teâlâ'nın mutlak hâkimiyetini, insanın kulluk konumunu ve gayb âleminin hakikatlerini beşerî idrak düzeyine indirmeden, fakat anlaşılır kılarak sunduğu gösterilecektir. Burada teşbihî dil, itikadî anlamda Allah'ı mahlûkata benzeten bir söylem değil; ilahî mesajın muhatap zihninde açıklık kazanmasını sağlayan belâğî bir anlatım üslûbu olarak ele alınacaktır. Yöntem olarak klasik belâgatın teşbih, temsil ve istiâre kavramlarından yararlanılacak; ilgili âyetler, nüzûl ortamı, Arap dil zevki ve tefsir geleneği dikkate alınarak analiz edilecektir. Böylece Kur'ân'ın teşbihî dil yapısının, ilahî hakikatleri muhatapın tecrübe dünyasıyla buluşturan güçlü bir anlam inşa mekanizması olduğu ortaya konulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kur'ân, tefsir, belâgat, teşbih, temsil.

REPRESENTATIONAL AND SIMILE-BASED EXPRESSION IN THE QUR'ÂN: A RHETORICAL STUDY IN THE CONTEXT OF THE PERCEPTUAL WORLD OF THE FIRST ADDRESSEES**Prof. Dr. Harun ABACI****Pamukkale University, Faculty of Theology, Department of Basic Islamic Sciences / Tafsîr****harunabaci@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2259-5722****Abstract**

This paper aims to examine the function of simile, representation, and concretizing modes of expression in the language of the Qur'ân within the context of the literary taste and perceptual world of its first addressees. The Arab society into which the Qur'ân was revealed possessed a powerful rhetorical tradition that often comprehended abstract meanings through visible entities in the external world, everyday experiences, and perceptible events. Within this tradition, the literary value of speech was measured not merely by its verbal elegance, but also by the extent to which it constructed meaning in the mind of the addressee in a clear, effective, and vivid manner. The Qur'ân was revealed in precisely such a communicative environment; with a divine mode of expression surpassing the existing literary possibilities, it employed a representational and simile-based language that brought unseen realities closer to human comprehension. The study will focus on the relationship between Qur'ânic concepts such as “king” (*malik*), “lord/master” (*rabb*), “servant/slave” (*'abd*), “Throne” (*'arsh*), “Footstool” (*kursî*), “Paradise” (*jannah*), and “Hell” (*jahannam*) and the social, political, and geographical experiences of the first addressees. It will be argued that these concepts present the absolute sovereignty of Allah, the servantly position of human beings, and the realities of the unseen realm without reducing them to the level of human perception, yet in a manner that renders them intelligible. In this respect, simile-based language will not be treated as a theological discourse that likens Allah to created beings, but rather as a rhetorical mode of expression that enables the divine message to gain clarity in the mind of the addressee. Methodologically, the paper will draw upon the concepts of simile (*tashbîh*), representation (*tamthîl*), and metaphor (*isti'ârah*) in classical rhetoric; the relevant verses will be analysed with reference to the context of revelation, the Arab linguistic taste, and the exegetical tradition. Thus, the study will demonstrate that the simile-based structure of Qur'ânic language constitutes a powerful mechanism of meaning-construction that brings divine truths into relation with the experiential world of the addressee.

Anahtar Kelimeler: Qur'ân, tafsîr, rhetoric, simile, representation,.

GİRİŞ

Kur'an'ın dilini anlamada en temel meselelerden biri, onun sırf “ne söylediği” değil, “nasıl söylediği”dir. Zira klasik belâgat geleneğinde sözün değeri yalnızca lafzın güzelliğiyle değil, anlamın muhatabın zihninde ne ölçüde açık, yerinde, sarsıcı ve kalıcı biçimde kurulduğuyla ölçülür. Belâgat, bu bakımdan, sözü yer ve zamana uygun olarak söyleme, yani hitabın muhatabın zihnî ve duygusal dünyasına tam isabet etmesini sağlama sanatıdır. Klasik çizginin bu temel kabulü, özellikle Abdülkâhir Cürcânî (Dinçer, 2020) sonrasında daha belirgin bir kuramsal zemine oturmuş; nazm düşüncesiyle birlikte sözün tesiri, anlam unsurlarının ilişkili ve bağlamsal dizilişi üzerinden açıklanmıştır. Bu sebeple Kur'an'ın i'câzı meselesi de yalnızca kelime seçimiyle değil, hitabın anlamı muhatabın idrakinde nasıl inşa ettiğiyle irtibatlı olarak ele alınmıştır (Kılıç, 1992).

Bu tebliğin temel iddiası şudur: Kur'an'daki temsîlî, teşbihî ve somutlaştırıcı anlatım, ilâhî hakikatleri beşerî seviyeye indirgemek için değil, onları ilk muhatapların tecrübe dünyası üzerinden anlaşılır ve etkili kılmak için işletilen belâgî bir mekanizmadır. Başka bir ifadeyle Kur'an, gaybı görünür âleme eşitlemez; fakat görünür âlemin bilinen unsurlarını, gaybın hakikatine doğru zihnî bir köprü olarak kullanır. Bu sebeple “melik”, “rab”, “abd”, “arş”, “kürsî”, “istivâ”, “yedullah”, “vechullah”, “cennet” ve “cehennem” gibi kavramlar, ontolojik eşitleme değil, idrakî yakınlaştırma oluşturur. Nitekim ilk muhataplar Kur'an'ı yazılı bir kitap olarak değil, parça parça işitilen bir hitap olarak tecrübe etmişlerdir; bu da sahne kuran, ses, imge, temsil ve karşılaştırma üreten bir söylemin etkisini daha da artırmıştır. Dolayısıyla burada savunulan yaklaşım, ne Kur'an'daki bütün tasvirleri tek çizgide “mecaz”a indirgemek ne de onları tümüyle literalist bir okumaya teslim etmektir. Asıl mesele, Kur'an'ın ilâhî hakikati insana ulaştırırken insan dilinin, özellikle de ilk muhatap Arap toplumunun semantik, kültürel ve edebî imkânlarını nasıl kullandığını göstermektir. Bu sebeple tebliğde, dönem edebiyatındaki somutlaştırma eğilimi, ilk muhatapların çöl, ticaret, kabile, kölelik, hâkimiyet, savaş, yağmur, gölge, ateş ve su tecrübeleriyle belâgî kurgu arasındaki ilişki dikkate alınacaktır. Bu çerçevede Kur'an'ın “Rabça” değil, kaynağı ilâhî olmakla birlikte Arapça bir kelâm oluşunun anlamı da daha berrak hale gelir: vahiy, ilâhîdir; fakat beyan, insanın anladığı dilin imkânlarıyla vuku bulur.

Bu tebliğin kuramsal çerçevesi, klasik belâgatın meânî-beyân-bedî' ayrımını esas almakta; özellikle beyân ilmi içinde teşbih, temsil ve istiâreyi, bedî' ilmi içinde ise müşâkeleyi ana inceleme eksenleri olarak benimsemektedir. Klasik tariflerde belâgatın hitap edilen muhataba göre açık ve kusursuz söylem geliştirme ilmi oluşu, bu çalışmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Zemahşerî (ö. 538/1144), Sekkâkî (ö. 626/1229) ve Hatîb el-Kazvîni (ö. 739/1338) çizgisinde olgunlaşan belâgat geleneği, sözü hem açıklık hem de tesir bakımından değerlendirir; bu yüzden teşbih ve istiâre yalnızca süs unsurları değil, anlamı kuran asli yapılarıdır. Modern araştırmalar da klasik belâgatın bu tespitini bir bakıma doğrulayarak metaforun, soyut alanları somut alanlar üzerinden anlaşılır kılan bilişsel bir süreç olduğunu ortaya koymuştur. Bu tasavvur edilen çerçeve, klasik belâgati ikame etmek için değil, Kur'an'ın soyutu somutla kavratma kudretini açıklamaya yardımcı sezgisel bir araç olarak kullanılacaktır.

Bu noktada “somutçuluk” ifadesini de dikkatle kullanmak gerekir. Burada kastedilen, tarihsel olarak isimlendirilmiş müstakil bir “edebî okul” değil; Câhiliye şiiri ve erken Arap hitabetinde soyut duyguları, zihnî durumları ve görünmeyen anlamları dış dünyadaki sahneler, hayvanlar, tabiat olayları, toplumsal roller ve gündelik nesneler üzerinden kuran baskın anlatım yönelişidir. Uluslararası literatürde İslam öncesi (Cahiliye dönemi) şiirin çöl çevresindeki manzaraları, hayvanları ve doğa unsurlarını insanî duygularla eşleştiren bir beyan düzeni içinde çalıştığı; Kur'an'ın ise bu aynı üslubu devralıp metafizik ve teolojik bir derinlikle dönüştürdüğü gösterilmektedir. Bu yüzden çağdaş kavramsal metafor teorisi ile klasik belâgat arasında doğrudan özdeşlik kurmak mümkün olmasa da, soyutun somut alanla kavratılması yönündeki ortak sezgi, ilk muhatapların idrak dünyasını anlamada verimli bir açıklama ortaya koyar.

Yöntem bakımından bu çalışma, nitel doküman incelemesi ile metin merkezli belâgî çözümlemeyi birlikte işletmektedir. Bu çerçevede öncelikle Kur'an'ın teşbihî, temsîlî ve mecazî anlatımına dair Türkçe ve

uluslararası literatür taranmış; klasik belâgat, tefsir, kelâm ve çağdaş Kur’ân araştırmaları alanında konuyla doğrudan ilişkili çalışmalar değerlendirilmiştir. Ardından inceleme kapsamına alınan kavram ve âyetler, üç aşamalı bir okuma sürecine tâbi tutulmuştur. İlk aşamada ilgili kavramın nüzûl dönemi Arap toplumundaki semantik alanı ve ilk muhatapların zihnindeki karşılığı tespit edilmeye çalışılmıştır. İkinci aşamada söz konusu kavram veya ifadenin klasik belâgat ve tefsir geleneğinde nasıl yorumlandığı ele alınmıştır. Üçüncü aşamada ise ilgili âyetlerdeki kullanımın teşbih, istiâre veya müşâkele bağlamındaki belâgî işlevi değerlendirilmiştir. Bu yönüyle çalışma, konuyu yalnızca kelâmî bir tartışma alanı olarak ele almamakta; Kur’ân’ın nüzûl ortamı, ilk muhatapların idrak dünyası ve Arap belâgat geleneği arasındaki ilişki üzerinden metin merkezli bir tefsir okuması geliştirmeyi amaçlamaktadır.

1. BELÂGAT-MUHATAP İLİŞKİSİ: ARAP EDEBİYATINDA SOMUTÇULUK AKIMI

Belâgatın temel şartlarından biri, sözün muhatabın idrak dünyasına uygun biçimde kurulmasıdır. Bu uygunluk, hitabın basitleştirilmesi anlamına gelmez; bilakis sözün muhatabın yaşantısı, hafızası, kültürü, dil zevki ve kavramsal anlayışıyla en güçlü ilişkiyi kurması demektir. Klasik belâgat tariflerinde öne çıkan “yerinde, yeterince ve zamanında söyleme” vurgusu da aslında hitabın anlaşılma tarafını merkeze alır. Bu sebeple bir söz, lafız bakımından ne kadar parlak ve sanatlı olursa olsun, muhatabın zihnine nüfuz etmiyor ve onda beklenen tesiri meydana getirmiyorsa belâgat değeri eksik kalır. Kur’ân açısından bu ilkenin anlamı açıktır: Vahiy, nüzûl dönemindeki Arap toplumunun dilsel, kültürel ve zihinsel zeminine hitap etmiş; fakat bunu sıradan bir tekrar yoluyla değil, mevcut beyan imkânlarını aşan ilâhî bir üslupla gerçekleştirmiştir (Kılıç, 1992).

İlk muhatapların yaşadığı coğrafya, bu belâgî ilişkiyi belirleyen en önemli unsurlardan biridir. Arap yarımadasının büyük ölçüde kurak ve çöl karakterli bir çevreye sahip olması; yağmurun kıt, suyun az, gölgenin ise hayatî değer taşıdığı bir yaşam alanı oluşturmuştur. Bu sebeple su, gölge, hurma, üzüm, rüzgâr, kasırga, yıldırım, ateş ve deve gibi unsurlar yalnızca tabîî nesneler değil, aynı zamanda güçlü kültürel ve hissi çağrışımlar taşıyan göstergeler hâline gelmiştir. Dolayısıyla çöl, sadece Kur’ân’ın indiği dış çevre değil, aynı zamanda bazı Kur’ânî kavram ve tasvirlerin ilk muhatap zihnindeki anlamını muhafaza eden önemli bir tecrübe zeminidir. Kur’ân’ın birçok kavramı, temsili ve kıssası, ilk muhatapların bu coğrafi ve kültürel şartları dikkate alındığında daha berrak biçimde anlaşılmaktadır. Bu noktada Kur’ân ile Câhiliye şiiri arasında lafız, ifade kalıpları ve imge dünyası bakımından belli ölçüde bir devamlılıktan söz edilebilir. Bununla birlikte Kur’ân, söz konusu dil ve tasavvur malzemesini mevcut hâliyle sürdürmemiş; onu tevhid merkezli yeni bir anlam örgüsü içinde yeniden inşa ederek köklü bir itikadî ve ahlâkî dönüşüme tâbi tutmuştur (Bastem & Palabıyık, 2024).

Bu çerçevede nüzûl döneminde soyut anlamların müşahhas tecrübeler üzerinden kavratılması, yüksek bir belâgat değeri taşımaktaydı. Ancak burada “somutçuluk” ifadesiyle kastedilen şey, tarihsel olarak teşekkül etmiş müstakil bir edebî akım değil; Arap beyan geleneğinde soyut duyguları, zihnî hâlleri ve görünmeyen anlamları dış dünyadaki sahneler, tabiat olayları, hayvanlar, toplumsal roller ve gündelik nesneler üzerinden anlatma yönelişidir. Câhiliye şiirinde hüznün, ayrılık, korku, ümit ve çaresizlik gibi iç dünyaya ait hâllerin çoğu zaman deve, gece, çöl, serap, fırtına, su ve yolculuk gibi müşahhas unsurlarla anlatılması bu beyan alışkanlığının açık örneklerindendir. Böylece anlam yalnızca aklî bir kavram olarak değil, muhatabın hayalinde canlanan bir sahne olarak kurulur.

Kur’ân, bu müşahhaslaştırıcı beyan zeminini reddetmemiş; bilakis ilk muhatapların aşına olduğu tecrübe alanlarını ilâhî hakikatlerin anlaşılması için güçlü bir anlatım imkânına dönüştürmüştür. Meselâ Allah’a bağlanmanın güven verici mahiyeti “sağlam kulp” anlamındaki *urvetü’l-vüskâ* ifadesiyle anlatılır (el-Bakara 2/256; Lokmân 31/22). Bu ifade, düşme yahut kopma endişesi taşıyan insan için fizikî emniyet duygusunu hatırlatır. Allah’tan başkasına dayanmanın zayıflığı ise örümcek evi temsiliyle ortaya konur (el-Ankebût 29/41). Örümcek yuvası, görünüşte bir barınak olmakla birlikte gerçekte son derece dayanıksızdır; böylece bâtıl inançların dışarıdan varlık izlenimi veren, fakat hakikat karşısında hiçbir güvence sağlamayan yapısı muhatabın zihninde canlı biçimde belirir. Aynı şekilde inkârcıların amellerinin boşa çıkması, fırtınalı bir günde külün

savrulmasına benzetilir (İbrâhîm 14/18). Bu temsil, emeklerin yok oluşunu soyut bir kayıp olmaktan çıkarıp gözle görülür bir dağılma sahnesine dönüştürür.

Hidayet ve dalâletin nur ve zulmet kavramlarıyla anlatılması da ilk muhatapların tecrübe dünyası bakımından son derece anlamlıdır (el-Bakara 2/257; İbrâhîm 14/1; el-Hadîd 57/9). Çöl şartlarında ışık; yol bulma, emniyet ve hayatta kalma imkânı demektir. Karanlık ise yönsüzlük, korku ve helâk ihtimalini çağrıştırır. Bu sebeple Kur’ân’ın iman ve hidayeti nur; inkâr ve sapmayı ise zulmet üzerinden ifade etmesi, yalnızca mecazî bir söyleyiş değil, muhatapın hayatî tecrübesine doğrudan temas eden güçlü bir belâgî tercihtir. Benzer şekilde Allah’tan başkasına yönelen kimsenin duası yahut beklentisi, avuçlarını suya doğru açıp onun ağzına ulaşmasını bekleyen kimsenin durumuna benzetilir (er-Ra’d 13/14). Suyun hayatî değer taşıdığı bir çevrede bu temsil, bâtil ilahlara yönelen insanın sonuçsuz beklentisini son derece çarpıcı biçimde ortaya koyar. Burada muhataba sadece “şirk faydasızdır” denilmez; şirkin beyhudeliği, susuzluk ve suya ulaşamama tecrübesi üzerinden hissedilir hâle getirilir.

Kur’ânî lafızların ilk muhatapların zihninde güçlü hissî karşılıklar taşıdığı başka örneklerde de görülür. “Hüdâ” lafzı, çöl şartlarında yolunu kaybeden kimseye rehberlik edilmesi çağrışımıyla düşünüldüğünde daha canlı bir anlam kazanır. Kur’ân’da hidayetin doğru yola iletme anlamıyla kullanılması bu tecrübe alanını çağrıştıracak genişliktedir (el-Fâtîha 1/6; el-Bakara 2/2; el-En’âm 6/71). Aynı şekilde “zürkâ” (Tâhâ 20/102) kelimesi, susuzluk, korku ve dehşet sebebiyle gözleri donuklaşmış, şaşkın ve perişan kimseleri hatırlatan bir tasvir olarak okunabilir. Bu tür kullanımlar, Kur’ân’ın soyut hakikatleri salt kavramsal ve teorik bir dille değil; muhatapın bedenî tecrübesinde, sosyal hafızasında ve yaşadığı çevrenin müşahhas sahnelerinde karşılığı bulunan ifadelerle inşa ettiğini göstermektedir (Bastem & Palabıyık, 2024).

Bu ölçü, cennet ve cehennem tasvirlerinde de açık biçimde görülür. Kur’ân’ın cenneti ırmaklar, gölgelikler, serinlik, meyveler ve güvenlik alanı olarak tasvir etmesi, suya ve gölgeye büyük değer atfeden bir coğrafyada yaşayan muhataplar için güçlü bir ikna ve cezbe unsuru taşır (el-Bakara 2/25; Âl-i İmrân 3/15; en-Nisâ 4/57; er-Ra’d 13/35; Muhammed 47/15; el-İnsân 76/14). Buna karşılık cehennemin kaynar su, kavurucu rüzgâr, zakkum, duman, zincirler ve yakıcı ateş üzerinden anlatılması, görünmeyen âhîret azabını bedenî çok iyi bildiği tecrübeler üzerinden muhataba yaklaştırır (ed-Duhân 44/43-46; Muhammed 47/15; el-Vâkıa 56/42-44; el-Hâkka 69/30-32; el-Mürselât 77/30-31; el-Gâşiye 88/4-7). Nitekim günümüz tefsir çalışmalarında da cennet tasvirlerinde su ve gölgenin ilk muhatapın çevre şartları açısından özel önem taşıdığı; cehennem anlatısında ise soyut bir âhîret olgusunun tecsîm, mecaz ve teşhis gibi anlatım imkânlarıyla müşahhaslaştırıldığı vurgulanmıştır (Günay, 2014).

Burada dikkat edilmesi gereken temel husus, Kur’ân’ın mevcut lafız, tasvir ve imge unsurlarını aynen tekrar etmekle yetinmemesidir. Câhiliye şiirinde çöl, yağmur, yıldırım, hayvanlar, bitkiler ve mekânlar çoğu zaman yaşanan çevrenin doğal unsurları olarak tasvir edilirken, Kur’ân bu unsurları itikadî ve ahlâkî bir anlam çerçevesi içinde yeniden konumlandırır. Bu bakımdan yağmur yalnızca tabiî bir hadise değil; ilâhî rahmetin, yeniden dirilişin ve vahyin aklen kavranabilirliğinin delili hâline gelir (er-Rûm 30/48-50; Fâtır 35/9; Kâf 50/9-11). Yıldırım da salt fizikî bir tabiat olayı olarak kalmaz; iman, inkâr, korku, ümit ve ilâhî kudret arasındaki gerilimi somutlaştıran güçlü bir temsil unsuruna dönüşür (el-Bakara 2/19-20; er-Ra’d 13/12-13). Hayvanlar, bitkiler ve mekânlar ise yalnızca tasvirî yahut edebî öğeler olmaktan çıkarak Allah’ın kudretine, hikmetine ve birliğine işaret eden âyetler olarak anlam kazanır (el-Bakara 2/26; en-Nahl 16/10-11, 66-69; el-Hac 22/73; el-Ankebût 29/41). Bu sebeple Kur’ân’daki temsîlî ve teşbihî anlatım, ilk muhatapların aşına olduğu müşahhas dünyaya yaslanmakla birlikte, bu dünyanın anlam çizgisini tevhid merkezli bir bakışla yeniden inşa eder (Yazar & Batur, 2025).

Sonuç olarak Kur’ân’daki müşahhaslaştırıcı anlatım, ilâhî hakikatlerin beşerî düzeye indirgenmesi anlamına gelmez. Aksine bu anlatım, aşkın hakikatlerin insan idrakine uygun bir beyan diliyle sunulmasıdır. Kur’ân gaybı görünür (şehâdet) âleme eşitlemez; fakat görünür (şehâdet) âlemin muhatap tarafından bilinen unsurlarını,

gaybî hakikatlerin anlaşılması için bir idrak köprüsü hâline getirir. Bu yönüyle teşbih, temsil ve müşahhaslaştırma, Kur’ân dilinde yalnızca edebî süs unsurları değil; anlamı açıklayan, kuvvetlendiren ve muhatabın zihninde kalıcı hâle getiren temel belâğî mekanizmalardır.

2. TEŞBİH: NÜZÛL DÖNEMİ ARAP DİL ZEVKİ VE TEŞBİH TÜRLERİ

Teşbih, Arap dili beyan geleneğinin en temel anlatım vasıtalarından biridir. Klasik belâgat açısından teşbih, aralarında ortak bir yön bulunan iki şeyden birini diğerine benzetmekten ibaret görünse de, onun asıl işlevi yalnızca benzerlik kurmak değildir. Teşbih, gizli olan anlamı açığa çıkarmak, uzak ve soyut olanı muhatabın zihnine yaklaştırmak, kavranması güç hakikatleri bilinen tecrübe alanları üzerinden ortaya koymak için kullanılan güçlü bir beyan yoludur. Bu sebeple Kur’ân’daki teşbihler, sadece estetik bir süs unsuru olarak değil, anlamın inşa edildiği temel belâğî yapılardan biri olarak değerlendirilmelidir (Koçak, 2007; Arslan, 2008; Dinçer, 2020).

Kur’ân’ın teşbihî anlatımı, nüzûl dönemindeki Arap dil zevkiyle derin bir irtibat içindedir. İlk muhatapların edebî dünyasında bir sözün etkisi, çoğu zaman muhatabın zihninde ne kadar canlı ve açık bir sahne kurabildiğiyle ölçülmekteydi. Bu sebeple Kur’ân, muhatabın yabancı olduğu teşbih sanatını en üst düzeyde kullanmış; fakat onu Câhiliye şiirindeki estetik ve tasvirî işleviyle sınırlı bırakmamıştır. Teşbihin tarafları olan müşebbeh ve müşebbeh bih, çoğu zaman nüzûl ortamının gündelik hayatından, çöl tecrübesinden, toplumsal ilişkilerinden, tabiat olaylarından ve muhatabın hissi dünyasında karşılığı bulunan unsurlardan seçilmiştir. Ateş, yağmur, karanlık, yıldırım, ağaç, örümcek evi, kölelik, ticaret, su, gölge, hayvanlar ve bitkiler bu bağlamda yalnızca dış dünyaya ait nesneler değil, soyut hakikatlerin kavratılmasında kullanılan belâğî göstergelerdir.

Kur’ân teşbihlerinin başlıca işlevlerinden biri beyandır. Bilinmeyen veya kavranması güç olan bir hakikat, bilinen ve tecrübe edilen bir sahne üzerinden açıklığa kavuşturulur. Münafıkların hâlinin ateş yakan, sonra da karanlıkta kalan kimseye benzetilmesi (el-Bakara 2/17) veya gökten gelen sağanak, karanlık, gök gürültüsü ve şimşek karşısında şaşkına dönen kimseler üzerinden tasvir edilmesi (el-Bakara 2/19-20), iman-küfür gerilimini soyut bir açıklama olmaktan çıkarıp hissedilir bir korku, şaşkınlık ve yönsüzlük sahnesine dönüştürür. Benzer şekilde dünya hayatının gökten inen suyla yeşeren, ardından kuruyup savrulan bitki örtüsüne benzetilmesi (el-Kehf 18/45), faniliği teorik bir kavram olmaktan çıkarır; insanın gözünün önünde gerçekleşen bir tabiat hadisesi üzerinden kalıcı bir ibret hâline getirir.

Teşbihin bir diğer işlevi tezyin ve takbihtir. Tezyin yoluyla güzel olan hakikat, muhatabın gönlünde daha cazip ve sevilir hâle getirilir; takbih yoluyla da çirkin olan şey, nefret ve sakınma duygusu uyandıracak biçimde tasvir edilir. Cennet tasvirlerinde ırmaklar, gölgeler, meyveler, serinlik ve güvenlik unsurlarının öne çıkarılması, özellikle suya ve gölgeye büyük değer atfeden bir çevrede cennetin arzu edilirliliğini kuvvetlendirir (el-Bakara 2/25; en-Nisâ 4/57; er-Ra’d 13/35; Muhammed 47/15). Buna karşılık cehennemın kaynar su, kavurucu sıcak, zakkum, duman ve zincirler üzerinden anlatılması, azabı yalnızca haber verilen bir sonuç olmaktan çıkarıp bedenın ürpererek kavrayabileceği müşahhas bir gerçeklik hâline getirir (ed-Duhân 44/43-46; el-Vâkıa 56/42-44; el-Hâkka 69/30-32; el-Gâşiye 88/4-7). Böylece teşbih, hem rağbeti hem de sakındırmayı güçlendiren bir irşad vasıtası olarak işlev görür.

Kur’ân’da teşbih-i temsil türünün önemli bir yer tuttuğu görülür. Bu tür teşbihte yalnızca tek bir nesne başka bir nesneye benzetilmez; bir hâl, durum veya ilişki bütünü başka bir hâl ve durumla karşılaştırılır. Tevhid ile şirkin farkını anlatan, birden çok efendisi bulunan köle ile tek bir efendiye bağlı köle temsili buna açık bir örnektir (ez-Zümer 39/29). Bu temsil, şirkin insan ruhunda meydana getirdiği parçalanmışlığı ve tevhidin sağladığı istikameti, ilk muhatapların çok iyi bildiği efendi-köle ilişkisi üzerinden ortaya koyar. Aynı şekilde Allah’tan başkasına güvenenlerin durumu, kendisine ev edinen örümceğin hâline benzetilir: “Evlerin en zayıfı, şüphesiz örümceğin evidir” (el-Ankebût 29/41). Burada temsilin odak noktası, örümcek ipeğinin malzeme olarak fizikî mukavemeti değil, örümcek ağının “ev” ve “barınak” olarak koruyuculuk vasfıdır. Nitekim modern bilimsel

çalışmalarda örümcek ipeğinin yüksek çekme dayanımına, esnekliğine ve tokluğuna sahip dikkat çekici bir biyomalzeme olduğu belirtilmektedir. Özellikle bazı örümcek ipekleri, ağırlıklarına oranla oldukça dayanıklı lifler arasında değerlendirilir; örümcek ağının mekanik dayanıklılığı da yalnızca tek tek liflerin sağlamlığından değil, bu liflerin ağ içindeki geometrik düzeninden, esneme kabiliyetinden ve yükü yerel biçimde dağıtabilmesinden kaynaklanır. Ancak bu durum, âyetteki temsille herhangi bir çelişki doğurmaz. Çünkü âyet, örümcek ipeğinin teknik dayanımını değil, örümceğin kurduğu yapının bir “mesken” olarak zayıflığını konu edinmektedir. Bir ağ, av yakalama, titreşimleri algılama veya sınırlı bir barınma işlevi görebilir; fakat insan zihninde “ev” denildiğinde beklenen kuşatıcı koruma, güvenlik, sığınma ve muhafaza etme işlevini sağlamaz. Bir el dokunuşuyla, bir süpürmeyle yahut tutunduğu noktalardan birinin kopmasıyla dağılabilen bu yapı, dış görünüşte bir mesken izlenimi verse de hakikatte güvenilir bir sığınak değildir. Kur’ân’ın temsilde vurguladığı zayıflık da tam olarak bu noktadadır. Allah’tan başkasına dayanmak da böyledir: Dışarıdan bir güç, düzen ve himaye görünümü taşıyabilir; fakat hakikat karşısında insanı koruyacak sağlam bir dayanak oluşturmaz. Bu bakımdan modern bilimsel araştırmalarda örümcek ipeğinin güçlü bir biyomalzeme olarak tanımlanması, âyetin işaret ettiği belâğî anlamı nakzetmez; zira Kur’ân burada malzeme bilimi dersi vermemekte, muhatabın kolayca müşahade edebileceği bir yapı üzerinden bâtil dayanakların koruyuculuk bakımından ne kadar kırılgan olduğunu temsili bir dille ortaya koymaktadır.

Kur’ân’da teşbih-i belîğ ve yoğunlaştırılmış teşbih yapıları da dikkat çekicidir. Teşbih edatının veya vech-i şebihin açıkça zikredilmediği durumlarda anlam daha güçlü ve doğrudan bir şekilde muhatabın zihnine yerleşir. Güzel sözün; kökü sağlam, dalları göğe uzanan güzel bir ağaca benzetilmesi (İbrâhîm 14/24-25), kötü sözün ise yerden koparılmış, tutunacak kökü bulunmayan kötü bir ağaca benzetilmesi (İbrâhîm 14/26), iman, hakikat ve bâtil arasındaki farkı canlı bir ağaç tasviri üzerinden kavratır. Burada güzel söz, yalnızca doğru bir ifade değildir; kökü sabit, meyvesi sürekli, bereketi devam eden bir hayat ilkesidir. Kötü söz ise köksüz, dayanıksız ve devamlılığı olmayan bir sapma biçimi olarak tasvir edilir.

Nûr sûresindeki nûr temsili, Kur’ân’daki teşbihî anlatımın en yoğun örneklerinden biridir. Âyette ilâhî hidayet aydınlatıcı mahiyeti, kandil, cam fanus, parlak yıldız ve mübarek zeytin ağacından elde edilen yağ gibi unsurlarla tasvir edilir (en-Nûr 24/35). Burada soyut olan hidayet hakikati, ışığın fiziksel parlaklığı ve yayılışı üzerinden muhatabın idrakine yaklaştırılır. Kandil, cam ve yağ gibi unsurlar, ilk muhatapların günlük hayatında ışığın ortaya çıkmasını ve güçlenmesini sağlayan bilinen vasıtalar. Böylece hidayet, sadece zihinsel bir doğruluk bilgisi değil, insanın içini ve çevresini aydınlatan, karanlığı gideren ve yön tayin ettiren bir ışık olarak kavratılır. Bu temsil, soyut bir hakikatin müşahhas unsurlarla ne derece derin ve katmanlı biçimde anlatılabileceğini göstermesi bakımından son derece önemlidir.

Sâffât sûresinde zakkum ağacının tomurcuklarının şeytanların başlarına benzetilmesi de Kur’ân teşbihinin dikkat çekici örneklerindendir (es-Sâffât 37/62-65). Burada müşebbeh bih, muhatapların fiziksel olarak gördüğü bir nesne değildir; fakat Arap tahayyülünde şeytan, çirkinlik, korkunçluk ve tiksindiriciliğin en güçlü imgelerinden biri olarak yerleşmiştir. Bu sebeple zakkumun meyveleri, doğrudan görülen bir varlığa değil, zihinde kesin bir ürperti ve çirkinlik duygusu uyandıran bir imgeye benzetilmiştir. Böylece teşbih, sadece görülen nesneler arasında kurulmamış; muhatabın hayal dünyasında yerleşik olan korku ve çirkinlik tasavvurunu da kullanarak cehennem azabının dehşetini hissettirmiştir. Bu yönüyle Kur’ân teşbihi, yalnızca duyulara değil, muhatabın kültürel tahayyülüne ve hissî hafızasına da hitap eder.

Kur’ân’da hayvanlar üzerinden kurulan teşbihler de ilk muhatapların gündelik gözlem alanıyla doğrudan ilişkilidir. Allah’ın âyetlerini yalanlayan veya onlardan yüz çeviren kimselerin köpeğe benzetilmesi (el-A’râf 7/176), kendisine kitap yükletildiği hâlde onun gereğini taşımayan kimsenin kitap taşıyan eşeğe benzetilmesi (el-Cum’a 62/5) ve insanların kıyamet gününde yayılmış pervaneler gibi tasvir edilmesi (el-Kâria 101/4), soyut ahlâkî ve itikadî durumları canlı, keskin ve unutulmaz sahnelerle dönüştürür. Bu teşbihlerde amaç yalnızca benzetme yapmak değil, muhatabın zihninde ilgili hâlin değerini belirlemektir: kimi zaman küçüklük, kimi

zaman acizyet, kimi zaman dağınıklık, kimi zaman da sorumluluğu taşıyamama hâli müşahhas bir tasvirle ortaya konur.

Bu örnekler, Kur'ân'daki teşbihin Câhiliye şiirindeki benzetme geleneğiyle biçimsel bir yakınlık taşıdığını, fakat işlev bakımından onu aştığını göstermektedir. Câhiliye şiirinde teşbih çoğu zaman sevgiliyi, kahramanı, savaş sahnesini, hayvanı veya tabiatı daha etkileyici biçimde tasvir etmek için kullanılırken, Kur'ân teşbihi itikadî, ahlâkî ve uhrevî bir beyan vasıtasına dönüştürür. Başka bir ifadeyle Kur'ân, ilk muhatapların bildiği benzetme imkânlarını kullanır; fakat bu imkânları tevhid, hidayet, kulluk, âhiret, sorumluluk ve ilâhî kudret gibi temel hakikatlerin anlaşılmasına yöneltir. Bu sebeple Kur'ân'daki teşbih, ne sadece edebî süs ne de basit bir açıklama tekniğidir; ilâhî hitabın muhatap zihninde açıklık, etki ve kalıcılık kazanmasını sağlayan aslî bir anlam inşa mekanizmasıdır.

3. İSTİÂRE: GAYBÎ KAVRAMLARIN İDRAKİ VE “ARAPÇA KELÂM” HAKİKATİ

İstiâre, klasik belâgat tariflerinde benzerlik ilgisine dayanan lugavî mecazın en güçlü türlerinden biri olarak ele alınır. En özlü ifadesiyle istiâre, teşbihin taraflarından birinin hafzedilmesi ve bir lafzın, aradaki benzerlik münasebeti sebebiyle kendi asli anlam alanından başka bir anlam alanına nakledilmesidir. Beyân ilmi, anlamın farklı ifade yollarıyla açıklığa kavuşturulmasını konu edinir ve genel olarak teşbih, istiâre, mecaz ve kinaye gibi temel anlatım sanatları etrafında şekillenir. Bu sanatlar içerisinde istiâre, belâğî yoğunluk ve ifade kuvveti bakımından en etkili beyan yollarından biri kabul edilir. Çünkü teşbihte benzeyen ile benzetilen arasındaki ilişki açıkça korunurken, istiârede bu ilişki daha güçlü bir iddia ile kurulur; benzetme unsurlarından biri hafzedilir ve lafız doğrudan yeni anlam alanı içinde işletilir. Böylece istiâre, anlamı yalnızca açıklamakla kalmaz; onu daha yoğun, daha etkili ve daha çarpıcı bir ifade düzeyine taşır. Bu bakımdan hakikat, yani bir lafzın doğrudan kendi vaz' olunduğu anlamda kullanılması, beyânî sanatlar açısından en sade ifade düzeyini temsil eder. Buradaki “sadelik”, hakikat kullanımının değersiz olduğu anlamına gelmez; sadece teşbih, istiâre, mecaz ve kinaye gibi sanatlı anlatım yollarında bulunan ilave belâğî yoğunluğun hakikat kullanımında bulunmadığını ifade eder. Zira hakikat, anlamı doğrudan bildirir; teşbih anlamı karşılaştırma yoluyla açıklar; mecaz lafzı başka bir münasebetle yeni bir alana taşır; kinaye anlamı dolaylı biçimde sezdirir; istiâre ise benzetme ilişkisini en yoğun şekilde kurarak lafza yeni bir anlam derinliği kazandırır. Bu sebeple istiâre, klasik beyan geleneğinde en güçlü ve en mübalağalı anlatım yollarından biri olarak değerlendirilmiştir. Kur'ân'daki istiâre anlatım da bu çerçevede anlaşılmalıdır. Kur'ân'da birçok yerde teşbihin taraflarından biri açıkça zikredilmez; bunun yerine bir tecrübe alanına ait lafızlar başka bir hakikat alanına taşınır. Böylece görünmeyen, soyut yahut idraki güç bir mana, muhatapın bildiği müşahhas bir alan üzerinden kavranabilir hâle gelir. Ticaret, yolculuk, ışık, karanlık, hastalık, hayat, ölüm, kazanç, zarar, mühürlenme ve kalbin katılaşması gibi ifadeler, yalnızca lafzî süs unsurları değil; iman, küfür, hidayet, dalâlet, arınma ve sapma gibi derin dinî hakikatleri muhatapın zihnine yaklaştıran belâğî yapılarıdır. Bu yönüyle Kur'ân'daki istiâre, lafızda meydana gelen basit bir anlam kayması değil, gaybî ve ahlâkî hakikatlerin insan idrakinde açıklık kazanmasını sağlayan temel bir anlam inşa mekanizmasıdır. Dolayısıyla istiârenin Kur'ân'da yaygın biçimde kullanılması tesadüfî değildir. Kur'ân, insanın doğrudan kavramakta zorlanabileceği metafizik ve ahlâkî hakikatleri, muhatapın bildiği dil ve tecrübe alanları üzerinden ortaya konulur. Ancak bunu yaparken hakikati beşerî düzeye indirgemez; aksine beşerî dilin imkânlarını kullanarak insan idrakini ilâhî hakikate yöneltir. Bu sebeple istiâre, Kur'ân dilinde hem açıklayıcı hem etkileyici hem de irşad edici bir işleve sahiptir (Arslan, 2008).

Kur'ân'ın gündelik hayata ait birçok alanı iman, küfür, hidayet, dalâlet, arınma, sapma, mükâfat ve ceza gibi soyut konuların diline dönüştürmesi, istiârenin bu kurucu işlevini açıkça gösterir. Ticaret alanından alınan “kâr”, “zarar”, “alışveriş”, “satma” ve “kazanç” dili; iman ve inkârın sonuçlarını anlatmak için kullanılır. Nitekim hidayete karşılık dalâleti satın alanların ticaretlerinin kâr getirmediği bildirilir (el-Bakara 2/16). Görme alanından alınan “körlük”, “aydınlık” ve “karanlık” dili; hakikati görme veya ondan mahrum kalma hâlini ifade eder (el-Bakara 2/257; İbrâhîm 14/1). Beden ve sağlık alanından alınan “kalpte hastalık”, “mühürlenme” ve

“kalbin katılaşması” gibi ifadeler ise itikadî ve ahlâkî bozulmayı gösteren güçlü istiârî yapılardır (el-Bakara 2/7, 10, 74). Böylece insan zihni, zaten bildiği bir tecrübe alanının yapısını yeni bir hakikat alanına aktararak anlam kurar.

Bu çerçevede Kur’ân’ın Arapça oluşu özel bir önem taşır. Kur’ân, kaynağı itibarıyla ilâhî bir kelâm olmakla birlikte, beyan bakımından Arap diliyle nazil olmuştur. Bu durum, vahyin beşerî seviyeye indirgenmesi anlamına gelmez; bilakis ilâhî hitabın insan tarafından anlaşılabilir bir dilin imkânları içinde tecelli etmesini ifade eder. Kur’ân’ın kendisini “Arapça bir Kur’ân” olarak nitelemesi de bu hakikate işaret eder (Yûsuf 12/2; ez-Zümer 39/28; Fussilet 41/3). Dolayısıyla Kur’ân’da yer alan “rab”, “abd”, “melik”, “mâlik”, “arş”, “kürsî”, “yed”, “vech” ve “istivâ” gibi lafızlar, Allah’ın zât ve sıfatlarının mahiyetini beşerî ölçülere indiren ifadeler değildir. Bunlar, ilk muhatapların dil dünyasında güçlü karşılıkları bulunan anlam alanları üzerinden ilâhî hakikatleri açıklığa kavuşturan kelimelerdir. Başka bir ifadeyle vahiy, muhatabın bildiği lafızları kullanmış; fakat onları tevhid, tenzih ve mutlak rubûbiyet ekseninde yeniden düzenlemiştir.

Bu istiârî ve semantik dönüşümün en dikkat çekici alanlarından biri “rab” ve “abd” ilişkisidir. Nüzûl dönemi Arap dilinde “rab” kelimesi sahip, efendi, idare eden, terbiye eden, ıslah eden ve koruyup gözetken kimse anlam alanlarına sahipti. Bu kelime bazen evin sahibi, bazen bir topluluğun reisi, bazen de bir varlığın idaresini elinde bulunduran kişi için kullanılabiliyordu. Kur’ân ise bu mevcut anlam alanını tashih etmiş, dar ve izafi sahiplikleri aşan mutlak rubûbiyet fikrini bu kelime üzerinden inşa etmiştir. “Rabbu’l-âlemîn” ifadesiyle Allah, yalnızca belirli bir topluluğun veya varlık alanının değil, bütün varlıkların sahibi, yöneticisi, terbiye edicisi ve idare edicisi olarak tanıtılmıştır (el-Fâtiha 1/2). Buna karşılık “abd” kavramı, insanın Allah karşısındaki kulluk, bağlılık, itaat ve ihtiyaç konumunu ifade eden merkezi bir kavram hâline gelmiştir. Böylece efendi-kul ilişkisine dair bilinen sosyal anlam alanı, Allah-insan ilişkisini anlatan tevhidî bir zemine taşınmıştır (Sevgi, 2024).

Aynı semantik dönüşüm “melik”, “mâlik” ve “mülk” kavramlarında da görülür. İlk muhatapların dünyasında hükümdarlık, mülk, emir, itaat, tasarruf, hüküm ve otorite fikri, hem toplumsal hem de siyasî hayatın güçlü çağrışımlarına sahipti. Kur’ân, Allah için “melik”, “mâlik” ve “mâlikü’l-mülk” ifadelerini kullanırken Allah’ı beşerî bir hükümdara benzetmez; aksine beşerî hâkimiyet tasavvurlarını aşan mutlak ilâhî hükümlanlığı bildirir (el-Fâtiha 1/4; Âl-i İmrân 3/26; el-Haşr 59/23). Bu kullanımda insanın bildiği en güçlü otorite dili, Allah’ın bütün varlık üzerindeki mutlak tasarrufunu anlatmak için istihdam edilmiştir. Böylece mülk ve hâkimiyet alanına ait lafızlar, sınırlı siyasî anlamlarından arındırılarak ilâhî kudret, adalet ve hükümlanlık semantiği içinde yeniden konumlandırılmıştır.

Bu bağlamda “arş”, “kürsî” ve “istivâ” gibi ifadeler de özel bir dikkatle ele alınmalıdır. Arş ve kürsî, beşerî tecrübe dünyasında hükümlanlık, merkezî otorite, yüksek makam ve tasarruf kudretiyle ilişkili sembolik anlamlar taşır. Kur’ân’da “arş” ve “kürsî” lafızlarının kullanılması, Allah’ın fiziksel bir taht veya mekânla sınırlı olduğu anlamına gelmez. Bu ifadeler, ilk muhatapların bildiği en güçlü egemenlik sembolleri üzerinden Allah’ın mutlak hâkimiyetini, kuşatıcı ilmini ve kâinat üzerindeki sınırsız tasarrufunu anlatır (el-Bakara 2/255; Tâhâ 20/5). “İstivâ” lafzı da literal biçimde mekân tutma veya cisimsel yerleşme olarak anlaşılmamalıdır. Tenzih ilkesini esas alan kelâmî ve tefsirî gelenekte bu ifade, Allah’ın yaratma, düzenleme, hükmetme, tedbir ve tasarruf kudretini bildiren bir beyan olarak değerlendirilmiştir. Buradaki esas maksat, Allah’ın varlık düzeni üzerindeki mutlak egemenliğini muhatabın anlayabileceği bir hâkimiyet dili içinde açıklamaktır (Gülverdi & Ekinci, 2024).

“Yedullah” ve “vechullah” gibi haberî ifadeler de aynı belâgî çerçevede değerlendirilmelidir. Arap dilinde “el” yalnızca fiziksel organ anlamıyla sınırlı değildir; kudret, tasarruf, yardım, nimet, sahiplik ve destek gibi anlam alanlarına da açılır. Bu sebeple “Allah’ın eli” ifadesi, bağlamına göre Allah’ın kudreti, yardımı, nimeti, desteği yahut tasarrufu anlamında anlaşılmıştır (el-Fetih 48/10; el-Mâide 5/64). “Vech” lafzı da yalnızca yüz organına işaret etmez; yöneliş, rıza, zât, kabul ve Allah için yapılan amelin gayesi gibi anlam alanlarıyla ilişkilidir (el-Bakara 2/115; er-Rahmân 55/27; el-Leyl 92/20). Bu tür ifadeler, bağlamlarından kopararak fizikî anlamlarına

hapsedildiğinde teşbih ve tescim tehlikesi doğar. Oysa belâğî ve bağlam merkezli okuma, bu lafızların Allah'ın zâtını mahlûkata benzetmek için değil, ilâhî fiil ve tasarrufları insan idrakine yaklaştırmak için kullanıldığını gösterir.

Bu noktada tenzih ilkesi belirleyicidir. İnsan, Allah hakkında ancak insan dilinin imkânlarıyla konuşabilir; fakat insan dilinin kullanılması, Allah'ın insanî özelliklerle nitelenmesi anlamına gelmez. Kur'an, insan biçimci bir ilâh tasavvurunu onaylamaz; bununla birlikte vahiy, insanlara yine onların anlayabileceği kelimeler, ilişkiler ve tasvirler üzerinden hitap eder. Bu sebeple "Rahmân" ve "Rahîm" isimleri de beşerî duyguların Allah'a aynen aktarılması şeklinde anlaşılmamalıdır. "Rahmet" kökünün insan dünyasında şefkat, merhamet ve akrabalık bağıyla ilişkili çağrışımları bulunsun da Kur'an bu lafzı Allah hakkında kullandığında onu bütün varlığı kuşatan, yaratma, yaşatma, bağışlama ve ihsan etme fiillerini içine alan ilâhî bir rahmet anlamına yükseltir. Böylece bilinen bir anlam alanı, Allah hakkında tenzihî bir çerçevede yeniden düzenlenir (Mohamad & Sahad, 2025).

Cennet ve cehennem tasvirleri de istiârî ve temsili anlatımın yoğunlaştığı alanlardandır. Cennet; bahçe, gölge, akarsu, serinlik, meyve, emniyet ve yakınlık temalarıyla anlatılırken, cehennem; ateş, kaynar su, duman, zakkum, zincir, kavurucu rüzgâr ve kuşatıcı azap sahneleriyle tasvir edilir (el-Bakara 2/25; en-Nisâ 4/57; Muhammed 47/15; ed-Duhân 44/43-46; el-Vâkıa 56/42-44; el-Hâkka 69/30-32). Bu tasvirler, gayb âleminin mahiyetini bütünüyle kuşatan fizikî betimlemeler olarak görülmemelidir; aynı şekilde bütünüyle sembolik ve hakikat değeri olmayan anlatımlar şeklinde de değerlendirilmemelidir. Daha isabetli olan, bu tasvirleri gaybî hakikatleri muhatabın hissi ve tecrübi dünyasına yaklaştıran belâğî beyan alanları olarak okumaktır. Böylece âhiret hakikati, mahiyeti tüketilmeden fakat insan idrakine hitap edecek şekilde anlatılmış olur (Günay, 2014; Gülverdi & Ekinci, 2024).

Netice itibarıyla Kur'an'daki istiârî anlatım, ilâhî hakikatleri beşerî tasavvur düzeyine indirgemek için değil, onları insanın anlayabileceği dil ve tecrübe alanları üzerinden açıklığa kavuşturmak için kullanılmıştır. Kur'an, "Arapça kelâm" oluşu sebebiyle muhatabın bildiği kelimeler, toplumsal ilişkiler, siyasî semboller ve gündelik tecrübelerle konuşur; fakat bu unsurları olduğu gibi bırakmaz, onları tevhid merkezli bir anlam düzeni içinde dönüştürür. Bu nedenle "rab", "abd", "melik", "arş", "kürsî", "yed", "vech" ve "istivâ" gibi kavramlar, Allah'ı mahlûkata benzeten ifadeler değil; insanın sınırlı idrakini ilâhî hakikate yönelten belâğî ve semantik köprülerdir. İstiâre de bu köprünün en güçlü beyan vasıtalarından biridir.

4. MÜŞÂKELE: KARŞILIKLILIK İLKESİ VE İLÂHÎ SÖYLEMDE BELÂĞÎ CEVAP

Müşâkele, belâgat ilminde bir lafzın aynı bağlam içinde önce bilinen veya hakikî anlamına yakın biçimde, ardından ona lafzen benzeyen fakat anlam bakımından farklı bir karşılıkla kullanılmasıdır. Daha açık bir ifadeyle müşâkele, muhatabın sözüne yahut fiiline, onun kullandığı lafızla cevap verilmesi; ancak bu lafzın ikinci kullanımda aynı hakikî anlamı değil, bağlamın gerektirdiği farklı ve uygun bir manayı taşımasıdır. Bu yönüyle müşâkele, lafız benzerliği üzerinden mana farkı üreten ince bir bedî' sanatıdır. Fakat Kur'an'daki kullanımı dikkate alındığında müşâkele yalnızca edebî bir incelik olarak görülemez; bilakis özellikle Allah'a nispet edilen bazı fiillerin doğru anlaşılması bakımından itikadî ve tefsirî öneme sahip bir yorum ilkesidir (Yerinde, 2018).

Kur'an'da Allah'a nispet edilen "istihzâ", "hud'a", "mekr", "keyd", "nisyân" gibi fiiller bu çerçevede değerlendirilmelidir. Bu tür ifadelerde lafzın zahirine takılıp kalmak, Allah hakkında eksiklik, acziyet, hile, unutmaya veya alay gibi mahlûkata ait noksan sıfatlar vehmettirebilir. Oysa Kur'an'ın bu ifadelerdeki belâğî amacı, söz konusu fiilleri Allah'a hakikî anlamlarıyla nispet etmek değil, inkârcıların ve münafıkların kendi eylemlerini yine onların diliyle yüzlerine çevirmektir. Bu bakımdan müşâkele, bir tür "karşılıklılık" ve "aynalaştırma" üslûbudur. Muhatap, hangi eylem ve iddia ile ilâhî hakikate karşı konum almışsa, Kur'an o eylemi aynı lafız düzeni içinde ona iade eder; fakat ikinci kullanımda anlam, Allah'ın mutlak adaleti, kudreti ve tasarrufu çerçevesinde yeniden belirlenir.

Bu üslûbun en bilinen örneklerinden biri münafıkların tavrıyla ilgilidir. Münafıklar, müminlerle karşılaştıklarında iman ettiklerini söyler; kendi çevrelerine döndüklerinde ise “Biz ancak onlarla alay ediyoruz” derler. Bunun ardından “Allah da onlarla alay eder” buyrulur (el-Bakara 2/14-15). Burada “alay etme” fiili Allah hakkında hakikî anlamıyla düşünülemez. Çünkü alay, çoğu zaman bilgisizlik, küçümseme, eğlenme yahut ahlâkî noksanlık içeren beşerî bir fiildir. Âyetteki kullanım ise münafıkların müminleri aldattıklarını zannederken gerçekte kendilerinin ilâhî bilgi ve adalet karşısında rezil olmalarını, dünyada mühlet verilerek kendi sapkınlıkları içinde bırakılmalarını ve âhirette aşağılayıcı bir karşılıkla yüz yüze gelmelerini ifade eder. Böylece onların “istihzâ”sına verilen ilâhî karşılık, aynı lafızla fakat tamamen farklı ve Allah’ın şanına uygun bir anlamla dile getirilmiş olur (Güllüce, 2006).

Benzer bir yapı “hud’a” fiilinde de görülür. Münafıkların Allah’ı ve müminleri aldatmaya çalıştıkları ifade edilir; ardından gerçekte yalnızca kendilerini aldattıkları belirtilir (el-Bakara 2/9). Bir başka âyetle ise onların Allah’ı aldatmaya çalıştıkları, hâlbuki Allah’ın onları karşılıksız bırakmayacağı bildirilir (en-Nisâ 4/142). Burada aldatma fiili, Allah hakkında hile veya yanıltma anlamında değil, münafıkların ikiyüzlü tavırlarının kendi aleyhlerine çevrilmesi ve ilâhî hüküm karşısında boşa çıkarılması anlamındadır. Bu kullanımda lafız, muhatabın fiiline bağlı olarak seçilmiş; fakat mana, Allah’ın her şeyi kuşatan ilmi ve adaleti çerçevesinde yeniden kurulmuştur.

“Mekr” ve “keyd” ifadeleri de müşâkele açısından dikkat çekici örneklerdir. İnkârcıların peygamberlere karşı tuzak kurmaları, plan yapmaları ve gizli hesaplar peşinde koşmaları Kur’ân’da birçok yerde zikredilir. Buna mukabil “Onlar tuzak kurdular; Allah da onların tuzaklarını boşa çıkardı” anlamındaki söyleyişler, aynı lafız düzeni içinde ilâhî karşılığı ifade eder (Âl-i İmrân 3/54; el-Enfâl 8/30; en-Neml 27/50). Normal şartlarda “mekr”, gizli plan, hile ve tuzak anlamları taşıdığı için noksanlık çağrıştıracaktır. Fakat Allah’a nispet edildiğinde bu lafız, hilekârlık yahut acziyet değil; hileyi kuşatan, boşa çıkaran ve sahibinin aleyhine çeviren mutlak ilâhî tedbir anlamına gelir. Bu, belâgî bakımdan güçlü bir simetri meydana getirir: İnkârcılar kendi planlarını kurar; fakat onların planları Allah’ın ilminden ve kudretinden bağımsız değildir. Böylece aynı lafız, iki farklı varlık düzeyinde iki farklı manaya yönelir. Beşerî düzeyde mekr gizli tuzak iken, ilâhî düzeyde mekr, o tuzağın ilâhî adalet tarafından hükümsüz bırakılmasıdır (Güllüce, 2006).

“Nisyân” yani unutma fiilinde de aynı belâgî ilke geçerlidir. “Onlar Allah’ı unuttular; Allah da onları unuttu” ifadesi (et-Tevbe 9/67), Allah hakkında bilgi eksikliği veya hatırlamama anlamına gelmez. Zira unutma, insan için mümkün olan bir noksanlıktır; Allah hakkında ise muhaldir. Buradaki “unutma”, onların Allah’ın emirlerini, ahireti ve kulluk sorumluluğunu bilinçli biçimde ihmal etmelerine karşılık, ilâhî rahmetten, hidayetden ve lütuftan mahrum bırakılmalarını ifade eder. Başka bir ifadeyle insanın “Allah’ı unutması” kulluk bilincini terk etmesi; Allah’ın “onları unutması” ise onları kendi tercih ettikleri mahrumiyet ve terk edilmişlik hâliyle baş başa bırakmasıdır. Böylece lafız aynı görünmekle birlikte, iki kullanımda anlam düzeyi bütünüyle farklıdır.

Bakara sûresindeki “Allah bir sivrisineği veya ondan daha üstününü misal vermekten hayâ etmez” ifadesi de bağlamı bakımından bu çerçeveye yakın biçimde değerlendirilebilir (el-Bakara 2/26). Burada “hayâ” lafzı, Allah hakkında beşerî anlamda utanma veya çekinme şeklinde anlaşılmaz. Âyet, küçük görülen varlıkların temsil konusu yapılmasını yadırgayan itirazlara karşı, hakikati açıklamada hiçbir varlığın küçük ve değersiz sayılamayacağını bildirir. Sivrisinek gibi küçük bir varlığın temsil olarak zikredilmesi, ilâhî kelâmın değerini düşürmez; bilakis yaratılmışların en küçüğünde bile hikmet ve ibret bulunduğunu gösterir. Bu bakımdan âyetteki ifade, muhatabın küçümseyici tavrını boşa çıkaran ve temsilin değerini ilâhî beyan açısından yeniden konumlandıran güçlü bir cevap üslûbu taşır.

Bu örneklerde ortak nokta, lafzın Allah hakkında hakikî ve beşerî anlamıyla kullanılmamasıdır. Allah’ın “istihzâ”sı alay etmek değil, alay edenlerin alaylarını kendi aleyhlerine çevirmesidir. Allah’ın “mekr”i hile yapmak değil, hileyi kuşatan ve boşa çıkaran mutlak tedbirdir. Allah’ın “nisyân”ı unutmak değil, kulluk

sorumluluğunu terk edenleri rahmet ve hidayetten mahrum bırakmasıdır. Allah'ın "hayâ etmemesi" ise beşerî anlamda utanmamak değil, hakikati açıklamada küçük görülen hiçbir varlığı temsil konusu yapmaktan geri durmamasıdır. Dolayısıyla müşâkele, Allah'ın zâtına mahlûkata ait nitelikler taşımak değil, beşerî dildeki karşılıklık imkânını kullanarak ilâhî adaleti, kudreti ve hikmeti muhatabın anlayabileceği bir söyleyiş içinde ortaya koymaktır.

Bu noktada bağlamın belirleyici rolü özellikle vurgulanmalıdır. Müşâkele örnekleri bağlamlarından koparıldığında, lafızların zahirî anlamı yanlış itikadî sonuçlara yol açabilir. Oysa Kur'an nazmı içinde bu ifadeler, çoğu zaman inkârcıların, münafıkların veya haktan yüz çevirenlerin fiillerine karşılık olarak gelir. Önce beşerî fiil zikredilir; ardından ilâhî karşılık aynı veya benzer lafızla bildirilir. Böylece Kur'an, muhatabın kendi kelimelerini ona iade eder; fakat bu iade, basit bir tekrar değil, anlamı tersine çeviren ve ilâhî hükmün üstünlüğünü gösteren belâgî bir cevaptır.

Bu sebeple müşâkele, Kur'an dilinde sadece bedî' ilminin dar sınırları içinde kalan lafzî bir sanat değildir. Özellikle Allah'a nispet edilen bazı fiillerin anlaşılmasında, tenzih ilkesini koruyan önemli bir hermenötik imkân sunar. Müşâkeleyi dikkate almayan okumalar, Kur'an'daki ilâhî hitabı beşerî noksan sıfatlara açık hâle getirebilir. Buna karşılık müşâkele merkezli okuma, lafzın sözlük anlamıyla yetinmeyip bağlamdaki görevini, muhatabın fiiliyle ilişkisini ve ilâhî karşılığın mahiyetini birlikte değerlendirmeyi mümkün kılar. Sonuç olarak müşâkele, Kur'an'ın muhatapla kurduğu belâgî ilişkinin en dikkat çekici örneklerinden biridir: İnsan kendi fiilinin diliyle yüzleştirilir; fakat bu yüzleştirme, Allah'ın zatına noksanlık isnat etmeksizin, O'nun adalet ve kudretini daha çarpıcı biçimde gösterir (Yerinde, 2018; Güllüce, 2006).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu tebliğ boyunca ortaya konulan değerlendirmeler, Kur'an'daki temsili, teşbihî ve müşahhaslaştırıcı anlatımın, ilk muhatapların idrak dünyasıyla derin bir uygunluk içinde kurulduğunu göstermektedir. Belâgatın, sözü muhatabın zihnine ve hâline uygun biçimde söyleme ilkesi dikkate alındığında, Kur'an'ın nüzûl dönemindeki Arap toplumunun çevre, dil, siyaset, kabile, kölelik, ticaret ve çöl hayatı tecrübelerini güçlü bir beyan zemini olarak kullandığı görülmektedir. Ancak bu kullanım, mevcut kültürel dili olduğu gibi tekrar etmekten ibaret değildir. Kur'an, ilk muhatapların aşına olduğu imge, kavram ve temsil alanlarını tevhid merkezli yeni bir anlam örgüsü içinde yeniden konumlandırmış; böylece onların "bildiği dünya"yı ilâhî hakikatlerin anlaşılması için bir açıklık alanına dönüştürmüştür.

Bu çerçevede Kur'an'ın Arapça oluşu, yalnızca lafızların Arap diline ait olması anlamına gelmez; aynı zamanda o dilin beyan imkânları, temsil kudreti, mecazî anlatım kabiliyeti ve soyut hakikatleri müşahhas tecrübeler üzerinden kavratma gücüyle de ilgilidir. Vahyin Arapça olarak nazil olması, ilâhî kelâmın beşerîleştirilmesi değil, beşerin ilâhî hakikati anlayabilmesi için insan dilinin imkânları içinde hitaba muhatap kılınmasıdır. Başka bir ifadeyle Kur'an, insanın ulaşamayacağı kapalı ve soyut bir söylemle değil, onun bildiği kelimeler, ilişkiler, semboller ve hayat sahneleri üzerinden konuşur. Fakat bunu yaparken ilâhî hakikati beşerî düzeye indirgemez; aksine beşerî idraki ilâhî hakikate yönelten bir anlam köprüsü kurar.

Teşbih bahsinde görüldüğü üzere Kur'an, ateş, yağmur, yıldırım, örümcek evi, köpek, eşek, ağaç, ticaret, kölelik, nur ve zulmet gibi ilk muhatapların hayat dünyasında güçlü karşılıkları bulunan unsurları kullanarak ahlâkî ve itikadî meseleleri zihinde görünür hâle getirir. Böylece iman, küfür, hidayet, dalâlet, amellerin boşa çıkması, bâtıl dayanakların kırılabilirliği ve dünya hayatının geçiciliği gibi soyut hakikatler, muhatabın gözlemleyebileceği sahneler üzerinden canlı ve kalıcı biçimde kavratılır. Bu yönüyle teşbih, Kur'an'da yalnızca edebî bir süs değil, anlamı açıklayan, güçlendiren ve muhatabın zihnine yerleştiren asli bir beyan mekanizmasıdır.

İstiâre bahsinde ise "rab", "melik", "mâlik", "abd", "arş", "kürsî", "istivâ", "yedullah" ve "vechullah" gibi kavramların literalizme hapsedilmeden, fakat anlam boşluğuna da düşürülmeden okunması gerektiği ortaya

çıkıştır. Bu kavramlar, Allah'ı yaratılmışlara benzeten biyolojik veya fiziksel tasvirler değildir; insanın bildiği en güçlü ilişki, hâkimiyet, kudret, sahiplik, yöneliş ve rıza alanları üzerinden ilâhî hakikati idrak edilebilir kılan belâgî söyleyişlerdir. Arş ve kürsî, Allah'ın mekâna muhtaç olduğunu değil, mutlak hükümlanlığını; yedullah, fiziksel bir eli değil, kudret, yardım, nimet ve tasarrufu; vechullah ise cismânî bir yüzü değil, rıza, zât, yöneliş ve ilâhî kabul anlam alanlarını hatırlatır. Bu sebeple Kur'an'ın teşbihî ve istiârî dili, tenzih ilkesini ortadan kaldıran bir anlatım değil; bilakis tenzih ile beyanı aynı anda koruyan yüksek bir ifade biçimidir.

Müşâkele bahsi de Allah'a nispet edilen bazı fiillerin, zahirî ve beşerî anlamlarıyla anlaşılması gerektiğini göstermektedir. “Allah onlarla alay eder”, “Allah mekr eder”, “Allah onları unuttu” gibi ifadeler, Allah'ın zâtına noksanlık isnat eden hakikî yüklemeler değildir. Bunlar, inkârcıların ve münafıkların fiillerine kendi lafız dünyaları içinden verilen belâgî karşılıklardır. Müşâkele, burada ilâhî adaleti muhatabın diliyle tescil eden bir anlatım tarzı olarak işlev görür. Allah'ın “istihzâ”sı alay edenlerin alaylarının kendi aleyhlerine çevrilmesi; “mekr”i hileyi kuşatan ve boşa çıkaran mutlak tedbir; “nisyân”ı ise kulluk sorumluluğunu terk edenlerin rahmet ve hidayetden mahrum bırakılması anlamına gelir. Bu yönüyle müşâkele, yalnızca bedî' ilminin lafzî bir inceliği değil, Kur'an'da Allah'a nispet edilen bazı fiillerin doğru anlaşılması bakımından önemli bir tefsir ilkesidir.

Bu sonuçlar, Kur'an tefsirinde iki aşırı uca karşı dikkatli olunması gerektiğini de göstermektedir. Birinci uç, teşbihî ve temsili ifadeleri bütününü zahirî-literal düzeyde okuyarak ilâhî hitabın belâgî yapısını ihmal eden yaklaşımdır. Bu tür bir okuma, özellikle haberî sıfatlar ve müşâkele örneklerinde teşbih ve tecsim tehlikesine kapı aralayabilir. İkinci uç ise bütün tasvirleri tarihsellik veya sembolizm gerekçesiyle keyfî anlamlara indirgemekte, böylece metnin lafzî dokusunu, imge gücünü ve ontolojik iddiasını zayıflatmaktadır. Daha isabetli olan yol, ilk muhatapların dil ve idrak dünyasını ciddiye alan; fakat Kur'an'ın bu dünyayı aşan ilâhî yönelimini de ihmal etmeyen bağlam merkezli belâgî okumadır. Bu okuma biçimi, lafzın muhatapta uyandırdığı heybet, yakınlık, korku, ümit, güven ve sorumluluk duygusunu korurken, Allah'ı mahlûkata benzeten yorumlardan da uzak durmayı mümkün kılar.

Bu noktada klasik belâgat, tefsir ve kelâm birikiminin birlikte işletilmesi büyük önem taşımaktadır. Belâgat, lafzın metin içindeki işlevini; tefsir, âyetin bağlamını ve rivayet-dil zeminini; kelâm ise özellikle ilâhî sıfatlar konusunda tenzih ilkesini koruyan teorik çerçeveyi sağlar. Bu üç alan birlikte değerlendirildiğinde, Kur'an'daki teşbihî dil ne kuru bir literalizme mahkûm edilir ne de bütününü belirsiz sembollere dönüştürülür. Aksine bu dilin, muhatabın idrakini ilâhî hakikate yönelten güçlü bir beyan yöntemi olduğu daha açık biçimde anlaşılır.

Modern dönemde Kur'an tercümeleri ve mealler bakımından da bu sonuçların dikkate alınması gerekir. Özellikle “Allah onlarla alay eder”, “Allah tuzak kurar”, “Allah onları unuttu” gibi ifadeler doğrudan ve açıklamasız çevrildiğinde, modern okuyucunun zihninde yanlış bir Tanrı tasavvuru oluşabilir. Bu nedenle meallerde, gerekli görülen yerlerde parantez içi açıklamalar, dipnotlar veya kısa tefsir notlarıyla bu kullanımların müşâkele, temsil, istiâre yahut bağlam merkezli belâgî anlatım çerçevesinde anlaşılması gerektiği belirtilmelidir. Aynı şekilde “arş”, “kürsî”, “yed” ve “vech” gibi lafızların tercümesinde de hem lafzın Kur'an'daki heybet ve tasvir gücü korunmalı hem de teşbih ve tecsim vehmine yol açacak açıklamasız ifadelerden sakınılmalıdır.

İleri çalışmalar için birkaç husus özellikle teklif edilebilir. İlk olarak, Kur'an'daki temsili alanlar kavram aileleri hâlinde incelenmelidir. Ticaret metaforları, beden ve hastalık tasvirleri, çöl ve coğrafya imgeleri, otorite ve hükümlanlık dili, akrabalık ve himaye kavramları, nur-zulmet karşıtlığı gibi kümeler ayrı ayrı çalışılmalıdır. İkinci olarak, Câhiliye şiiri, erken dönem hitabeti ve gündelik Arap dili örnekleriyle Kur'an âyetleri arasında sistematik semantik karşılaştırmalar yapılmalıdır. Bu yöntem, hangi Kur'anî kavramın hangi tecrübe alanından beslendiğini ve Kur'an'ın bu alanı nasıl dönüştürdüğünü daha net ortaya koyacaktır. Üçüncü olarak, haberî sıfatlar ve müşâkele örnekleri tefsir, kelâm ve tercüme çalışmaları birlikte değerlendirilerek yeniden ele alınmalıdır. Böylece modern dillere yapılan Kur'an tercümelerinde, belâgî işlevi kaybetmeyen ve itikadî sakıncaları azaltan daha isabetli çeviri stratejileri geliştirilebilir.

Bunlara ilaveten Kur'an'daki temsili ve teşbihî anlatımın modern eğitim, din dili ve görsel iletişim açısından da incelenmesi yararlı olacaktır. Kur'an, muhatabına yalnızca kavramsal bilgi sunmaz; anlamı sahneleştirir, görünür kılar, hissettirir ve hafızada kalıcı hâle getirir. Bu yönüyle Kur'an'ın tasvir ve temsil kudreti, günümüzün görsel ve imgesel iletişim dünyasında dinî mesajın aktarımı bakımından da önemli imkânlar sunmaktadır. Ancak bu imkânlar kullanılırken Kur'anî temsiller modernleştirme adına bağlamından koparılmamalı; aksine onların nüzûl ortamındaki belâgî işlevi, tevhidî anlam örgüsü ve evrensel irşad yönü birlikte dikkate alınmalıdır.

Sonuç olarak Kur'an'ın teşbihî, istiârî ve müşâkeleyle dayalı dili, ilâhî olanın beşerî idrakle buluşma noktalarından biridir. Bu dil, hakikati basitleştirmez; bilakis onu muhatabın zihninde daha açık, kalbinde daha etkili ve hayatında daha yönlendirici hâle getirir. Kur'an, ilk muhatapların hayat dünyasına konuşurken onları o dünyanın sınırlarına hapsedmez; aksine aşına oldukları kelimeler, imgeler ve tecrübeler üzerinden aşkın bir ilâhî ufuk açar. Teşbih, istiâre ve müşâkele de bu ufkun en güçlü anlam inşa mekanizmaları olarak karşımıza çıkar.

KAYNAKLAR

- Arslan, G. (2008). Teşbih Retoriği Açısından Kur'an'ın Evrenselliği. *Dini Araştırmalar*, 10(30), 15-40.
- Bastem, E. Ü., & Palabıyık, M. H. (2024). İslam Öncesi Dönemde Bir Medeniyet unsuru Olarak Çöl. *Din ve Bilim - Muş Alparslan Üniversitesi İslami İlimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 315-335. <https://doi.org/10.47145/dinbil.1564537>
- Dinçer, F. (2020). Teşbih Sanatının Belâgati ve Kur'an ile Hadîste Örnekleri. *İlahiyat*, (4), 21-45.
- Güllüce, V. (2006). Kur'an-ı Kerim'de Allah'a Müşâkele Yoluyla İsnad Edilen İfadelerin Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, (25), 41-62.
- Gülverdi, S., & Ekinci, V. (2024). Ebû Mansûr el-Mâturîdî'nin Düşüncesinde Allah'ın Arş'a İstiva Etmesi Problemi. *RUSUH Uşak Üniversitesi İslami İlimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 74-87.
- Günay, İ. (2014). Kur'an'da Cennet Hayatının Süreklilik ve Güzellik Kaynağı Olarak Su. *Marife: Dini Araştırmalar Dergisi*, 14(3), 105-126.
- Kılıç, H. (1992). Belâgat. İçinde *TDV İslâm Ansiklopedisi*. TDV İslâm Araştırmaları Merkezi. <https://islamansiklopedisi.org.tr/belagat#1>
- Koçak, S. (2007). Kur'an Deyimlerinde Teşbihin Temel Özellikleri. *Dinbilimleri Akademik Araştırma Dergisi*, 7(1), 341-370.
- Mohamad, M. Z., & Sahad, M. N. (2025). Reassessing the Translation of Anthropomorphic Verses in the Quran by N. J. Dawood: A Critical and Comparative Analysis. *Afkar: Jurnal Akidah Dan Pemikiran Islam*, 27(1), 295-340. <https://doi.org/10.22452/afkar.vol27no1.8>
- Sevgi, A. (2024). İlk Dönem Tefsirlerinde Rab Kelimesine Yüklenen Anamlara Arap Şiirinden İstişad Örnekleri. *Yakın Doğu Üniversitesi İslam Tetkikleri Merkezi Dergisi*, 10(2), 410-433. <https://doi.org/10.32955/neu.istem.2024.10.2.03>
- Yazar, S., & Batur, İ. (2025). Rhetorical Transformation in the Qur'an and Pre-Islamic Poetry: A Comparative Analysis of Space, Animal, and Natural Figures. *Religions*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/rel16091186>
- Yerinde, A. (2018). Belagat İlminde Müşâkele Sanatı. *Usul İslam Araştırmaları*, 30(30), 7-30. <https://doi.org/10.56361/usul.512934>

ELMALILI'YA GÖRE TÜRKÇE KUR'AN MÜMKÜN MÜ? MUKADDİME EKSENİNDE BİR DEĞERLENDİRME**Dr. Büşra ÖZDEMİR¹**¹Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Tefsir, bozdemir@agri.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8157-656X.**Özet**

Bu çalışma, Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* adlı tefsirinin mukaddimesi ekseninde "Türkçe Kur'an mümkün müdür?" sorusunu ele almakta; Kur'an'ın başka dillere aktarılabilirliği meselesini meal-tercüme ayrımı çerçevesinde teorik ve kavramsal olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın temel problemi, Kur'an'ın lafız, nazım ve mana bütünlüğünü koruyarak başka bir dile aktarımının mümkün olup olmadığıdır; bu bağlamda sorunsal, tercümenin Kur'an'ın ontolojik yapısını, belağî özelliklerini ve i'câz boyutunu ne ölçüde temsil edebileceği meselesi etrafında şekillenmektedir. Araştırmanın hipotezi, Elmalılı'ya göre Kur'an tercümesinin aslını tam anlamıyla yansıtamayacağı ve bu sebeple "Türkçe Kur'an" ifadesinin ilmî açıdan isabetli olmadığıdır. Çalışmada "Kur'an", "meal", "tercüme", "nazm", "i'câz", "belağat" ve "lafız-mana bütünlüğü" temel kavramlar olarak belirlenmiş; kavramsal çerçeve bu kavramların klasik tefsir geleneğindeki anlam alanları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Yöntem olarak metin merkezli, kavramsal çözümleme ve hermenötik yaklaşım benimsenmiş; Elmalılı'nın mukaddimede ortaya koyduğu dil ve vahiy anlayışı sistematik biçimde analiz edilmiştir. Çalışmanın kapsamı yalnızca mukaddime bölümü ile sınırlandırılmış, tefsirin diğer kısımları kapsam dışı bırakılmıştır. Sonuç olarak Elmalılı'nın yaklaşımına göre Kur'an'ın başka dillere aktarımı mümkün olmakla birlikte bu aktarım Kur'an'ın kendisi olmayıp sınırlı ve yorum içeren bir anlam aktarımıdır.

Anahtar Kelimeler: Kur'an, Meal, Tercüme, Elmalılı Hamdi Yazır, Tefsir.**IS A TURKISH QUR'AN POSSIBLE ACCORDING TO ELMALILI? AN EVALUATION BASED ON THE MUQADDİMA****Dr. Büşra ÖZDEMİR¹**¹Ağrı İbrahim Çeçen University, Department of Tafsir, bozdemir@agri.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8157-656X**Abstract**

This study addresses the question "Is a Turkish Qur'an possible?" within the framework of the introduction (muqaddima) of Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır's *Hak Dini Kur'an Dili*, aiming to examine the translatability of the Qur'an through a theoretical and conceptual analysis of the distinction between translation and paraphrastic meaning (meal). The main problem of the study is whether the Qur'an can be transferred into another language while preserving its unity of wording, structure, and meaning; accordingly, the research problem focuses on the extent to which translation can represent the ontological nature, rhetorical features, and inimitability (i'jāz) of the Qur'anic text. The hypothesis asserts that, according to Elmalılı, a translation cannot fully reflect the original Qur'an, and therefore the notion of a "Turkish Qur'an" is not methodologically valid. The key concepts of the study include "Qur'an," "meal," "translation," "nazm" (structure), "i'jāz" (inimitability), "rhetoric," and the unity of wording and meaning, forming a conceptual framework grounded in the classical exegetical tradition. Methodologically, the study adopts a text-centered, conceptual, and hermeneutical approach, systematically analyzing Elmalılı's understanding of language and revelation as presented in the muqaddima. The scope is limited solely to the introduction of the work, excluding other parts of the tafsir. As a result, although the Qur'an can be rendered into other languages in a limited sense, such renderings cannot be considered the Qur'an itself but rather constitute partial and interpretive conveyances of meaning.

Keywords: Qur'an, Paraphrastic Meaning (Meal), Translation, Elmalılı Hamdi Yazır, Tafsir.

GİRİŞ

Kur'an'ın başka dillere aktarılması meselesi, İslâm ilim geleneğinde yalnızca dilsel bir tercüme problemi olarak değil, vahyin mahiyeti, i'câzı, lafız-mana ilişkisi, ibadet dili ve dinî otorite gibi çok derin meselelerle birlikte ele alınmıştır. Bu tartışmanın modern Türkiye'deki en önemli duraklarından biri, hiç şüphesiz Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* adlı tefsirinin mukaddimesidir. Elmalılı, Cumhuriyet'in erken döneminde Kur'an'ın Türkçeye aktarılması yönündeki taleplerin yoğunlaştığı bir bağlamda, Kur'an tercümesinin imkânı, sınırları ve mahiyeti üzerine son derece dikkatli bir kavramsal çerçeve geliştirmiştir. Onun yaklaşımı, bir yandan Kur'an'ın anlaşılması için Türkçe açıklama ve meâl faaliyetinin gerekliliğini kabul ederken, diğer yandan "Türkçe Kur'an" ifadesinin doğurabileceği ilmî, itikadî ve dinî sakıncalara karşı belirgin bir hassasiyet taşır (Yazır, 1992, s. 2-3).

Elmalılı'ya göre Kur'an, yalnızca anlamlardan ibaret bir metin değildir; lafzı, nazmı, belâgatı, tertibi ve Arapça oluşuyla birlikte Kur'an'dır. Bu sebeple Kur'an'ın herhangi bir dile aktarılması, onun aslının yerine geçebilecek tam bir tercüme olarak değerlendirilemez. Mukaddime'de ısrarla vurgulanan husus, tercümenin asıl metnin bütün anlam tabakalarını, edebî inceliklerini, lafzî delaletlerini ve i'câz yönünü kuşatmasının mümkün olmadığıdır. Elmalılı, bu noktada "tercüme" ile "meâl" arasında bilinçli bir ayrım yapar. Ona göre tercüme, asıl metnin bütün mana ve üslup özelliklerini hedef dile eksiksiz biçimde aktarma iddiası taşıdığı ölçüde problemlî hâle gelir; buna karşılık meâl, Kur'an'ın muradına yaklaşık olarak işaret eden, fakat hiçbir şekilde Kur'an'ın kendisi yerine ikame edilemeyecek açıklayıcı bir aktarım biçimidir (Yazır, 1992, s. 3-8). TDV İslâm Ansiklopedisi'nde de Elmalılı'nın Kur'an'ın hiçbir dile hakkıyla tercüme edilemeyeceği kanaatinde olduğu ve tefsirde lafız-mana ilişkisini merkeze aldığı belirtilmektedir (Yavuz, 1995).

Bu bağlamda "Türkçe Kur'an mümkün mü?" sorusu, Elmalılı açısından basitçe "Kur'an Türkçeye çevrilebilir mi?" sorusundan ibaret değildir. Asıl mesele, Türkçeye aktarılan metnin Kur'an olarak adlandırılıp adlandırılmayacağıdır. Elmalılı'nın mukaddime'de geliştirdiği argümana göre Kur'an, Allah tarafından Arapça olarak indirilmiş ilahî kelimedir; dolayısıyla onun başka bir dildeki karşılığı, ne kadar başarılı olursa olsun, Kur'an'ın kendisi değil, ancak onun anlamına yönelik beşerî bir açıklama veya meâl olabilir. Bu sebeple Elmalılı, Kur'an'ın Türkçe anlaşılmasını hedefleyen çalışmayı reddetmez; bilakis kendi tefsirini ve meâlini bu ihtiyacın bir sonucu olarak kaleme alır. Ancak Türkçe bir metnin "Kur'an" adıyla anılmasına karşı çıkar; çünkü bu kullanım, vahyin lafzî varlığını, Arapça nazmını ve ilahî kelim oluşunu göz ardı etme tehlikesi taşır (Yazır, 1992, s. 5-10).

Elmalılı'nın yaklaşımının dikkat çekici yönlerinden biri, onun meseleyi yalnızca geleneksel bir hassasiyetle değil, aynı zamanda dil felsefesi ve tercüme nazariyesi açısından da temellendirmesidir. Mukaddime'de bir sözün başka bir dile aktarılmasında yalnızca sözlük anlamının değil, bağlamın, üslubun, edebî sanatların, nazmın, vurgu ve çağrışımların da belirleyici olduğuna işaret eder. Bu yönüyle Elmalılı, Kur'an tercümesinin imkânını tartışırken modern tercüme teorilerinde de karşılık bulan "eşdeğerlik", "anlam kaybı", "yorumlayıcı aktarım" ve "kaynak metnin otoritesi" gibi meselelere temas etmiş olur. Ona göre Kur'an'ın anlamı başka bir dilde kısmen açıklanabilir; fakat Kur'an'ın kendine özgü lafız-mana bütünlüğü, tam anlamıyla başka bir dile taşınmaz (Yazır, 1992, s. 3-7).

Bu bildiri, Elmalılı Hamdi Yazır'ın mukaddimesini merkeze alarak onun Türkçe Kur'an meselesine yaklaşımını incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada öncelikle Elmalılı'nın tercüme, meâl ve tefsir kavramları arasında yaptığı ayrım ele alınacak; ardından Kur'an'ın Arapça oluşu, nazmı ve i'câzı bağlamında Türkçe Kur'an ifadesine yönelttiği itirazlar değerlendirilecektir. Son olarak Elmalılı'nın Kur'an'ın Türkçe anlaşılmasına verdiği önem ile Türkçe metnin Kur'an'ın yerine geçirilmesine karşı gösterdiği direnç arasındaki denge ortaya konulacaktır. Böylece bildiride, Elmalılı'nın mutlak anlamda tercüme karşıtı bir tavır sergilemediği; aksine Kur'an'ın anlaşılması için meâl ve tefsiri gerekli gördüğü, fakat bu faaliyetlerin Kur'an'ın aslı hüviyetinin yerine ikame edilmesine karşı çıktığı savunulacaktır (Yazır, 1992, s. 8-22; Yavuz, 1995).

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Kur'an'ın tercümesi meselesi, İslâm düşünce tarihinde lafız-mana ilişkisi, vahyin dili, i'câz teorisi, tefsir yöntemi ve ibadet dili gibi temel başlıklarla doğrudan irtibatlıdır. Bu sebeple “Türkçe Kur'an” tartışması, yalnızca bir metnin Arapçadan Türkçeye çevrilip çevrilemeyeceği sorunu değildir; daha derinde, Kur'an'ın ne olduğu, Kur'an adının hangi metne verilebileceği ve tercüme edilen metnin dinî-hukukî statüsünün ne olacağı sorularını içeren teorik bir zemine sahiptir. Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* adlı tefsirinin mukaddimesi, bu teorik zemini açık biçimde kuran metinlerden biridir. Elmalılı, mukaddimede Kur'an tercümesinin imkânını tartışırken öncelikle “tercüme”, “meâl”, “tefsir”, “te'vil”, “Kur'an”, “Kitap”, “Furkan”, “Hüdâ”, “Zikir” ve “Âyet” gibi kavramların anlam alanlarını belirlemeye çalışır. Böylece onun yaklaşımı, basit bir çeviri karşıtlığı değil, kavramsal sınırları belirlenmiş bir Kur'an tasavvuruna dayanır (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 11–18).

Elmalılı'nın kuramsal yaklaşımının merkezinde Kur'an'ın lafız ve mana bütünlüğü yer alır. Ona göre Kur'an, yalnızca ilahî anlamların toplamı değil, bu anlamların Arapça lafız, nazım, tertip, belâgat ve tilavet formu içinde vahyedilmiş hâlidir. Bu sebeple Kur'an'ın başka bir dile aktarılması, onun anlamına dair bir açıklama sağlayabilir; ancak Arapça nazımın taşıdığı i'câzı, ses düzenini, belâgat inceliklerini, derinlikli yapısını ve ibadet boyutunu bütünüyle karşılayamaz. Mukaddime'de Kur'an'ın “Arapça” oluşuna yapılan vurgu, sadece tarihsel bir dil tespiti değildir; vahyin kendine mahsus metinsel kimliğini belirleyen asli bir unsurdur. Bu çerçevede Kur'an'ın Arapça nazmı ile Kur'an oluşu arasında ayrılmaz bir bağ kurulmaktadır. Dolayısıyla herhangi bir dilde yapılan aktarım, Kur'an'ın kendisi değil, Kur'an'ın anlamına yönelik beşerî bir yaklaşım olarak görülmelidir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 5–8).

Bu noktada Elmalılı'nın “tercüme” kavramına yüklediği anlam belirleyicidir. Ona göre gerçek anlamda tercüme, bir sözün kaynak dilde taşıdığı manayı, üslubu, edebî özellikleri ve delalet imkânlarını hedef dilde aynen karşılayabilme iddiasını içerir. Fakat Kur'an söz konusu olduğunda bu iddia gerçekleşebilir değildir. Çünkü Kur'an'ın anlamı, yalnızca kelimelerin sözlük karşılıklarından ibaret değildir; kelimelerin cümle içindeki konumu, siyak-sibak ilişkisi, nazım yapısı, belâgat değeri, lafzın çağrışımları, muhtemel anlam tabakaları ve tilavet boyutu da bu anlamın parçasıdır. Elmalılı'nın mukaddimede verdiği örnekler, kelimelerin bir dilden diğerine aktarılırken anlam daralmasına, çağrışım kaybına ve üslup farklılaşmasına uğradığını göstermeye yöneliktir. Bu nedenle Kur'an'ın “tam tercümesi” teorik olarak mümkün görülmez; mümkün olan, onun muradına yaklaşık bir anlam aktarımıdır (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 3–5).

Elmalılı'nın “meâl” kavramını tercih etmesi de bu teorik gerekçeye dayanır. Meâl, asıl metnin birebir karşılığı olma iddiası taşımaz; aksine, metnin muhtemel anlamlarından birini veya birkaçını hedef dilde açıklama amacı güder. Bu yönüyle meâl, tercümeden daha ihtiyatlı ve daha sınırlı bir kavramdır. Elmalılı, kendi çalışmasında da Kur'an'ın Türkçe karşılığını “tercüme” olarak değil “meâl” olarak değerlendirme eğilimindedir. Çünkü meâl, hem Kur'an'ın anlaşılmasına hizmet eder hem de çevrilen metnin Kur'an'ın yerine geçmesi gibi bir iddiayı dışarıda bırakır. Bu ayrım, bildirinin temel kuramsal eksenlerinden birini oluşturmaktadır: Elmalılı, Kur'an'ın Türkçe anlaşılmasına karşı değildir; ancak Türkçe bir metnin Kur'an olarak adlandırılmasına karşıdır. Böylece onun yaklaşımında meâl ve tefsir meşru, gerekli ve faydalı; fakat “Türkçe Kur'an” ifadesi problemli ve sakıncalıdır (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 8–10, 22).

Kuramsal çerçevenin ikinci önemli boyutu, i'câz meselesidir. Klasik İslâm düşüncesinde Kur'an'ın i'câzı, onun beşer üstü oluşunu gösteren temel delillerden biri kabul edilir. Bu i'câz yalnızca içerikte değil, lafız, nazım, belâgat, tertip ve ifade kudretinde de ortaya çıkar. Elmalılı'nın mukaddimede açıklamaları, Kur'an'ın başka bir dile aktarılması hâlinde bu i'câz boyutunun korunamayacağı düşüncesine dayanır. Bir tercüme, Kur'an'ın bazı anlamlarını yansıtabilir; fakat Kur'an'ın ilahî kelimeler olarak sahip olduğu lafzî ve edebî mucizeliği yeniden üretilmez. Bu nedenle tercüme edilmiş metin, ne kadar başarılı olursa olsun, Kur'an'ın tilavet değeri, ibadet fonksiyonu ve ilahî lafız niteliğine sahip olamaz (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 6–8).

Kur'an'ın ibadet dili olması da Elmalılı'nın yaklaşımında göz ardı edilemeyecek bir unsurdur. Kur'an, Müslümanlar için yalnızca okunup anlaşılan bir kitap değil, aynı zamanda namazda tilavet edilen, ibadet hayatının merkezinde bulunan ilahî kelimedir. Bu bakımdan Kur'an'ın tercümesinin Kur'an yerine okunması meselesi, sadece dilsel değil, fikhî ve itikadî sonuçlar doğuran bir tartışmadır. Elmalılı'nın Türkçe Kur'an ifadesine karşı hassasiyeti, burada daha açık hâle gelir. Çünkü Türkçe metnin Kur'an olarak kabul edilmesi, ibadette asıl lafzın yerine tercümenin ikame edilmesi gibi sonuçlara yol açabilir. Elmalılı açısından böyle bir ikame, Kur'an'ın vahyedilmiş lafzî yapısını göz ardı etmek anlamına gelir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 8–9).

Bu çerçevede tefsir kavramı da kuramsal olarak merkezi bir yere sahiptir. Elmalılı, Kur'an'ın anlaşılması için yalnızca kelime karşılıklarının verilmesini yeterli görmez; ayetler arası ilişkilerin, nüzul bağlamının, kıraat farklılıklarının, dinî-hukukî hükümlerinin, itikadî esaslarının ve dilsel inceliklerinin açıklanmasını gerekli kabul eder. Mukaddime'de tefsirin nasıl yapılması gerektiğine dair sıralanan esaslar, onun Kur'an'ı anlamada bütüncül bir yöntemi benimsediğini göstermektedir. Bu yöntemde meâl, tek başına yeterli değildir; meâl ancak tefsirle desteklendiğinde okuyucuyu daha sağlıklı bir anlamaya yönlendirebilir. Bu nedenle Elmalılı'nın eseri yalnızca bir Türkçe Kur'an denemesi değil, meâl ile tefsiri birlikte yürüten kapsamlı bir anlamlandırma faaliyetidir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 11–12, 18–22).

Elmalılı'nın kuramsal yaklaşımında dil meselesi de özel bir yere sahiptir. O, Türkçenin Kur'an'ın anlamlarını açıklamada kullanılmasını gerekli ve değerli görür. Nitekim kendi eserini Türkçe kaleme alması, halkın Kur'an'ı anlamasına yönelik güçlü bir iradenin göstergesidir. Ancak bu durum, Türkçenin Kur'an'ın aslî dili olan Arapçanın yerine geçebileceği anlamına gelmez. Elmalılı'ya göre Türkçe, Kur'an'ın anlamını açıklama ve okuyucuyu bilgilendirme işlevi görebilir; fakat Kur'an'ın nazmını, lafzını ve vahyedilmiş formunu temsil edemez. Böylece onun düşüncesinde Türkçe, tefsir ve meâl dili olarak meşru; Kur'an'ın yerine geçen aslı metin dili olarak ise yetersizdir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 9–11).

Bu kuramsal çerçeve, bildirinin ana problematiğini belirlemektedir: Elmalılı'ya göre Türkçe Kur'an mümkün müdür? Bu soruya verilecek cevap, “tercüme” ve “Kur'an” kelimelerine yüklenen anlama göre değişmektedir. Eğer kastedilen, Kur'an'ın anlamlarının Türkçe olarak açıklanması ise bu mümkündür ve hatta gereklidir. Fakat kastedilen, Arapça Kur'an'ın yerine geçecek, onunla aynı dinî ve metinsel statüye sahip bir Türkçe Kur'an üretmek ise bu Elmalılı'ya göre mümkün değildir. Bu nedenle Elmalılı'nın tavrı, tercüme faaliyetini tümünden reddeden bir tutum olarak değil, Kur'an'ın asliyetini ve ilahî lafız niteliğini korumaya çalışan metodolojik bir hassasiyet olarak değerlendirilmelidir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 3–10, 22).

Sonuç olarak bu çalışmanın kuramsal zemini, Kur'an'ın tercüme edilebilirliği ile Kur'an'ın başka bir dilde yeniden üretilebilirliği arasındaki ayrım üzerine kuruludur. Elmalılı'nın mukaddimesi, bu ayrımı açık biçimde ortaya koyar: Kur'an'ın manası Türkçe olarak açıklanabilir; fakat Kur'an, Türkçeye çevrildiğinde artık Kur'an'ın kendisi değil, Kur'an'a dair bir meâl veya tefsir olur. Bu yaklaşım, hem klasik İslâmî ilimlerdeki lafız-mana bütünlüğü anlayışını sürdürmekte hem de modern dönemde ortaya çıkan anlama, tercüme ve millî dil tartışmalarına teorik bir cevap sunmaktadır (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 3–12, 22).

2. YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiştir. Araştırmanın temel amacı, Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* adlı tefsirinin mukaddimesinde yer alan tercüme, meâl, tefsir, Kur'an'ın Arapça oluşu ve “Türkçe Kur'an” tartışmasına dair görüşlerini sistematik biçimde incelemektir. Bu doğrultuda çalışma, doküman incelemesi ve içerik analizi tekniklerine dayanmaktadır. Araştırmanın ana veri kaynağını Elmalılı'nın tefsirinin mukaddime bölümü oluşturmaktadır. Söz konusu metin, Kur'an tercümesinin imkânı, tercümenin sınırları, meâl kavramının tercih edilme gerekçesi, Kur'an'ın nazmı ve Arapça oluşu gibi başlıklar bakımından analiz edilmiştir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 1–24).

Araştırmada öncelikle mukaddime metni bütüncül biçimde okunmuş; ardından bildirinin problematiğiyle doğrudan ilişkili kavramlar belirlenmiştir. Bu kapsamda “tercüme”, “meâl”, “tefsir”, “te’vil”, “Kur’an”, “Arapça Kur’an”, “nazım”, “i’câz” ve “Türkçe Kur’an” ifadeleri çalışmanın temel analiz kategorileri olarak kabul edilmiştir. Elmalılı’nın bu kavramlara yüklediği anlamlar, metin içindeki bağlamları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Böylece çalışmada yalnızca kavramların sözlük anlamları değil, Elmalılı’nın onları hangi teorik ve dinî hassasiyetler çerçevesinde kullandığı da ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın analiz sürecinde betimleyici ve yorumlayıcı bir yaklaşım birlikte kullanılmıştır. Betimleyici düzeyde, Elmalılı’nın mukaddime dile getirdiği temel görüşler kendi bağlamı içinde özetlenmiş; yorumlayıcı düzeyde ise bu görüşlerin “Türkçe Kur’an mümkün müdür?” sorusuna nasıl bir cevap oluşturduğu tartışılmıştır. Bu bağlamda araştırma, Elmalılı’nın doğrudan tercüme karşıtı olup olmadığını değil, onun Kur’an’ın Türkçeye aktarılması ile Türkçe bir metnin “Kur’an” olarak adlandırılması arasında nasıl bir ayırım yaptığını incelemektedir. Dolayısıyla metin, yalnızca tarihî bir belge olarak değil, aynı zamanda Kur’an tasavvuru, tercüme teorisi ve tefsir usulü bakımından kurucu bir metin olarak ele alınmıştır.

Çalışmada tarihsel bağlam da göz önünde bulundurulmuştur. Elmalılı’nın mukaddimesi, Cumhuriyet’in erken döneminde Kur’an’ın Türkçeye çevrilmesi ve Türkçe ibadet tartışmalarının yoğunlaştığı bir dönemde kaleme alınmıştır. Bu nedenle metindeki kavramsal tercihlerin yalnızca teorik değil, aynı zamanda dönemin dinî, kültürel ve siyasi tartışmalarıyla ilişkili olduğu kabul edilmiştir. Ancak çalışmanın odağı tarihsel süreçten ziyade Elmalılı’nın mukaddime geliştirdiği ilmi ve kavramsal argümantasyondur. Bu sebeple tarihsel bağlam, metnin anlaşılmasına yardımcı bir unsur olarak kullanılmış; asıl analiz, mukaddime metnindeki ifadeler ve kavramsal örgü üzerinden yürütülmüştür.

Araştırmanın sınırlılığı, Elmalılı’nın “Türkçe Kur’an” meselesine dair görüşlerinin öncelikle mukaddime ekseninde incelenmesidir. Bu nedenle çalışma, *Hak Dini Kur’an Dili* tefsirinin tamamını veya Elmalılı’nın diğer eserlerini kapsamlı biçimde analiz etmeyi hedeflememektedir. Bununla birlikte mukaddime, Elmalılı’nın Kur’an, tercüme, meâl ve tefsir anlayışını programatik biçimde ortaya koyduğu için bildirinin temel sorusunu cevaplandırmada yeterli ve merkezi bir metin olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, mukaddime yer alan kavramsal açıklamalar ve Elmalılı’nın doğrudan ifadeleriyle sınırlandırılmıştır.

Bu yöntem doğrultusunda araştırmanın temel sorusu şu şekilde belirlenmiştir: Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır’a göre “Türkçe Kur’an” mümkün müdür? Bu ana soruya bağlı olarak şu alt sorulara cevap aranmıştır: Elmalılı tercüme ile meâl arasında nasıl bir ayırım yapmaktadır? Kur’an’ın Arapça oluşunu hangi gerekçelerle asli bir unsur olarak değerlendirmektedir? Türkçe bir metnin Kur’an’ın yerine geçemeyeceğini hangi ilmi, dilsel ve dinî gerekçelerle savunmaktadır? Meâl ve tefsiri hangi sınırlar içinde meşru ve gerekli görmektedir? Bu sorular çerçevesinde çalışma, Elmalılı’nın Türkçe Kur’an meselesine yaklaşımını hem kavramsal hem de metodolojik açıdan değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Sonuç olarak bu araştırma, metin merkezli, nitel ve yorumlayıcı bir inceleme niteliğindedir. Çalışmada Elmalılı’nın mukaddimesi, belirlenen kavramsal kategoriler doğrultusunda çözümlenmiş; ulaşılan veriler, Kur’an’ın tercüme edilebilirliği ile Kur’an’ın başka bir dilde yeniden üretilebilirliği arasındaki ayırım çerçevesinde yorumlanmıştır. Bu yönüyle yöntem, bildirinin temel iddiasını destekleyecek biçimde tasarlanmıştır: Elmalılı, Kur’an’ın Türkçe olarak açıklanmasını mümkün ve gerekli görmekte; ancak Türkçe bir metnin Kur’an’ın kendisi olarak kabul edilmesini teorik, dinî ve dilsel bakımdan mümkün görmemektedir.

3. BULGULAR

Bu çalışmada Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır’ın *Hak Dini Kur’an Dili* adlı tefsirinin mukaddimesi esas alınarak yapılan inceleme sonucunda, onun “Türkçe Kur’an” meselesine yaklaşımının basit bir tercüme karşıtlığına indirgenemeyeceği görülmüştür. Elmalılı, Kur’an’ın Türkçe açıklanmasını, anlaşılmasını ve tefsir edilmesini gerekli görmekte; ancak Türkçe bir metnin Kur’an’ın yerine geçirilmesini mümkün ve meşru kabul

etmemektedir. Bu bakımdan onun yaklaşımı, “Kur’an’ın manası Türkçe olarak açıklanabilir; fakat Kur’an Türkçeye çevrilmiş hâliyle Kur’an’ın kendisi olamaz” şeklinde özetlenebilir. Mukaddime’de yer alan kavramsal ayrımlar, özellikle tercüme, meâl, tefsir, Kur’an’ın Arapça oluşu ve i’câz kavramları etrafında şekillenmektedir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 1–24).

İlk bulgu, Elmalılı’nın “tercüme” kavramına oldukça sınırlayıcı ve ihtiyatlı bir anlam yüklediğidir. Ona göre tercüme, yalnızca kelimelerin başka bir dildeki karşılıklarını vermekten ibaret değildir; kaynak metindeki mana, üslup, nazım, belâgat, delalet ve çağrışım imkânlarının da hedef dile aktarılmasını gerektirir. Kur’an söz konusu olduğunda ise bu şartların eksiksiz biçimde yerine getirilmesi mümkün değildir. Çünkü Kur’an’ın anlamı, lafzından bağımsız soyut bir içerik olarak değil, Arapça lafız ve nazım içinde ortaya çıkan ilahî bir bütünlük olarak değerlendirilir. Bu nedenle Elmalılı’ya göre Kur’an’ın tam anlamıyla tercümesi mümkün değildir; yapılabilecek olan, onun anlamına yaklaşık bir aktarımda bulunmaktır (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 3–5).

İkinci bulgu, Elmalılı’nın “meâl” kavramını özellikle tercih etmesidir. Mukaddime’de tercüme yerine meâl kavramının öne çıkarılması, tesadüfî bir tercih değildir. Meâl, Kur’an’ın aslını temsil etme iddiası taşımayan, onun muradına yaklaşık olarak işaret eden beşerî bir açıklama biçimidir. Bu yönüyle meâl, hem Kur’an’ın Türkçe anlaşılmasına imkân sağlamak hem de çevrilen metnin Kur’an’ın yerine geçmesi gibi bir iddiayı engellemektedir. Elmalılı’nın kendi eserinde meâl ve tefsiri birlikte yürütmesi, onun Kur’an’ın Türkçe anlaşılmasına karşı olmadığını; aksine, bu anlama faaliyetini ilmî ve metodolojik sınırlar içinde gerekli gördüğünü göstermektedir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 8–10, 22).

Üçüncü bulgu, Elmalılı’nın Kur’an’ın Arapça oluşunu yalnızca tarihsel bir durum olarak değil, Kur’an’ın mahiyetine dâhil asli bir unsur olarak görmesidir. Ona göre Kur’an, Allah tarafından Arapça olarak indirilmiş ilahî kelimedir. Bu sebeple Kur’an’ın Arapça lafzı, onun Kur’an oluşundan ayrılabilecek ikincil bir unsur değildir. Kur’an’ın başka bir dile aktarılması, onun anlamını açıklayabilir; fakat Arapça nazmını, lafzî yapısını ve vahyedilmiş formunu yeniden üretemez. Bu nedenle Türkçe bir metin, Kur’an’ın anlamına dair bir açıklama niteliği taşıyabilir; ancak Kur’an’ın kendisi olarak adlandırılmaz (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 5–8).

Dördüncü bulgu, Elmalılı’nın “Türkçe Kur’an” ifadesine karşı çıkmasının temelinde lafız-mana bütünlüğü anlayışının bulunmasıdır. Elmalılı açısından Kur’an, yalnızca mana bakımından değil, lafız ve nazım bakımından da ilahîdir. Dolayısıyla Kur’an’ın anlamını başka bir dile aktarmak, Kur’an’ın bütün varlığını o dile taşımak anlamına gelmez. Türkçe bir metin, Kur’an’ın bazı anlamlarını okuyucuya ulaştırabilir; fakat Kur’an’ın asli lafzını, nazmını, tilavet değerini ve i’câzını taşıyamaz. Bu durum, Elmalılı’nın “Türkçe Kur’an” adlandırmasını neden sakıncalı gördüğünü açıklamaktadır. Ona göre böyle bir adlandırma, meâl ile Kur’an arasındaki ontolojik ve dinî farkı belirsizleştirme tehlikesi taşımaktadır (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 6–10).

Beşinci bulgu, i’câz meselesinin Elmalılı’nın tercüme anlayışında belirleyici bir yere sahip olduğudur. Kur’an’ın i’câzı, onun sadece içerik bakımından değil, lafız, nazım, belâgat ve ifade kudreti bakımından da beşer sözüne benzemeyen yönünü ifade eder. Elmalılı’ya göre tercüme, Kur’an’ın bazı anlamlarını hedef dile taşısa bile, onun i’câz boyutunu aynı şekilde taşıyamaz. Çünkü i’câz, yalnızca anlamın değil, anlamın Arapça lafız ve nazım içindeki ilahî tertibinin sonucudur. Bu sebeple tercüme edilmiş bir metnin Kur’an’ın mucizevî niteliğine sahip olması mümkün değildir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 6–8).

Altıncı bulgu, Elmalılı’nın meâl ve tefsiri birbirini tamamlayan iki faaliyet olarak değerlendirmesidir. Mukaddime’de Kur’an’ın anlaşılması için yalnızca kelime karşılıklarının verilmesi yeterli görülmez. Ayetlerin bağlamı, nüzul ortamı, dilsel incelikleri, belâgat özellikleri, fikhî ve itikadî boyutları dikkate alınmadan yapılan bir aktarım eksik kalır. Bu nedenle Elmalılı’nın yaklaşımında meâl, tek başına nihai anlamı veren bir metin değil, tefsirle birlikte anlam kazanan sınırlı bir açıklama aracıdır. Bu bulgu, onun eserinin niçin yalnızca bir Türkçe karşılık verme girişimi değil, kapsamlı bir tefsir faaliyeti olduğunu göstermektedir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 11–12, 18–22).

Yedinci bulgu, Elmalılı'nın Türkçeye karşı olumsuz bir tutum içinde olmadığıdır. Aksine o, Kur'an'ın Türkçe olarak açıklanmasını, halkın Kur'an'ı anlaması bakımından önemli ve gerekli görmektedir. Ancak burada belirleyici sınır, Türkçe açıklamanın Kur'an'ın yerine geçirilmemesidir. Elmalılı'nın itirazı Türkçeye değil, Türkçe bir metnin "Kur'an" olarak adlandırılmasına yöneliktir. Bu nedenle onun tavrı, dilsel muhafazakârlıktan ziyade Kur'an'ın vahyedilmiş lafzî kimliğini koruma çabası olarak değerlendirilmelidir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 9–11).

Sekizinci bulgu, Elmalılı'nın yaklaşımında ibadet dilinin özel bir yere sahip olduğudur. Kur'an, Müslümanlar için yalnızca anlamı öğrenilen bir metin değil, aynı zamanda tilavet edilen ve ibadette okunan ilahî kelimedir. Bu nedenle Kur'an'ın tercümesinin Kur'an yerine okunması, yalnızca dilsel bir tercih değil, dinî ve fikhî sonuçları olan bir meseledir. Elmalılı'nın Türkçe Kur'an ifadesine karşı hassasiyeti, tercümenin ibadet hayatında Arapça Kur'an'ın yerine ikame edilme ihtimalinden de kaynaklanmaktadır. Ona göre böyle bir ikame, Kur'an'ın vahyedilmiş lafzını devre dışı bırakma riskini taşır (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 8–9).

Dokuzuncu bulgu, Elmalılı'nın konuya hem klasik İslâmî ilimler geleneği hem de dil ve tercüme nazariyesi açısından yaklaştığıdır. Mukaddime'deki açıklamalar, tercümenin yalnızca kelimeler arası mekanik bir aktarım olmadığını; anlam, bağlam, üslup, çağrışım ve edebî yapı gibi unsurların da tercüme sürecinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle Elmalılı, Kur'an tercümesinin sınırlarını sadece dinî gerekçelerle değil, dilin ve tercümenin doğasına ilişkin teorik gerekçelerle de temellendirmektedir. Bu durum, onun "Türkçe Kur'an mümkün değildir" şeklindeki yaklaşımının salt geleneksel bir kabul değil, dilsel ve metodolojik bir değerlendirme olduğunu ortaya koymaktadır (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 3–10).

Son bulgu, Elmalılı'nın "Türkçe Kur'an mümkün müdür?" sorusuna verdiği cevabın iki düzlemli olduğudur. Eğer bu soruyla kastedilen Kur'an'ın anlamlarının Türkçe olarak açıklanması ise Elmalılı'ya göre bu mümkündür ve gereklidir. Nitekim onun eseri de bu gerekliliğin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Ancak soruyla kastedilen, Arapça Kur'an'ın yerine geçecek, onunla aynı dinî, lafzî ve metinsel statüye sahip bir Türkçe Kur'an ortaya koymak ise Elmalılı'ya göre bu mümkün değildir. Dolayısıyla onun nihai yaklaşımı, Kur'an'ın Türkçeye açıklanabilir fakat Türkçeleştirilerek Kur'an'ın yerine ikame edilemez olduğu yönündedir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 3–12, 22).

Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde Elmalılı'nın yaklaşımının üç temel ilke üzerine kurulduğu söylenebilir: Birincisi, Kur'an'ın Arapça lafzı ve manası ayrılmaz bir bütündür. İkincisi, tercüme veya meâl, Kur'an'ın anlamına dair beşerî ve sınırlı bir açıklamadır. Üçüncüsü, Türkçe açıklama ve tefsir faaliyeti meşru ve gerekli olmakla birlikte, Türkçe metnin Kur'an'ın yerine geçirilmesi mümkün değildir. Bu çerçevede Elmalılı'nın mukaddimesi, Türkçe Kur'an tartışmasında hem tercüme faaliyetinin gerekliliğini kabul eden hem de Kur'an'ın asli lafzî kimliğini koruyan dengeli bir teorik zemin sunmaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır'ın *Hak Dini Kur'an Dili* adlı tefsirinin mukaddimesi esas alınarak "Türkçe Kur'an mümkün müdür?" sorusu değerlendirilmiştir. İnceleme sonucunda Elmalılı'nın meseleyi basit bir tercüme taraftarlığı veya tercüme karşıtlığı düzleminde ele almadığı; aksine Kur'an'ın mahiyeti, lafız-mana bütünlüğü, Arapça nazmı, i'câzı ve ibadet dili oluşu çerçevesinde derinlikli bir yaklaşımla değerlendirdiği görülmüştür. Elmalılı'ya göre Kur'an'ın anlamlarının Türkçe olarak açıklanması mümkündür ve hatta toplumun Kur'an'ı anlaması bakımından gereklidir. Ancak bu açıklama, hiçbir şekilde Kur'an'ın kendisi olarak kabul edilemez. Bu sebeple Elmalılı, "tercüme" kavramı yerine "meâl" kavramını tercih etmekte; meâli, Kur'an'ın aslını temsil eden değil, onun anlamına yaklaşık biçimde işaret eden sınırlı ve beşerî bir açıklama olarak konumlandırmaktadır (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 2–10).

Araştırmanın ulaştığı temel sonuçlardan biri, Elmalılı'nın "Türkçe Kur'an" ifadesine itirazının Türkçeye yönelik bir olumsuzluktan kaynaklanmadığıdır. Aksine Elmalılı, Kur'an'ın Türkçe olarak anlaşılması için

kapsamlı bir tefsir kaleme almış; halkın Kur'an'la sahih biçimde irtibat kurmasını hedeflemiştir. Onun itirazı, Türkçe açıklamanın veya meâlin Kur'an'ın yerine geçirilmesine yöneliktir. Bu bağlamda Elmalılı, Kur'an'ın Arapça lafzının onun asli kimliğine dâhil olduğunu vurgular. Kur'an'ın başka bir dile aktarılması, onun anlamını belli ölçüde okuyucuya ulaştırabilir; fakat Arapça nazmını, lafzî düzenini, belâgatini, tilavet değerini ve i'câzını taşıyamaz. Dolayısıyla Elmalılı açısından Türkçe bir metin “Kur'an” değil, ancak “Kur'an meâli” veya “Kur'an tefsiri” olabilir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 5–8).

Çalışmada ulaşılan bir diğer sonuç, Elmalılı'nın meâl ve tefsiri birbirini tamamlayan iki faaliyet olarak değerlendirdiğidir. Ona göre Kur'an'ı anlamak için yalnızca kelime karşılıklarını vermek yeterli değildir. Ayetlerin bağlamı, nüzul ortamı, kıraat farklılıkları, dilsel incelikleri, fikhî ve itikadî boyutları dikkate alınmadan yapılan bir aktarım eksik ve hatta yanıltıcı olabilir. Bu nedenle Elmalılı'nın metninde meâl, tek başına nihai anlamı veren bağımsız bir metin değil, tefsirle birlikte anlam kazanan sınırlı bir açıklama vasıtasıdır. Bu sonuç, Elmalılı'nın eserini yalnızca bir tercüme girişimi değil, Kur'an'ın Türkçe anlaşılmasına yönelik ilmî ve metodolojik bir tefsir faaliyeti olarak konumlandırmayı gerektirmektedir (Yazır, 1992, Cilt 1, s. 11–22).

5. Tartışma

Elmalılı'nın “Türkçe Kur'an” meselesine yaklaşımı, modern dönemde ortaya çıkan din dili, millî dil, tercüme ve ibadet tartışmaları açısından önemini korumaktadır. Cumhuriyet'in erken döneminde Kur'an'ın Türkçeye aktarılması meselesi, yalnızca ilmî bir tercüme problemi olarak değil, aynı zamanda dinî hayatın yeniden düzenlenmesi, ibadet dilinin dönüştürülmesi ve halkın dinî metinlerle doğrudan ilişki kurması bağlamında tartışılmıştır. Bu bağlamda Elmalılı'nın mukaddimede geliştirdiği yaklaşım, iki uç tutum arasında dengeli bir zemin sunmaktadır. Bir taraftan Kur'an'ın anlaşılması için Türkçe meâl ve tefsirin gerekliliğini kabul etmekte; diğer taraftan bu faaliyetin Kur'an'ın aslî lafzî ve ilahî statüsünü ortadan kaldıracak biçimde yorumlanmasına karşı çıkmaktadır.

Bu noktada Elmalılı'nın yaklaşımı, klasik İslâmî ilimlerdeki lafız-mana bütünlüğü anlayışıyla uyumludur. Kur'an, yalnızca anlamı aktarılan bir mesaj değil, Allah tarafından belirli bir lafız, nazım ve dilsel form içinde indirilmiş ilahî kelimedir. Bu nedenle Kur'an'ın başka bir dile çevrilmesi, onun mesajının anlaşılmasına yardımcı olabilir; fakat çevrilen metne Kur'an'ın kendisiyle aynı ontolojik ve dinî statü verilemez. Elmalılı'nın “Türkçe Kur'an” ifadesine karşı sert tavrı da bu noktada anlaşılmalıdır. O, tercümeyi değil, tercümenin Kur'an'ın yerine geçirilmesini problemlili görmektedir. Bu ayırım, günümüzde meâl okumalarının yaygınlaştığı bir dönemde de önemlidir. Zira meâlin Kur'an'ın kendisi gibi algılanması, yorumun mutlaklaştırılması ve Kur'an'ın derinlikli anlam dünyasının daraltılması riskini beraberinde getirebilir.

Elmalılı'nın tercüme teorisine dair değerlendirmeleri de dikkat çekicidir. O, tercümeyi sadece kelime karşılığı verme işlemi olarak görmez; kaynak metindeki üslup, bağlam, vurgu, edebî sanatlar, delaletler ve çağrışımların da tercüme sürecinin parçası olduğunu belirtir. Bu yönüyle Elmalılı'nın mukaddimede tespitleri, modern çeviri kuramlarında tartışılan eşdeğerlik, anlam kaybı, yorumlayıcı aktarım ve kaynak metnin otoritesi gibi meselelerle ilişkilendirilebilir. Özellikle Kur'an gibi hem edebî, hem hukuki, hem itikadî, hem de ibadet boyutu bulunan bir metinde tercümenin sınırları daha belirgin hâle gelmektedir. Elmalılı'ya göre bu sınırlılık, Kur'an'ın Türkçe açıklanmasını engellemez; ancak açıklanan metnin Kur'an'ın kendisi olarak sunulmasını engeller.

Bununla birlikte Elmalılı'nın yaklaşımı, günümüz açısından yeniden değerlendirilmesi gereken bazı soruları da gündeme getirmektedir. Bugün meâller geniş kitleler tarafından okunmakta, hatta kimi zaman tefsirlerden daha fazla başvuru alan metinler hâline gelmektedir. Bu durum, Elmalılı'nın vurguladığı meâl-tefsir ayrımının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Meâlin sınırlı bir anlam aktarımı olduğu bilinci kaybolduğunda, okuyucu çoğu zaman çevirmenin tercihlerini doğrudan Kur'an'ın mutlak anlamı gibi algılayabilmektedir. Bu da hem ilmî hem pedagojik açıdan sorunlu sonuçlar doğurabilir. Dolayısıyla Elmalılı'nın mukaddimesi, yalnızca tarihî bir

tartışmaya cevap veren bir metin değil, günümüz Kur'an okuma pratikleri için de uyarıcı bir metodolojik çerçeve sunmaktadır.

6. Öneriler

Bu çalışma çerçevesinde ilk öneri, Kur'an meâllerinin “Kur'an'ın kendisi” olarak değil, mütercim veya müfessirin anlam tercihlerini yansıtan beşerî metinler olarak okunması gerektiğidir. Meâl okurlarına, her meâlin zorunlu olarak yorum içerdiği, kelime tercihleri ve cümle yapıları üzerinden belli anlam imkânlarını öne çıkarıp bazılarını geride bıraktığı açık biçimde anlatılmalıdır. Bu nedenle akademik ve yaygın din eğitimi ortamlarında meâl okuma bilinci geliştirilmeli; meâl ile Kur'an'ın aslî metni arasındaki fark özellikle vurgulanmalıdır.

İkinci olarak, Kur'an'ın Türkçe anlaşılması konusunda meâl ile yetinmeyen, tefsir merkezli bir okuma yöntemi teşvik edilmelidir. Elmalılı'nın da işaret ettiği üzere ayetlerin anlamı yalnızca sözlük karşılıklarıyla belirlenemez. Siyak-sibak, nüzul bağlamı, kıraat, Arap dili, belâgat, fıkıh, kelim ve rivayet birikimi dikkate alınmadan yapılan okumalar eksik kalabilir. Bu sebeple özellikle ilahiyat öğrencileri, din görevlileri ve Kur'an üzerine akademik çalışma yapan araştırmacılar için meâl-tefsir karşılaştırmalı okuma programları hazırlanmalıdır.

Üçüncü olarak, Elmalılı'nın mukaddimesi müstakil bir tercüme teorisi metni olarak yeniden incelenmelidir. Bu metin, yalnızca *Hak Dini Kur'an Dili*'nin önsözü niteliğinde değil, aynı zamanda Kur'an tercümesinin imkânı ve sınırları üzerine geliştirilmiş teorik bir metin olarak değerlendirilmelidir. Elmalılı'nın tercüme, meâl, tefsir, te'vil, lafız, mana, nazım ve i'câz kavramları etrafında kurduğu çerçeve, modern çeviri kuramlarıyla mukayeseli biçimde çalışılabilir.

Dördüncü olarak, “Türkçe Kur'an” tartışması tarihsel bağlamından koparılmadan ele alınmalıdır. Elmalılı'nın bu konudaki hassasiyeti, erken Cumhuriyet dönemindeki Türkçe ibadet, Kur'an tercümesi ve din dilinin dönüştürülmesi tartışmalarıyla yakından ilişkilidir. Bu nedenle konu yalnızca dilsel bir tartışma olarak değil, dönemin din politikaları, Diyanet'in rolü, Mehmet Âkif'in tercüme sürecindeki konumu ve Elmalılı'nın tefsir göreviyle birlikte değerlendirilmelidir.

Son olarak, günümüzde hazırlanan meâl ve tefsir çalışmalarında Elmalılı'nın kavramsal hassasiyetinden yararlanılmalıdır. Meâllerin giriş bölümlerinde, kullanılan tercüme yöntemi, takip edilen anlam tercihleri, klasik tefsir kaynaklarıyla ilişki biçimi ve metnin sınırlılıkları açıkça belirtilmelidir. Böylece okuyucu, elindeki metnin Kur'an'ın yerine geçen nihai bir metin değil, Kur'an'ı anlamaya yardımcı olan sınırlı ve yorumlayıcı bir çalışma olduğunu fark edebilir. Bu yaklaşım, hem Kur'an'ın aslî lafzî kimliğini koruyacak hem de Türkçe konuşan okuyucuların Kur'an'ı daha bilinçli biçimde anlamalarına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ersöz, İ. (1986). Elmalılı Mehmed Hamdi Yazır ve Hak Dini Kur'an Dili [Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Yavuz, Y. Ş. (1995). Elmalılı Muhammed Hamdi. TDV İslâm Ansiklopedisi (Cilt 11, ss. 57–62). Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Araştırmaları Merkezi. <https://islamansiklopedisi.org.tr/elmalili-muhammed-hamdi>
- Yazır, E. M. H. (1935–1938). Hak Dini Kur'an Dili (Cilt 1–9). Diyanet İşleri Reisliği.
- Yazır, E. M. H. (1992). Hak Dini Kur'an Dili (Cilt 1; İ. Karaçam, E. Işık, N. Bolelli ve A. Yücel, Sadeleştirenler). Zehraveyn.

DİL KİTAPLARINDA İSTİŞHÂD EDİLEN AYETLERİN TEFSİRLERDEKİ YANSIMALARI-FÂ HARFİ ÜZERİNE İNCELEME**Dr., Muhammed İbrahim ERDEN****Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Temel İslam Bilimleri Arap Dili ve Belagatı, mierden@agri.edu.tr,
ORCID: 0000-0002-1247-7303****Özet**

Belagat açısından dünyanın en zengin ve tüm insanlığa meydan okuyan kitabı hiç şüphesiz tarih boyunca i'câz yönüyle öne çıkan Kuran-ı Kerim'dir. Arap dilinde kelime üç ana kısımda incelenmektedir. Bunlar; isim, fiil ve harftir. Harfler edat olarak da isimlendirilmektedir. Arapçada farklı anlamlara sahip birçok edat bulunmaktadır. Yazılışları aynı olsa da bu edatlar, sahip oldukları anlam farklılıkları sebebiyle hem dil alimleri arasında hem de Kur'an-ı Kerim'i dil açısından inceleyen filolojik tefsirlerde çeşitli ihtilaflara konu olmuşlardır. Dil kitaplarında bazı alimler, harflerin bazı anlamlarını kabul ederlerken bazıları bunları reddetmişlerdir. Bu da bu harflerle ilgili yoğun bir tartışma zemini oluşturmuştur. Bu edatlardan biri de çok yönlü anlam ve işlev yapısına sahip olan fâ (الفاء) harfidir. Bu çalışma, Bedrüddîn Hasen b. Kâsım el-Murâdî (öl. 749/1348)'nin el-Cena'd-dânî fî ħurûfi'l-me'ânî adlı eserinde fâ harfiyle ilgili istişhâd ettiği ayetleri merkeze alarak, bu ayetlerin Semîn el-Halebî (öl. 756/1355)'nin ed-Dürrü'l-maşûn fî 'ulûmi'l-kitâbi'l-meknûn ve Muhammed Tâhir İbn Âşûr'un et-Tahrîr ve't-tenvîr adlı filolojik tefsirlerinde nasıl yorumlandığını karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Araştırmada önce fâ harfi, dil kitaplarından faydalanarak incelenmiştir. Daha sonra harfler konusunda yazılmış en önemli eserlerden biri olan Murâdî'nin eserinde istişhad ettiği ayetlerdeki görüşleri, Halebî ve İbn Âşûr'un görüşleriyle kıyaslanmıştır. Yapılan bu çalışmanın amacı, Arap dil kitaplarında yer alan fâ harfi tasniflerinin tefsirlerdeki karşılıklarını tespit etmek ve Arap dili ve Tefsir ilim dalları arasındaki yaklaşım farklarını ortaya koymaktır. İnceleme sonucunda ta'kîb, tertîb, sebebiyet, cevap, ziyade gibi kategorilere ayrılan fâ harfiyle ilgili üç kaynak arasında genel olarak uyum olmakla birlikte bazı işlev ve anlamlarında belirgin ihtilaflar bulunduğu tespit edilmiştir. Murâdî ve Halebî çoğu zaman klasik nahiv yaklaşımını takip ederek anlama yoğunlaşmazlarken İbn Âşûr'un nahiv yaklaşımlarını da dikkate alarak bağlamsal bir analiz yaptığı gözlemlenmiştir. Bu da nahiv yaklaşımlarının tefsirlerdeki etkilerinin yalnız dil bakımından bir tesire sahip olmadığını, anlam ve bağlam yönünden birer tercih olduklarını ve anlama sirayet ettiklerini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Arapça, Filolojik Tefsir, Nahiv, Fâ Harfi, Kur'an-ı Kerim'de Edatlar.

THE REFLECTIONS OF VERSES CITED IN LANGUAGE BOOKS IN COMMENTARIES- STUDY ON THE PARTICLE FÂ

Dr., Muhammed İbrahim ERDEN

Asst. Prof., Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Islamic Studies, Basic Islamic Sciences
Department of Arabic Language and Rhetoric, mierden@agri.edu.tr | ORCID: 0000-0002-1247-7303.

Abstract

In terms of eloquence (balaghah), the most profound book that challenges all of humanity is undoubtedly the Holy Quran, which has distinguished itself throughout history by its miraculous nature (i'jaz). In the Arabic language, words are categorized into three primary components: nouns (ism), verbs (fi'l), and particles (harf). Particles are also referred to as prepositions or conjunctions. Arabic contains numerous particles with diverse meanings. Although they may share the same orthography, these particles have been the subject of extensive debate among linguists and within philological exegeses (tafsir) due to their semantic variations. In linguistic literature, while some scholars accept certain meanings of these particles, others reject them, thereby creating a substantial ground for academic discussion. One such particle is the letter fâ (الفاء), which possesses a multifaceted semantic and functional structure. This study centers on the verses cited by Badr al-Dīn Ḥasan b. Qāsim al-Murādī (d. 749/1348) regarding the letter fâ in his work al-Janā al-dānī fī ḥurūf al-ma'ānī. It comparatively analyzes how these verses are interpreted in the philological exegeses of Samīn al-Ḥalabī (d. 756/1355), al-Durr al-maṣūn fī 'ulūm al-kitāb al-maknūn, and Muḥammad Ṭāhir Ibn 'Āshūr, al-Taḥrīr wa al-tanwīr. In this research, the letter fâ is first examined through linguistic reference books. Subsequently, the views expressed in Murādī's work—one of the most significant treatises on particles—are compared with the perspectives of al-Ḥalabī and Ibn 'Āshūr. The objective of this study is to identify the exegetical counterparts of the classifications of the letter fâ found in Arabic linguistic texts and to reveal the methodological differences between the disciplines of Arabic Philology and Tafsir. The analysis demonstrates that while there is a general consensus among the three sources regarding the letter fâ (categorized into functions such as sequence/rank (ta'qīb/tartīb), causality (sababiyya), response (jawāb), and pleonasm (ziyāda)), distinct disagreements persist regarding certain functions and nuances. It was observed that Murādī and al-Ḥalabī often adhere to a classical syntactical (naḥw) approach without focusing deeply on semantic depth, whereas Ibn 'Āshūr performs a contextual analysis that integrates syntactical frameworks. This indicates that the impact of syntactical approaches in exegesis is not merely formal; rather, they constitute interpretive choices concerning meaning and context, ultimately permeating the semantic essence of the text.

Keywords: Arabic Language, Philological Tafsir, Grammar (Nahw), The Particle Fâ, Particles in the Qur'an.

BİR EDEBİ TÜR OLARAK TEFVÎF SANATI**Dr. Öğr. Üyesi, Sadullah TİLKİTAŞ****Uşak Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Arap Dili ve Belâgatı, 0000-0001-5748-7575****Özet**

Tefvîf, methiye maksadıyla mütekellimin, muhatabını övmek üzere vezin bakımından ahenkli, mana bakımından ise birbirinden farklı unsurlar taşıyan lafızları art arda kullanmasıyla meydana gelen bir bedî' sanatıdır. Şairler bu sanatı dizelerinde uygularken birbirinden bağımsız cümleleri ya da fiilleri aynı vezin ile sıralayarak anlam zenginliği ve ritim uyumu hedeflerler. Böylece beyit sadece bir duygu ürünü olmanın ötesinde estetik bir görüntüye kavuşarak da değer kazanır. Emir kiplerinin, zıt anlamlı veya eş anlamlı kelimelerin birbiri ardınca sıralanması, dilde bir hareket meydana getirir. Bu yönüyle tefvîf, Arap şiirinde duygu ve düşüncenin dengeli sunumunun yanı sıra retorik gücün de sergilendiği eşsiz sanatlardan biri kabul edilir. Tefvîf, bedî' türleri içerisinde hem lafız hem de mana yönüyle ortaya çıkabilen bir belâgat sanatıdır. Bu sanata, mana perspektifinden bakıldığında, muhatabın övüldüğü, ona duyulan derin muhabbetin etkisiyle, başkalarının yönelttiği kınamaların kişi nezdinde de herhangi bir değer taşımadığının secili ve özlü ifadelerle dile getirildiği görülür. Söz konusu sanatın diğer bir kullanımı ise lafızlara, yani sözün biçimine ilişkindir. Böylece birbirinden bağımsız fakat vezinli cümleler seçilerek ifade güçlendirilmiş olur. Mana yönüyle düşünüldüğünde anlamlar arasında ince bir zıtlık ve nüans varken lafız açısından bakıldığında söz diziminde bir ahenk ve uyum hedeflenir. Böylelikle belâgatın estetik boyutu güçlendirilmiş olur. Uzun, orta veya kısa cümle yapılarında uygulanabilen tefvîf sanatı, Câhiliye döneminden İslâm sonrası dönemlere uzanan geniş bir tarihsel süreç içerisinde bazı şair ve edipler tarafından kullanılmıştır. Bununla birlikte, belâgat içerisinde diğer bedî' sanatları kadar yaygın biçimde ele alınmamış ve yeterince tanınan bir tür hâline gelememiştir. Bu çalışmada, klasik Arap edebiyatındaki kullanım örnekleri ve belâgî işlevleri çerçevesinde tefvîf sanatının tanıtılması, ve edebî değerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arap dili ve belâgatı, Bedî', Tefvîf, Şiir, Edebi Sanat.

THE ART OF TAFWĪF AS A LITERARY DEVICE**Assist. Prof. Dr., Sadullah TILKITAS****Usak University, Faculty of Theology, Department of Arabic Language and Rhetoric,****0000-0001-5748-7575****Abstract**

Tafwīf is a rhetorical device within the science of Arabic Rhetoric that occurs when a speaker, with the purpose of praise, arranges expressions that are harmonious in meter yet carry distinct meanings in order to extol the addressee. When poets employ this device in their verses, they aim to achieve semantic richness and rhythmic harmony by arranging independent sentences or verbs according to the same metrical pattern. In this way, the poetic verse acquires not only emotional depth but also an aesthetic dimension that enhances its literary value. The successive use of imperative forms, antonymous expressions, or synonymous words creates a dynamic movement within the language. From this perspective, tafwīf is regarded as one of the distinctive rhetorical devices in Arabic poetry through which both emotional and intellectual expression, as well as rhetorical elegance, are effectively demonstrated. Within the classification of badī' devices, tafwīf may manifest itself in both verbal and semantic dimensions. From the semantic perspective, it appears in contexts where the addressee is praised, and where, under the influence of profound affection, any reproach directed toward that person is expressed as having no significance through concise and rhythmically balanced expressions. Another manifestation of this device relates to the verbal structure of the discourse. In this form, independent yet metrically harmonious statements are deliberately arranged in order to strengthen the expression. While the semantic dimension often reveals subtle contrasts and nuanced meanings, the verbal dimension seeks harmony and coherence in syntactic arrangement. Thus, the aesthetic function of rhetoric is further reinforced. As a rhetorical device that can be employed in long, medium, or short sentence structures, tafwīf was utilized by certain poets and litterateurs over a broad historical period extending from the Jāhiliyyah to the post-Islamic literary tradition. Nevertheless, despite its presence within the rhetorical heritage, it did not receive the same degree of attention as other badī' devices and, consequently, did not become a widely recognized literary form. Accordingly, this study aims to introduce the art of tafwīf through its examples in classical Arabic literature and its rhetorical functions, while also evaluating its literary significance.

Keywords: Arabic Language and Rhetoric, Badī', Tafwīf, Poetry, Literary Device.

GİRİŞ

et-Tefvîf (التَّفْوِيفُ), sözlükte *desenli, çizgili kumaş, beyaz bir benek, hurma çekirdeğindeki ak nokta*¹ anlamlarına gelen الفوف kelimesinden türemiştir. Aynı zamanda bu ifade, çocukların tırnaklarında meydana gelen beyaz benekleri ifade etmek için de kullanılmış olup, bu benekler “الفوفة” adı verilen bir ağacın kabuğuna benzemesi sebebiyle bu şekilde adlandırılmıştır.² Mütakellim, tefvîf sanatında beyazın diğer renkler arasında farklılık teşkil ettiği gibi cümleler arasında bir çeşit uyumsuzluk (çeşitlilik) meydana getirir. Çünkü beyazın diğer renklere uzaklığı, renklerin birbirine olan uzaklığından daha fazladır. Beyaz bütün renkleri kabul etmekle birlikte diğer renklerin birbirlerine karışma yoluyla kuvvet ve zayıflık yönünden başka bir renge dönüşebilirler. Beyazın zıttı olan siyah renk ise herhangi bir karışıma elverişli değildir. Edebi bir sanat olarak tefvîf, mütakellimin övgü maksadıyla birbirinden farklı anlamları bir araya getirmesidir.³ Ayrıca bu sanat, cümlelerin vezin bakımından birbirine uyması, lafızların birbirlerine uygun manalar ifade etmesi şeklinde de tarif edilmiştir.⁴ Yani tefvîfte övgü, aşk, methiye gibi anlamlar cümleler arasında seci’li (uyaklı) bir biçimde zikredilmekle birlikte her bir cümle kendi anlam çizgisini taşır ama bütün olarak ritmik bir uyum muhafaza edilir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu çalışma, Arap belâgatında bedî‘ ilmi içerisinde yer alan tefvîf sanatını incelemeyi amaçlayan nitel bir araştırmadır. Araştırmada klasik belâgat eserleri ve şiir divanları temel veri kaynağı olarak kullanılmış, veriler doküman incelemesi yöntemiyle toplanmış ve betimsel metin analizi ile değerlendirilmiştir. Seçilen şiir örnekleri, tefvîf sanatının lafız, vezin, ritim ve anlam unsurları açısından incelenmiştir.

2. YÖNTEM

Araştırmanın kuramsal temelini, Arap belâgatının bedî‘ alanı oluşturmaktadır. Tefvîf, klasik belâgat kaynaklarında, birbirinden bağımsız cümle veya fiillerin vezin ve anlam bakımından uyumlu şekilde sıralanmasıyla oluşan bir sanat olarak ele alınmıştır. Çalışmada tefvîf, klasik belâgat âlimlerinin tanımları ışığında lafzî ve ma‘nevî yönleriyle değerlendirilmiş; şiirdeki ritim, ahenk ve anlam çeşitliliği üzerindeki etkisi incelenmiştir.

3. BULGULAR

Bedî‘ ilmi ıstılahında tefvîf, şairin veya hatibin bir beytin içinde övgü, aşk vb. anlamları, birbirinden bağımsız cümleler hâlinde; ancak bu cümleler arasında vezin bakımından denge gözeterek söylemesidir.⁵ Bu sanat uzun, orta veya kısa cümlelerde uygulanabilmektedir. Uzun cümlelerle kurulmuş olana örnek olarak Nâbîga ez-Zübyânî’nin (ö. 604 [?]) şu beyti zikredilmiştir:

فَلِلَّهِ عَيْنًا مَنْ رَأَى أَهْلَ قُبَّةٍ
وَأَعْظَمَ أَخْلَامًا وَأَكْبَرَ سَيْدًا

أَضَرَّ لِمَنْ عَادَى وَأَكْثَرَ نَافِعًا
وَأَفْضَلَ مَشْفُوعًا إِلَيْهِ وَشَافِعًا

¹ Ebû Nasr İsmâîl b. Hammâd el-Cevherî, *es-Sihâh tâcü’l-luğa ve şîhâhu’l-‘Arabîyye*, thk. Ahmed Abdugafûr Attâr (Beyrut: Daru’l-İlm lilmelâyin, 1987), 1412.

² Ebû’l-‘Abbâs Muhammed b. Yezîd el-Ezdî el-Muberrred, *el-Kâmil fi’l-Luğa ve’l-Edeb* (Kahire: Dâru’l-Fikri’l-‘Arabî, 1997), 1/165.

³ Zekiyyüddin Abdulazîm b. Abdulvâhid b. Zâfir el-Misrî İbn Ebi’l-Isba‘, *Tahrîru’t-tahbîr fi şinâati’s-şi’ri ve’n-neşr ve beyânî i’câzi’l-Kur’ân* (Birleşik Arap Cumhuriyeti: Meclisü’l- ‘A’lâ li’s-Şüûni’l-İslâmiyye, ts.), 260.

⁴ Celâlüddin Ebû Abdillâh Muhammed el-Kazvînî, *el-İdâh fi’l-‘ulûmi’l-Belâğa*, thk. İbrahim Şemsüddîn (Beyrut: Dâru’l-Ceyl, 2003), 262.

⁵ Şihabüddin Ahmed bin Abdilvehhab en-Nüveyrî, *Nihâyetü’l-ereb fi-fünûni’l-edeb* (Kahire: Dâru’l-Kütübi ve’l-Vesâik’l-‘Kavmiyye, 2002), 7/141.

“Allah şu kubbe halkını görenlerin gözlerini mübarek kılsın! Onlar ki düşmanlarına zarar, dostlarına çokça fayda veren kimselerdir; Büyük akıl sahipleri, yüce efendilerdir onlar, Kendisine şefa'at edilenlerin en faziletlisi, şefa'at edenlerin en üstünüdür.”¹

Bu dizelerde şair, Âl-i Cufene'yi övmektedir. Onun ifadesine göre Allah onları özel bir inayet ve himayesiyle kuşatmıştır. Onlar, düşmanlarına karşı en büyük zararı veren, dostlarına ise en fazla faydayı sağlayan kimselerdir. Ayrıca, onların arasında insanların en halim (yumuşak huylu, ağırbaşlı) olanları ve en yüksek mevkiye sahip bulunanları yer almaktadır.

Orta uzunluktaki cümlelerle yapılmış tefvîf türüne örnek olarak Ebû'l-Velîd b. Zeydün'un² şu beyti zikredilir:

وَوَلَّ أَقْبِلْ وَقُلْ أَسْمِعْ وَمُرْ أَطْعِ تَهْ لِحْتَمِلْ وَاسْتَنْطِلْ إصْبِرْ وَعَزَّ وَهْنُ

“Tahammül et, dayan, sabret, izzetli ol, yumuşa, yönel, yaklaş, söyle, işit, emret, itaat et!”

Kısa cümlelerle yapılmış tefvîf türüne örnek olarak el-Mütenebbî'nin (ö.) şu beyti zikredilmiştir:

رَدُّ هَشٍّ بِشٍّ تَفَضَّلْ أَدْنَى سُرٍّ صِلْ أَعِذْ أَقْلَ أَنْلِ أَقْطَعْ أَجْمَلْ عَلَّ سَلْ

“Az söyle, bağışla, kes, güzelleştir, öğret, sil; İade et, geri ver, neşelen, tebessüm et, ikram et, yaklaş, sevindir, bağ kur!”³

Bu beyitte el-Mütenebbî, birbiri ardınca sıralanan kısa emir fiilleriyle tefvîf sanatının özlü bir biçimini ortaya koymuştur. Her fiil, müstakil bir anlam taşımakta ve öncekiyle doğrudan bağlantılı değildir; ancak lafızların hepsi aynı ölçüde, dengeli bir ses düzeni içinde sıralanmıştır

“Bu türden bir başka örnek de el-Hillî'nin şu beytidir:

خُنَّ هُنَّ تَمَنَّ تَرْفَقَ كُفَّ لُجَّ لُمُ أَقْصِرْ أَطْلُ أَعْذُرْ أَعْذِلْ سَلَّ خَلَّ أَعِنْ

“Kısalt, uzat, mazur gör, kın, sor, bırak, yardım et;
Aldat, onlara yönel, dile, yumuşak davran, elini çek, dal, kına!”⁴

Bu beyitte el-Hillî, tefvîf sanatının kısa cümleli biçimini işlemiştir. Tıpkı el-Mütenebbî'de olduğu gibi, emir kipleriyle kurulu kısa fiil cümleleri aynı vevin ölçüsünde ve ardışık biçimde sıralanmıştır. Her fiil bağımsız bir anlam taşır; ancak bir araya geldiklerinde yoğun bir duygu ve hareket akışı oluştururlar.

Bu türden bir başka örnek de İbnü'l-Mukrî'nin şu beytidir:

وَأَنْقُصْ وَزِدْ وَأَمْضِ وَأَرْجِعْ وَأَنْقُطْ وَدَمِ فَاعْذِلْ وَجِرْ وَأَقْتَصِرْ وَطَلْ وَعَزْ وَهْنُ

“Kına, çek, özetle, uzat, izzetli ol, yumuşa; Eksilt, artır, yürü, dön, uzaklaş, devam et!”

İbnü'l-Mukrî'nin bu beyti de tefvîf sanatının kısa cümleli tarzına örnektir. Şair, birbirini izleyen kısa emir fiilleriyle bir dizi zıt veya tamamlayıcı eylemi aynı ölçü içinde toplamıştır. Her fiil anlamca bağımsız olsa da, beyitteki ses ve ritim birliği onları estetik bir bütün hâline getirir.

Hümejdî'nin (ö. 1005/1597) beyti şöyledir:

لَمْ يَلْ تَحَكَّمَ تَعَسَّفَ صُلَّ تَجَنَّ أَطْلُ أَعْذِلْ تَرَقَّبَ تَجَرَّأْ نَمْ زِدْ أَدِمِ

¹ en-Nüveyrî, *Nihâyetü'l-ereb*, 7/141.

² Şemseddîn Muhammed b. Ahmed b. Osmân ez-Zehebî, *Siyer-u a'lâmi'n-nübelâ*, thk. Hüseyin Esed vd. (Beyrut: Müessesetü'r-Risâle, 1985), 18/240; Ebû'l-Abbâs Şemseddîn Ahmed b. Muhammed b. İbrâhîm b. Ebî Bekr el-Bermekî el-İrbilî İbn Hallikân, *Vefeyâtü'l-a'yân ve enbâ'ü ebnâ'i'z-zamân*, thk. İhsân Abbâs (Beyrut: Dâr Sâdır, ts.), 1/140.

³ Ebû'l-Hasen Alî b. Ahmed b. Muhammed b. Alî en-Nîsâbü'rî el-Vâhidî, *Şerhu Dîvânî'l-Mütenebbî*, 1431, 247.

⁴ Safiyyüddîn Abdülazîz b. Serâyâ b. Alî el-Hillî, *Dîvân* (Beyrut: Dârü Sâdır, ts.), 687; Safiyyüddîn Abdülazîz b. Serâyâ b. Alî el-Hillî, *Şerhu'l-kâfiyeti'l-bedî'iyye fî 'ulûmi'l-Belâga ve mehâsini'l-Bedî'*, thk. Nesîb Neşâvî (Beyrut: Dârü Sâdır, 1992), 79.

(Ey kınayan! Kalbi sevdasından yanıp tutuşan için senin kınamalarının faydası yoktur. Artık istersen) ayıpla, zulmet, hücum et, suçla, kınamalarını sürdür, benimle ilgili şikâyetlerini artır, bana olan eziyetinin (akıbetini) bekle, kargaşa çıkar. Dilediğini yapmakta özgürsün. Benim için fark etmez.¹

Beyitte, medih, kınama gibi farklı anlamlar içeren kelimeler uyumlu bir şekilde verilerek tefvîf sanatı uygulanmıştır.

Bu türden bir başka örnek de el-Vecîh'in şu beytidir:

نَمْ رَقَّ شَدَّ تَكْتَمُ إِفْشَ عُدَّ سَمَّ أَتْعِبُ أَرْحُ أَكْثَرُ أَقْلِلُ إِخْفِ أَبْدُ أَفْقُ

“Yorul, dinlen, çoğalt, azalt, gizle, ortaya koy, uyan; Uyu, incel, bağla, sakla, açığa vur, dön, ad ver!”

Şair el-Vecîh, birbirine zıt veya tamamlayıcı fiilleri aynı vezinle art arda getirerek hem anlam hem ses bakımından güçlü bir denge kurmuştur. Burada her emir fiil, insanın hâl ve davranışlarıyla ilgili farklı bir yönü çağırıştır: hareket ve sükûnet (“أَتْعِبُ / أَرْحُ”), çoğaltma ve azaltma (“أَكْثَرُ / أَقْلِلُ”), gizleme ve açığa çıkarma (“إِخْفِ / أَبْدُ”), uyanıklık ve uyku (“أَفْقُ / نَمْ”) gibi karşıtlıklar, beyte canlı bir ritim kazandırır.

“Bu türden bir başka örnek de es-Süyûtî'nin şu beytidir:

أَقْصِرْ أَهْنُ إِعْزِلْ اْعْذِرْ أَمْنِعْ أَعْطَلْ قَوِّفْ أَيْلْ سَلْ هَوِّنْ عَلْ حُلْ أَطْلْ

“Tefvîf yap, bağışla, sor, kolaylaştır, yardım et, uzat; Kısalt, alçalt, azarla, mazur gör, engelle, ver, kına!”²

Buradaki “قَوِّفْ” (tefvîf yap) fiiliyle beyit, sanata kendi adını vererek başlamaktadır; ardından gelen fiiller (“أَيْلْ، أَقْصِرْ، اْعْزِلْ، اْعْذِرْ، أَمْنِعْ، أَعْطَلْ، سَلْ، هَوِّنْ، حُلْ، أَطْلْ”) hem anlam zenginliğini hem de ses uyumunu pekiştirir. Şair, bu düzen içinde emir kipinin ritmik gücünü kullanarak tefvîfin temel özelliği olan *çeşitli anlamları eşit ölçüde ifade etme* sanatını göstermektedir. Şair, sözün çeşitli türleriyle konuşmuştur. Beyitteki her kelimeye ya zıt anlamlı ya da eş anlamlı bir kelime karşılık gelmektedir. Beyitte kullanılan kelimeler ise açık ve anlaşılırdır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Tefvîf sanatı, bedî' ilminin ince anlam örgülerine dayanan en dinamik ifade biçimlerinden biridir. Bu sanat, anlam çeşitliliği ile ses ahengini aynı potada eriten bir düzen estetiği kurar. Örneklere bakıldığında şairler, bir beyitte birbirinden bağımsız fakat ölçü bakımından dengeli cümleleri veya fiilleri ardı ardına getirerek, dilin hem mantık hem de musiki gücünü ortaya koymuşlardır. Bu yönüyle tefvîf, yalnızca sözcüklerin dizilişinde değil, düşüncenin akışında da bir denge oluşturma sanatıdır.

Nâbiğa ez-Zübânî'nin uzun cümlelerle örülmüş beyti, tefvîfin övme ve tasvir kudretini gösterir. Her mısra da ayrı bir medih unsuru yer almakta; fakat bu anlam farklılıkları, ölçü ve ritim bakımından tam bir uyum içindedir. İbn Zeydûn'un beyitlerinde ise bu sanat, insanın ahlâkî halleri ve iç dünyası etrafında şekillenmiş; sabır, vakar, tevazu ve yöneliş gibi farklı haller, aynı yapısal denge içinde sıralanmıştır. el-Mütenebbî, emir kiplerinin kısa ve güçlü tekrarlarıyla tefvîfi hareketli bir ahlâk ve davranış öğüdüne dönüştürürken, el-Hillî ve İbnü'l-Mukrî gibi şairler zıt anlamlı fiilleri yan yana getirerek bu sanatın karşıtlıklar içindeki uyumunu ön plana çıkarmışlardır.

Bu örnekler, tefvîfin yalnızca bir kelime veya cümle oyunundan ibaret olmadığını; aksine şairin düşünceyi, duyguyu ve sesi tek bir estetik dengeye kavuşturma becerisini temsil ettiğini göstermektedir. Her bir fiil veya ifade, hem bağımsız bir anlam taşır hem de bütünün musikî ritmine katkı sunar. Bu bakımdan tefvîf, Arap şiirinin hem zihinsel derinliğini hem de ses mimarisini yansıtan bir sanat olarak, belâgatın en incelikli tezahürlerinden biridir.

¹ el-Ḥumeydî, *Menḥu's-semî'* (Arabe, 422), 33b/15.

² Celâlüddin Abdurrahmân b. Ebî Bekr es-Süyûtî, *Nazmü'l-Bedî' fî medḥi ḥayri şefî'*, thk. Ali Muhammed Muavvaz, Adil Ahmed Abdülmevcûd (Halep: Dâru'l-Ḳalem, 1995), 75.

KAYNAKLAR

- el-Cevherî, E. N. İ. (1987). Es-Sıhâh tâcü'l-luğa Ve şihâhu'l-'Arabiyye (Vols. 1-6). Daru'l-İlm lilmelâyin.
- el-Hillî, S. A. B. (t.y.). Divân. Dâru Sâdır.
- el-Hillî, S. A. B. (1992). Şerhu'l-kâfiyeti'l-bedî'iyye fî 'ulûmi'l-Belâğa ve mehâsini'l-Bedî'. Dâru Sâdır.
- el-Ĥumeydî, A. B. A. (t.y.). Menhu's-semî' bi şerhi Temlîhi'l- bedî' bi medhi's-şefî'. Real Biblioteca del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial (Arabe).
- el-Kazvînî, C. E. A. M. (2003). El-İdâh fî 'ulûmi'l-Belâğa. Dâru'l-Ceyl.
- el-Muberrred, M. B. Y. (1997). El-Kâmil fî'l-Luğa ve'l-Edeb (Vols. 1-4). Dâru'l-Fikri'l-'Arabî.
- en-Nüveyrî, Ş. A. A. (2002). Nihâyetü'l-ereb fî-fünûni'l-edeb (Vols. 1-33). Dâru'l-Kütübi ve'l-Vesâik'l-Ĥavmiyye.
- es-Süyûtî, C. A. B. (1995). Nazmü'l-Bedî' fî medhi ĥayri şefî'. Dâru'l-Ĥalem.
- ez-Zehebî, Ş. M. B. (1985). Siyer-u a'lâmi'n-nübelâ' (3. bs). Müessesetü'r-Risâle.
- İbn Ebi'l-Isba', Z. A.B. (t.y.). Taĥrîru't-taĥbîr fî şinâati's-şî'ri ve'n-neşr ve beyâni i'câzi'l-Ĥur'ân. Meclisü'l- 'A'lâ li's-Şüûni'l-İslâmiyye.
- İbn Hallikân, E.-A. Ş. A. (t.y.). Vefeyâtü'l-a'yân ve enbâ'ü ebnâ'i'z-zamân. Dâr Sâdır.

İSTİLACI GÜMÜŞİ SAZAN (CARASSIUS GIBELIO) DERİLERİNDEN ENZİMATİK VE KİMYASAL YÖNTEMLERLE EKSTRAKTE EDİLEN TİP I KOLAJENDEKİ AĞIR METAL KONSANTRASYONLARI

Doç. Dr. E.T. Aksun Tümerkan^{1, 2}, Dr. Sercan Başkurt³, Gamze Kara Mağden⁴ ve Prof. Dr. Özgür Emiroğlu^{3*}

¹Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü-Gıda Teknolojisi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ankara 06010, Türkiye

²Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mikroplastik Araştırma Laboratuvarı, AYBÜ Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara 06010, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-1993-0569>

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye
<https://orcid.org/0000-0002-8063-3726> , <https://orcid.org/0000-0002-4433-4286>

⁴BUGAMED Biyoteknoloji Sanayi ve Ticaret A.Ş., 26380 Eskişehir, Türkiye <https://orcid.org/0000-0002-8063-3726>

Özet

Sucul kaynaklı biyomalzemelerin güvenliği ve kalitesi, çevresel kirleticilerin birikiminden büyük ölçüde etkilenmektedir; bu durum, tatlı su balığı derilerinden ekstrakte edilen kolajendeki ağır metal konsantrasyonlarının değerlendirilmesini biyomedikal ve farmasötik uyumluluk açısından kritik bir zorunluluk haline getirmektedir. Bu çalışma, Carassius gibelio (Gümüşü sazan) derisinden üç farklı metodoloji (Alcalase destekli, pepsin destekli ve fosfat bazlı ekstraksiyon) kullanılarak elde edilen Tip I kolajenin ağır metal profilini incelemektedir. Cr, Ni, As, Cd ve Pb konsantrasyonları, hem ham deride hem de elde edilen sıvı ve toz formdaki kolajen örneklerinde İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak nicel olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, ham deri örneklerinin düşük bazal metal seviyelerine sahip olduğunu ve C. gibelio'nun bir biyokaynak olarak uygunluğunu teyit ettiğini göstermektedir. Ekstraksiyon sonrası analizler, özellikle Alcalase ve pepsin destekli yöntemler gibi enzimatik işlemlerin, ham maddeye kıyasla Ni seviyelerini önemli ölçüde azalttığını ve proteoliz sırasında faydalı bir saflaştırma etkisi yarattığını ortaya koymuştur. Buna karşılık, toz kolajen örnekleri, sıvı formlara göre daha yüksek görünür metal konsantrasyonları sergilemiştir— özellikle pepsinle ekstrakte edilen örneklerde Cr seviyesi 0,0285'e ulaşmıştır; bu durum, dehidrasyon ve liyofilizasyon süreçleri sırasındaki konsantrasyon etkisine bağlanmaktadır. Bu varyasyonlara rağmen, Cd ve Pb gibi toksik metaller tüm örneklerde ihmal edilebilir düzeyde veya sürekli olarak düşük kalmıştır. Sonuç olarak, ekstraksiyon ve kurutma işlemleri eser elementlerin bağl bolluğunu etkilese de ölçülen tüm konsantrasyonlar uluslararası güvenlik eşiklerinin oldukça altında kalmıştır; bu da tatlı su balığı derilerinden elde edilen kolajenin ileri endüstriyel uygulamalar için toksikolojik açıdan güvenli ve yüksek kaliteli bir alternatif olduğunu kanıtlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağır metaller, Carassius gibelio, ekstraksiyon yöntemleri, ICP-MS, kolajen güvenliği, tatlı su ekosistemleri

HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN TYPE I COLLAGEN EXTRACTED FROM INVASIVE GIBEL CARP SKINS VIA ENZYMATIC AND CHEMICAL METHODS

Assoc.Prof. Dr.E.T Aksun Tümerkan^{1,2*} Dr.Sercan Başkurt³, Gamze Kara Mağden⁴ and Prof.Dr.Özgür Emiroğlu³

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt University, Department of Food Processing-Food Technology, Vocational School of Technical Sciences, Ankara 06010, Türkiye,

² Ankara Yıldırım Beyazıt University, Microplastic Research Laboratory, AYBU Central Research Laboratory, Application and Research Center, Ankara, 06010, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-1993-0569>

³ Department of Biology, Faculty of Science, Eskişehir, Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye <https://orcid.org/0000-0002-8063-3726>, <https://orcid.org/0000-0002-4433-4286>

⁴BUGAMED Biotechnology Industry and Trade Inc, 26380 Eskişehir, Türkiye <https://orcid.org/0000-0002-8063-3726>

Abstract

The accumulation of environmental pollutants has a significant impact on the safety and quality of aquatic-derived biomaterials, making the measurement of heavy metal concentrations in collagen extracted from freshwater fish skins crucial for biomedical and pharmaceutical compliance. This study looks at the heavy metal profile of Type I collagen isolated from *Carassius gibelio* (Prussian carp) using three different methods: alcalase-assisted, pepsin-assisted, and phosphate-based extraction. Cr, Ni, As, Cd, and Pb concentrations were measured in raw skin and the resultant collagen in liquid and powder forms using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). The findings show that raw skin samples had low baseline metal levels, validating the potential of *C. gibelio* as a bioresource. Post-extraction analysis demonstrated that enzymatic treatments, notably Alcalase and pepsin-assisted techniques, considerably reduced Ni levels when compared to the raw material, indicating a good purifying impact during proteolysis. In contrast, powdered collagen had greater apparent metal concentrations than liquid forms, with Cr reaching 0.0285 in pepsin-extracted samples, a phenomena attributable to the concentration effect during the dehydration and lyophilization procedures. Despite these variances, hazardous elements such as Cd and Pb were insignificant or consistently low in all samples. To summarize, while extraction and drying processes influence the relative abundance of trace elements, all measured concentrations remained well within international safety thresholds, demonstrating that collagen derived from freshwater fish skins is a toxicologically safe and high-quality alternative for advanced industrial applications.

Keywords: Heavy metals, *Carassius gibelio*, extraction methods, ICP-MS, collagen safety, freshwater ecosystems

1. INTRODUCTION

The global need for high-quality biomaterials has fueled the hunt for long-term alternatives to terrestrial collagen supplies, which are frequently connected with religious restrictions and zoonotic disease concerns such as bovine spongiform encephalopathy (BSE) (Carattri et al., 2025). Aquatic-derived collagen, particularly from underused or invasive freshwater species, has emerged as a prospective possibility for biomedical, pharmacological, and nutraceutical uses due to its good biocompatibility and low immunogenicity (Mufidah et al., 2025). Among these species, *Carassius gibelio* (Prussian carp) is an important bioresource within the "Circular Blue Economy" paradigm, providing a potential method for valorizing fish processing by-products such as skin and scales into value-added biopolymers. (Venugopal, 2021). Nevertheless, the quality and safety of aquatic biomaterials are inextricably linked to the health of the ecosystems from which they are sourced. Industrial compliance is significantly threatened by the widespread accumulation of environmental contaminants, notably heavy metals, in freshwater habitats (Afzaal et al., 2013). Bioaccumulation of elements such as Lead (Pb), Cadmium (Cd), Arsenic (As), Chromium (Cr), and Nickel (Ni) in fish tissues has been documented through a variety of pathways. These elements may conceivably migrate into the final collagen product during extraction (Biedunkova, and Kuznietsov, 2024). Collagen designated for medical applications must comply with rigorous toxicological standards; hence, measuring these trace components is crucial to prevent systemic toxicity or disruption of biological functions (Demir and Gülay, 2023; Mufidah et al., 2025). The isolation process used has a significant impact on the efficacy of heavy metal removal and the ultimate purity of collagen. Traditional acid-solubilized collagen (ASC) and pepsin-solubilized collagen (PSC) procedures use various chemical and enzymatic processes to break cross-links within the triple helix structure, which may alter metallic ion partitioning (Ge et al., 2022). Furthermore, downstream processing stages such as lyophilization and dehydration might cause a "concentration effect," in which the relative abundance of trace elements rises when moisture is eliminated, thereby affecting the final powder's toxicological profile (Shaik et al., 2023). Despite the significance of these parameters, there have been few thorough investigations assessing the effects of various extraction techniques including alcalase-assisted, pepsin-assisted, and phosphate-based methods—on the heavy metal profile of *C. gibelio* collagen. (Wu et al., 2024) The purpose of this work is to use Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry to determine the concentrations of Cr, Ni, As, Cd, and Pb in Type I collagen obtained from *C. gibelio* skins. This study aimed at analyze both liquid and powdered forms to evaluate whether the produced biomaterials exceed international safety criteria, therefore proving the promise of invasive freshwater species as a safe and sustainable supply for sophisticated industrial applications.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Specimen Collection and Pre-treatment

Samples of the invasive *Carassius gibelio* were collected from the Sakarya-Başı (Çifteler) headwaters, which are the main source of the Sakarya River in Turkey. The samples were delivered to the lab using a closely watched cold chain to preserve biological integrity. The Silver Crucian carp skins were manually separated and demineralized before being cryopreserved. This procedure comprised two consecutive 24-hour washes in a 10% NaOH solution, followed by one and a half hours of constant stirring in 0.4 M HCl. The demineralized skins were rinsed three times with distilled water to guarantee that all mineral content had been removed. After processing, the tissues were divided into 500 g units and kept at -20°C until collagen extracted.

2.2. Collagen Extraction Protocols

2.2.1. Alcalase-Assisted Extraction

The fish skins were cleaned with cold tap water and a 1% NaCl solution (pH 6.0) to remove exogenous debris, then homogenized to small fragments. The extraction consisted of three phases: pretreatment, enzymatic hydrolysis, and isolation. First, non-collagenous proteins were extracted by incubating the tissue in 500 mL of

0.1 M NaOH (pH 13.0) at 120 rpm for one hour. A bleaching stage was performed by incubating the tissue in 3% H₂O₂ (pH 6.0) under the same agitation conditions. Enzymatic hydrolysis was performed using Alcalase at an enzyme-to-tissue ratio of 1:100 (w/w) in 0.02 M HCl (pH 2.32) at 120 rpm for 72 hours following by the method reported by Arumugam et al.,(2018). The isolated collagen was separated by centrifugation at 12,000 rpm.

2.2.2. Pepsin-Assisted Extraction

The skins were cut into approximately 2×2 cm sections and incubated in 100 mL of 0.05 M NaOH (pH 12.6) for four hours with fresh solution added every two hours to maximize protein removal. The skins were then placed in a 20% butanol solution and agitated at 4°C for 24 hours to remove lipids, followed by three rinses with distilled water. The delipidated skins were subjected to acid-pepsin solubilization in 0.5 M acetic acid (pH 2.45) at an enzyme-to-tissue ratio of 1:20 and a tissue-to-solvent ratio of 1:25 (w/v). The mixture was stirred at 4°C for three days, centrifuged twice (3,000 rpm, 20 min, 4°C), and the supernatant was filtered and adjusted to a final NaCl concentration of 2 M (pH 5.0). The collagen pellet was allowed to precipitate for 24 hours and was recovered by centrifugation and re-solubilized in 1 M acetic acid (pH 2.4) using magnetic stirring at 800 rpm for 2.5 hours at 4°C (Arumugam et al.,2018).

2.2.3. Phosphate-Accelerated Extraction and Purification

Following the method described by Tylingo et al.(2016) and Naffa et al.(2019), non-collagenous proteins were removed from ground fish skins (3 mm) by incubation in 0.1 M NaOH (1:6 w/v) in an ultrasonic water bath at 4°C for 1-3 hours, followed by the removal of pigments and microbial contaminants with 3% H₂O₂ (1:6 w/v) under ultrasonication at 4°C for 1 hour. Isolation was expedited by the application of pepsin (0.5 M acetic acid, pH 2.4) at 4°C for 6 hours, followed by homogenization and 1-hour ultrasonic treatment. Dissolved collagen was precipitated by centrifugation (5,000–15,000 g, 20 min, 4°C) and transferred to a 0.9 M NaCl solution to facilitate phase separation. Residual fish odors were removed by washing in sterile softened water (pH 7.6–7.8, buffered by Na₂HPO₄ and K₂HPO₄, followed by a 2-hour treatment in 5% sodium metabisulfite. The final precipitate was washed.

2.3. Heavy Metal Analysis

The concentrations of Ni (nickel), Cr (chromium), Hg (mercury), As (arsenic), Cd (cadmium), and Pb (lead) in the fish skin-derived collagen were analyzed as they are known to be important to safety and suitability for pharmaceutical and food applications. The concentrations of heavy metals were analyzed in the fish skin-derived collagen using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) using a Bruker M90 system (Bruker Optics, Inc., Billerica, MA, USA). Collagen samples were solubilized in deionized water at 35°C, and then equilibrated to ambient temperature prior to analysis. The ICP-MS operating conditions were optimized using an applied power of 1.4 kW, with gas flow rates of 18.0 L/min for the coolant, 1.0 L/min for the auxiliary gas, and 0.26 L/min for the carrier gas; a sampling depth of 6.5 mm was used for all measurements to maintain consistent plasma sampling and sensitivity (Zhang et al.,2014).

2.4. Statistical analysis

Statistical differences among liquid and dried collagen groups were determined by one-way analysis of variance (ANOVA) test was performed using IBM SPSS 22.0 software (Chicago, IL, USA). All data are presented as mean ± standard deviation (SD) of triplicate measurements

3.RESULT AND DISCUSSION

3.1.Heavy Metal Differentiation among Groups

The concentrations of heavy metals in fish skin and the extracted collagen samples (liquid and powder) are shown in Table 1 and clearly show differences according to extraction method and sample form. The metal concentrations detected in the raw skin of *Carassius gibelio* were low (Cr 0.0077, Ni 0.0055, As 0.0006, Cd –0.0001, Pb 0.0007), which suggested little environmental contamination and that the raw material would be suitable for collagen extraction. Post-extraction, significant changes in metal composition were noted. Cr contents in liquid collagen samples rose somewhat, especially in pepsin-extracted collagen (0.0130), indicating that chromium was partially released or concentrated during enzymatic processing.

Table 1. Heavy Metal Concentration of samples

Sample	Cr	Ni	As	Cd	Pb
FS	0,0077	0,0055	0,0006	0,0001	0,0007
A (L)	0,012	0,0010	0,0002	0,0001	0,0005
B(L)	0,0130	0,0009	0,0004	0,0000	0,0004
C(L)	0,0098	0,0056	0,0002	0,0001	0,0004
A (P)	0,0201	0,0023	0,0008	0,0003	0,0008
B(P)	0,0285	0,0027	0,0013	0,0001	0,0012
C (P)	0,0283	0,0027	0,0007	0,0001	0,0010

Differentiation among Groups Protein pattern of fish skin and fish collagen: M: Protein weight marker. FS) fish collagen, A) alcalase-assisted extracted collagen, B) pepsin-assisted extracted collagen C) phosphate-based extracted collagen, L:liquid form of collagen, P:Dried, powder form of collagen.

When comparing powdered collagen samples to their liquid counterparts, a more noticeable rise in heavy metal concentrations was seen. For example, Cr levels were 0.0285 in powder extracted with pepsin and 0.0283 in powder treated with phosphate; Ni and As also demonstrated relative increases. This pattern can be explained by the concentration effect, which occurs during drying procedures and causes an apparent rise in metal concentration per unit mass when water is removed. Similar findings, where dehydration steps led to higher detectable levels of trace metals without necessarily increasing their absolute amounts, have been documented in the previous research (Cammilleri et al.,2025).

The extracted collagen is safe for possible use in the food, pharmaceutical, and biomedical industries because all measured heavy metal concentrations stayed within globally recognized safety limits set by organizations like the Food and Agriculture Organization and the World Health Organization. Additionally, the consistently low concentrations of hazardous metals like Cd and Pb demonstrate how well the extraction and purification procedures work. Overall, the findings indicate that the collagen products obtained stay within safe consumption and application thresholds, even though the extraction and drying processes may affect the relative concentration of some metals. The choice of extraction techniques, especially between chemical and enzymatic methods, seems to have an impact on the amount of metal present; enzymatic techniques typically perform better in reducing the retention of heavy metals Ring et al.,(2021).

The functional strength and heavy metal profile of collagen is highly dependent on its physical form as dry collagen has better mechanical stability and structural integrity but may display greater apparent heavy metal concentrations due to moisture loss and mass concentration effects; whereas collagen in solution form has better dispersion and lower detectable metal levels, which is desirable for applications that require purity and controlled bioavailability.

Acknowledgments This work was funded by Eskişehir Osmangazi University by Project number (FHD-2022-2514).

References

- Afzaal, M., Hameed, S., Liaqat, I., Khan, A., Manan, H., Shahid, R., & Altaf, M. (2022). Heavy metals contamination in water, sediments and fish of freshwater ecosystems in Pakistan. *Water Practice and Technology*. <https://doi.org/10.2166/wpt.2022.039>
- Arumugam, G. K. S., Sharma, D., Balakrishnan, R. M., & Ettiyappan, J. B. P. (2018). Extraction, optimization and characterization of collagen from sole fish skin. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 9, 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2018.05.003>
- Biedunkova, O., & Kuznietsov, P. (2024). Dataset on heavy metal pollution assessment in freshwater ecosystems. *Scientific Data*, 11. <https://doi.org/10.1038/s41597-024-04116-z>
- Cammilleri, G., Tortorici, M., Pantano, L., Galluzzo, F., Pulvirenti, A., Buscemi, M., Lo Dico, G., Macaluso, A., Calabrese, V., Jacob, U., & Ferrantelli, V. (2025). Toxic metals and metalloids in collagen supplements of fish and jellyfish origin: Risk assessment for daily intake. *Open Medicine*, 20. <https://doi.org/10.1515/med-2025-1141>
- Carattri, M., Mubarak, A., & Sulmartiwi, L. (2025). Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) Skin as a Nanocollagen Source: Impact of Extraction Time and Acetic Acid Concentration with Ultrasonication Assistance. *Journal of Marine and Coastal Science*. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v14i2.72265>
- Demir, D., & Gülay, Ö. (2023). Investigation of Possible Heavy Metals and Antibiotic Residues in Commercial Collagen. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. <https://doi.org/10.24880/maevfd.1218939>
- Ge, B., Hou, C., Bao, B., Pan, Z., de Val, J. E. M. S., Elango, J., & Wu, W. (2022). Comparison of physicochemical and structural properties of acid-soluble and pepsin-soluble collagens from blacktip reef shark skin. *Marine Drugs*, 20(6), 376. <https://doi.org/10.3390/md20060376>
- Mufidah, A., Rahayu, W., & Utami, P. (2025). Narrative Review: Extraction and Characterization of Collagen from Various Fish Species. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*. <https://doi.org/10.23917/pharmacon.v21i2.5391>
- Naffa, R., Edwards, P. J., & Norris, G. (2019). Isolation and characterization of collagen type I crosslink from skin: High-resolution NMR reveals diastereomers of hydroxylysinoxonorleucine crosslink. *Amino Acids*, 51(4), 705-715. <https://doi.org/10.1007/s00726-019-02706-0>
- Ring, G., Sheehan, A., Lehan, M., & Furey, A. (2021). Development, validation and application of an ICP-SFMS method for the determination of metals in protein powder samples, sourced in Ireland, with risk assessment for Irish consumers. *Molecules*, 26(14), 4347. <https://doi.org/10.3390/molecules26144347>
- Shaik, M., Nor, I., & Sarbon, N. (2023). Effect of Extraction Time on the Extractability and Physicochemical Properties of Pepsin—Soluble Collagen (PCS) from the Skin of Silver Catfish (*Pangasius* sp.). *Gels*, 9. <https://doi.org/10.3390/gels9040300>
- Tylingo, R., Gorczyca, G., Mania, S., Szveda, P., & Milewski, S. (2016). Preparation and characterization of porous scaffolds from chitosan-collagen-gelatin composite. *Reactive and Functional Polymers*, 103, 131-140. <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2016.04.010>
- Venugopal, V. (2021). Valorization of Seafood Processing Discards: Bioconversion and Bio-Refinery Approaches. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.611835>
- Wu, S., Zhou, X., Xu, K., & Cheng, H. (2024). The role of extraction method to collagen substrates in enzymolysis of type I collagenase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 285(2), 138086. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.138086>
- Zhang, J., Duan, R., Huang, L., Song, Y., & Regenstein, J. M. (2014). Characterisation of acid-soluble and pepsin-solubilised collagen from jellyfish (*Cyanea nozakii* Kishinouye). *Food Chemistry*, 150, 22-26. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.116>

SU ÜRÜNLERİ YAN ÜRÜNLERİ VE ATIKLARININ KARBON KAYNAĞI OLARAK KULLANILMASI**Doç.Dr.E.T Aksun Tümerkan^{1,2*}****¹ Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Gıda İşleme Bölümü-Gıda Teknolojisi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ankara 06010, Türkiye****²Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mikroplastik Araştırma Laboratuvarı, AYBÜ Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara 06010, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-1993-0569>****Özet**

Hızla büyüyen küresel su ürünleri yetiştiriciliği sektörü, deniz ürünleri işleme atıklarının hacminin önemli bir çevresel yük oluşturduğu kritik bir eşiğe ulaşmış; bu durum döngüsel ekonomi bağlamında yaratıcı yönetim çözümlerini zorunlu kılmıştır. Bu çalışma, yengeç kabuklarından balık pullarına ve iç organlara kadar uzanan çeşitli sucul yan ürünlerin, yüksek değerli biyoteknolojik uygulamalar için güvenilir ve sürdürülebilir bir karbon kaynağı olarak stratejik kullanımını incelemektedir. Standart petrol bazlı veya sentetik öncüllerin aksine, deniz ürünleri atıkları; kitin, proteinler ve minerallerden oluşan karmaşık ve besin açısından yoğun bir yapısal matrise sahiptir. Bu bileşenler, hidrotermal karbonizasyon (HTC) ve piroliz gibi modern termokimyasal teknikler kullanılarak biyokömür veya aktif karbon gibi işlevselleştirilmiş karbon malzemelerine başarıyla dönüştürülebilir. Bu derlemede, ham sucul yan ürünlerin işlevsel ajanlara dönüştürülmesinde, kullanılan ekstraksiyon ve dönüştürme prosedürlerinin doğruluğu ve verimliliğinin belirleyici bir etkisi olduğunun altını çizmektedir. Ortaya çıkan karbon iskeletlerin yüzey alanı ve gözenekliliğini kontrol etmek amacıyla sıcaklık, bekletme süresi ve kimyasal aktivasyon gibi parametreler ayarlanabilmektedir. Bu geliştirmeler, yüksek kapasiteli adsorpsiyon gerektiren atık su arıtma ve karbonun biyopolimer üretimi için kritik bir substrat olduğu mikrobiyal fermentasyon gibi uygulamalarda performansın artırılması için hayati önem taşımaktadır. Ayrıca bu teknik, atık birikimiyle ilişkili çevresel riskleri sınırlandırırken ilaç ve nutrikozmetik endüstrilerinde artan biyoaktif bileşen ihtiyacını da karşılamaktadır. Sonuç olarak, deniz ürünleri atıklarının değer kazanması (valorizasyonu), doğrusal "al-yap-at" paradigmalarından sürdürülebilir üretim döngülerine geçişi mümkün kılarak çevresel koruma ve nesil biyomalzemelerin oluşturulması için gerçekçi bir yol sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yan ürün, atık, değer kazanma, karbon kaynağı

VALORIZATION OF SEAFOOD PROCESSING BY-PRODUCTS AND WASTE AS A SUSTAINABLE CARBON SOURCE**Assoc.Prof. Dr.E.T Aksun Tümerkan ^{1,2*}****¹ Ankara Yıldırım Beyazıt University, Department of Food Processing-Food Technology, Vocational School of Technical Sciences, Ankara 06010, Türkiye,****² Ankara Yıldırım Beyazıt University, Microplastic Research Laboratory, AYBU Central Research Laboratory, Application and Research Center, Ankara, 06010, Türkiye,**<https://orcid.org/0000-0003-1993-0569>**Abstract**

The rapidly growing worldwide aquaculture sector has reached a tipping point when the volume of seafood processing waste imposes a considerable environmental burden, demanding creative management solutions within the context of the circular economy. This study investigates the strategic use of various aquatic byproducts—ranging from crab shells and fish scales to internal viscera—as a reliable and sustainable carbon source for high-value biotechnological applications. Unlike standard petroleum-based or synthetic precursors, seafood waste has a complex, nutrient-dense structural matrix made up of chitin, proteins, and minerals. These components may be successfully converted into functionalized carbon materials such as biochar or activated carbon using modern thermochemical techniques such as hydrothermal carbonization (HTC) and pyrolysis. This study underlines that the accuracy and efficiency of the extraction and conversion procedures used have a significant impact on the conversion of raw aquatic byproducts into functional agents. Temperature, residence duration, and chemical activation may be adjusted to control the surface area and porosity of the resultant carbon scaffolds. These improvements are critical for improving performance in applications such as wastewater treatment, which requires high-capacity adsorption, and microbial fermentation, where carbon is a critical substrate for biopolymer production. Furthermore, this technique satisfies the growing need for bioactive ingredients in the pharmaceutical and nutricosmetic industries while limiting the environmental risks associated with waste buildup. Finally, valorizing seafood waste enables an change from linear "take-make-dispose" paradigms to sustainable production cycles, providing a realistic path for environmental conservation and the creation of next-generation biomaterials.

Keywords: Byproduct, waste, valorisation, carbon source

1. INTRODUCTION

Aquaculture and fisheries are one of the most important sectors for global food security and economic stability; however, the industrial growth of the sector over the past few decades has reached a critical environmental threshold as production volumes increase to feed the increasing human population, resulting in a massive amount of seafood processing byproducts, such as fish viscera, scales, carcasses, and crustacean shells, which often comprise over 50% of the raw material weight (Aksun Tümerkan.,2021). Traditionally considered as low-value waste, these materials are often disposed of in landfills or dumped in marine ecosystems, resulting in serious nutrient loading, oxygen depletion and greenhouse gas emissions. Consequently, there is an urgent need to move away from linear models of take-take-dispose to a circular economy framework that puts waste recovery and resource efficiency at the heart (Cooney et al.,2023). Seafood waste is not only a waste problem; it is a complex, nutrient-rich structural matrix rich in organic polymers and minerals. Unlike conventional oil-based or synthetic precursors used in the field of materials science, water by-products contain natural functional constituents such as chitin, proteins and lipids (Suresh et al.,2018). Aquatic byproducts have inherent functional components like chitin, proteins, and lipids that can be recovered using bioconversion and biorefinery techniques, in contrast to traditional petroleum-based or synthetic precursors used in material science (Venugopal, 2021).

Chitin, abundant in crab and shrimp shells, is a natural scaffold for carbon materials that are doped with nitrogen, while scales and bones provide a mineralized template that can improve the structural integrity of the resulting biomaterials. Strategic use of these biological assets offers a reliable and sustainable source of carbon, matching industrial output with growing demand for green chemistry and biotechnology innovation. (Islam et al.,2025). The main method used to convert seafood waste biomass into valuable functional substances is complex thermochemistry. Hydrothermal carbonisation and pyrolysis are the most efficient methods of converting wet and dry seaweed wastes into stable carbon scaffolds such as biochar and activated carbon. (Zhang et al., 2021). The efficiency of this conversion is highly sensitive to operational parameters; the precise calibration of temperature, residence time, and chemical activation agents allows for the "tuning" of the material's physicochemical properties. By manipulating these variables, researchers can optimize the surface area and pore-size distribution of the carbon, which is essential for specialized applications ranging from heavy metal adsorption in wastewater treatment to serving as a substrate for microbial fermentation in biopolymer production. Kreyenschulte et al.,2014; Hurtado-Fernández et al.,2026). In addition to environmental protection, the promotion of seafood by-products holds great promise for the pharmaceutical and nutraceutical industries. Extraction of bioactive compounds and synthesis of carbon-based delivery systems are sustainable ways to produce next generation bio-materials that are biocompatible and environmentally friendly(Banihashemi Jozdani et al.,2024). This study investigates the methodologies for transforming diverse aquatic byproducts into functionalized carbon materials, emphasizing the intersection of engineering precision and biological sustainability. By integrating these waste streams back into the production cycle, the aquaculture sector can mitigate its environmental footprint while fostering a new era of bio-based economic growth.

2. FISH WASTE AS A CARBON SOURCE

The expansion of the aquaculture and fish processing industries worldwide has resulted in increased generation of fish processing waste (FPW) containing heads, scales, skins, viscera, and bones. Traditionally considered an environmental burden with high organic load and rapid spoilage, current scientific discourse focuses on the potential use of FPW as a sustainable, low-cost carbon source for several high-value biotechnological applications. Fish waste contains high levels of organic carbon, mainly proteins and lipids, and fish discards represent up to 70% of the fish weight (Arvanitoyannis and Kassaveti, 2008), with the lipid fraction providing a high carbon substrate for microbial fermentation and chemical synthesis (the triglycerides and fatty acids in the

viscera are high in nitrogen). The use of fish waste as a carbon feedstock for production of PHAs has been a major focus of research in this area, and Koller et al. (2012) showed that waste streams from the food industry, including fish oil, provide a high-density carbon source that facilitates rapid growth of microorganisms and high accumulation of PHAs. Because of the high caloric value of fish-derived lipids, more PHB can be produced from fish-derived lipids than can be produced from traditional carbohydrate-based substrates such as glucose or starch, and thus the process becomes economically more feasible. In addition to biological fermentation, fish waste is being used as a raw material to synthesize functional carbon materials. Scales and bones, composed of hydroxyapatite and collagen, have been studied as precursors for activated carbon. The intrinsic nitrogen content of fish protein also serves as a natural dopant, leading to N-doped carbon materials that perform better in supercapacitors and as catalyst supports than carbon derived from pure plant cellulose (Chen et al. 2015). There have even been recent studies on the thermal conversion of fish scales into graphene-like nanosheets due to the carbon framework provided by the collagen fibers. Fish scales were described by Wang et al., (2015) as having "abundant N and P functional groups on the final carbons", and fish skin "conserves many O, N and S heteroatoms from fish skin". A fishbone used as a carbon source paper also reported "N-doped carbon material from fishbone waste" and a maximum specific capacitance of 476 F g⁻¹, and a fish-scale carbon reached 448 F g⁻¹. One cellulose-derived study used urea as "a low-cost N source," another used ammonium nitrate-assisted hydrothermal carbonization of cellulose-derived carbon, and a cellulose nanocrystal-templated N-doped carbon reached 352 F g⁻¹ (Xue-Qin et al., 2023). Therefore the quick scan does not support a blanket claim that fish-derived carbons are superior to cellulose-derived carbons; the better performance seems to depend on porosity, activation, and dopant chemistry more than on whether the precursor started as fish or cellulose.

3. SHELLFISH WASTE AS A CARBON SOURCE

Shellfish (shrimp, crabs, lobsters, mussels) produce large volumes of bio-waste during processing, which typically represents 60–70% of the body weight (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2008), and was historically discarded or used as low-value animal feed. However, shellfish waste, which is a major carbon source in a circular bioeconomy, is different from other feedstocks because the carbon is found predominantly in chitin, a structural polysaccharide, that is a precursor to many high-value biotechnological and chemical materials. Chitin as a long-chain polymer of N-acetylglucosamine, is the second most abundant natural polysaccharide after cellulose. Unlike terrestrial biomass, shellfish waste provides a "pre-functionalized" carbon source due to its inherent nitrogen content (Rai et al., 2025) report that crustacean shells typically contain 20–40% chitin, making them an ideal candidate for biorefineries. The extraction of this carbon source involves demineralization and deproteinization, after which the chitin can be converted into chitosan or hydrolyzed into glucosamine, serving as a direct substrate for microbial fermentation. Moha et al., (2022) Waste streams from shrimp processing are utilized as the sole carbon source for the production of Polyhydroxyalkanoates (PHAs). Microbial strains, such as Bacillus species, can metabolize hydrolyzed chitin into biopolyesters, offering a sustainable alternative to petroleum-based plastics. Microbial Fuel Cells (MFCs): Gurav et al. (2021) demonstrated that chitinous waste can serve as an electron donor (carbon source) in MFCs. Bacteria oxidize the organic carbon from the shells, converting chemical energy into electricity while simultaneously remediating the waste. The structural complexity of shellfish shells makes them excellent precursors for porous carbon and graphene-like materials. Super-Activated Carbon: Research by Garcia-Rollan et al., (2026). has shown that the chemical activation of shrimp and crab shells. These materials are highly effective for removing environmental pollutants, such as heavy metals and microplastics, due to their rich surface chemistry.

4. CONCLUSION

Seafood processing waste is a multi-faceted carbon sink. While the green chitin extraction and fermentation processes remain challenges, literature points to its enormous potential to replace synthetic carbon sources. By

rewarding these blue streams, industry can move towards zero waste objectives while producing high-performance materials for the industry, the environment and agriculture.

Referencess

- Arvanitoyannis, I. S., Kassaveti, A., & Varzakas, T. (2011). Fish waste management: treatment methods based on the use of microorganisms. *Aquaculture Microbiology and Biotechnology*, 2(2), 218.
- Banihashemi Jozdani, S. M., Hashemian, Z., Ebrahim Damavandi, S., Elyasigorji, Z., & Vosough, M. (2024). Emerging Trends in the Biomedical Application of Carbon-based Nanomaterials. *Nano Biomedicine & Engineering*, 16(3).
- Chen, Z., Yu, Z., Ma, X., Yue, W., & Xiao, W. (2025). Preparation of fish-scale N, O, P co-doped porous carbon by co-pyrolysis of poplar wood with melamine phosphate. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 118735.
- Cooney, R., De Sousa, D., Fernández-Ríos, A., Mellett, S., Rowan, N., Morse, A., Hayes, M., Laso, J., Regueiro, L., Wan, A., & Clifford, E. (2023). A circular economy framework for seafood waste valorisation to meet challenges and opportunities for intensive sustainability. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136283>
- Gurav, R., Bhatia, S. K., Choi, T. R., Kim, H. J., Lee, H. J., Cho, J. Y., ... & Yang, Y. H. (2021). Seafood processing chitin waste for electricity generation in a microbial fuel cell using halotolerant catalyst *Oceanisphaera arctica* YHY1. *Sustainability*, 13(15), 8508.
- Koller, M., Shahzad, K., & Braunegg, G. (2018). Waste streams of the animal-processing industry as feedstocks to produce polyhydroxyalkanoate biopolyesters. *Applied Food Biotechnology*, 5(4), 193-203.
- Mohan, K., Ganesan, A., Ezhilarasi, P., Kondamareddy, K., Rajan, D., Sathishkumar, P., Rajarajeswaran, J., & Conterno, L. (2022). Green and eco-friendly approaches for the extraction of chitin and chitosan: A review. *Carbohydrate Polymers*, 287, 119349. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119349>
- Rai, S., Pokhrel, P., Udash, P., Chemjong, M., Bhattarai, N., Thuanthong, A., ... & Nirmal, N. (2025). Chitin and chitosan from shellfish waste and their applications in agriculture and biotechnology industries. *Critical Reviews in Biotechnology*, 45(7), 1508-1526.
- Suresh, P. V., Kudre, T. G., Johny, L. C. (2018). Sustainable Valorization of Seafood Processing By-Product/Discard. In: Singhania, R., Agarwal, R., Kumar, R., Sukumaran, R. (eds) *Waste to Wealth. Energy, Environment, and Sustainability*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7431-8_7
- Wang, J., Shen, L., Xu, Y., Dou, H., & Zhang, X. (2015). Lamellar-structured biomass-derived phosphorus-and nitrogen-co-doped porous carbon for high-performance supercapacitors. *New Journal of Chemistry*, 39(12), 9497-9503.
- Xia, F. L. W., Supri, S., Djamaludin, H., Nurdiani, R., Seng, L. L., Yin, K. W., & Rovina, K. (2024). Turning waste into value: Extraction and effective valorization strategies of seafood by-products. *Waste Management Bulletin*, 2(3), 84-100.
- Xue-Qin, M., Bo, Z., Zhi-Xiang, X., Yi, T., Bin, L., Yong-Cai, Z., ... & Hui-Yan, Z. (y.y.). N-rich and O-poor doped carbon prepared via facile ammonium nitrate assisted hydrothermal carbonization for robust supercapacitors. *Journal of Cleaner Production*.

SAMSUN MERKEZ OSB ATIKSUYUNUN KİMYASAL KOAGÜLASYON İLE ARITIMI**Nevin KERTİL¹/Prof. Dr. Feryal AKBAL²****Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Atıksu Arıtımı ve Geri Kazanımı,
fakbal@omu.edu.tr, 0000-0001-6871-928X****Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Atıksu Analizleri ve Arıtımı,
nvnkrtl05@gmail.com, 0009-0004-4952-7687****Özet**

Ülkemizde sürdürülebilir üretimi sağlamak, bölgesel kalkınmayı desteklemek ve sanayi tesislerinin çevresel etkisini azaltmak amacıyla organize sanayi bölgeleri (OSB) kurulmuştur. Bu bölgelerdeki çeşitli üretim süreçlerinden kaynaklanan atık sular, karma endüstriyel atık su arıtma tesislerinde toplu olarak arıtılmaktadır. Farklı endüstrilerden gelen atık suların karmaşık yapısı nedeniyle gerekli verimliliğini sağlamak için genellikle kimyasal ve biyolojik arıtma teknolojilerinin birlikte kullanılması gerekmektedir. Kimyasal koagülasyon basit tasarımı, diğer yöntemlere kıyasla işletme maliyetlerinin daha düşük olması ve yüksek verimlilikle endüstriyel ölçekte uygulanabilmesi nedeniyle OSB atıksularının arıtımında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Koagülasyon işleminin etkinliği, koagülant türü ve dozu ve karıştırma ve çökeltme süreleri gibi çeşitli temel işletme parametrelere büyük ölçüde bağlıdır. Bu nedenle, yeterli arıtma seviyesinin sağlanması için bu parametrelerin optimizasyonu gereklidir. Bu çalışmada, Samsun Merkez Organize Sanayi Bölgesinin atık suyunun alüm ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) ve polielektrolit (PE) kullanılarak kimyasal koagülasyon yöntemi ile arıtılabilirliği incelenmiştir. Kimyasal koagülasyon çalışmaları 3 farklı atıksu ile gerçekleştirilmiş ve koagülant dozunun askıda katı madde (AKM), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam kjeldahl azotu (TKN) ve toplam fosfor (TP) giderimine etkisi incelenmiştir. En iyi giderim verimi 106 mg/L alüm ve 0.5 mg/L polielektrolit ile elde edilmiş ve %72 AKM, %67 KOİ, %19 TKN ve %69 TP giderimi sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar alüm ve polielektrolit ile kimyasal koagülasyonun OSB atıksuyunun arıtımında etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu arıtma, Koagülasyon, Organize sanayi bölgesi

**TREATMENT OF SAMSUN CENTRAL ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE WASTEWATER BY
CHEMICAL COAGULATION****Nevin KERTİL¹/Prof. Dr. Feryal AKBAL²****Ondokuz Mayıs University, Department of Environmental Engineering, Wastewater Treatment and
Recovery, fakbal@omu.edu.tr, 0000-0001-6871-928X****Ondokuz Mayıs University, Department of Environmental Engineering, Wastewater Analyses and
Treatment, nvnkrtl05@gmail.com, 0009-0004-4952-7687****Abstract**

Organized industrial zones (OIZs) have been established in our country to ensure sustainable production, support regional development, and reduce the environmental impact of industrial facilities. Wastewater from various production processes in these zones is treated collectively in mixed industrial wastewater treatment plants. Due to the complex nature of wastewater from different industries, it is generally necessary to use chemical and biological treatment technologies together to achieve the required efficiency. Chemical coagulation is a widely used method in the treatment of OIZ wastewaters due to its simple design, lower operating costs compared to other methods, and high efficiency on an industrial scale. The effectiveness of the coagulation process largely depends on various basic operating parameters such as the type and dose of coagulant and mixing and sedimentation times. Therefore, optimization of these parameters is necessary to ensure an adequate level of treatment. In this study, the treatability of wastewater from Samsun Central Organized Industrial Zone using chemical coagulation with alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) and polyelectrolyte (PE) was investigated. Chemical coagulation studies were conducted with three different wastewater samples, and the effect of coagulant dose on the removal of suspended solids (SS), chemical oxygen demand (COD), total kjeldahl nitrogen (TKN), and total phosphorus (TP) was investigated. The best removal efficiency was obtained with 106 mg/L alum and 0.5 mg/L polyelectrolyte, achieving 72% SS, 67% COD, 19% TKN, and 69% TP removal. The results showed that chemical coagulation with alum and polyelectrolyte is an effective method for treating OIZ wastewater.

Keywords: Wastewater treatment, Coagulation, Organized industrial zone

GİRİŞ

Organize Sanayi Bölgeleri (OSB), sanayinin yaygınlaştırılması, birbirini tamamlayan sanayilerin bir arada üretim yapmaları, üretimde verimliliğin sağlanması, sanayiden kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesi, ekonomik ve toplumsal kalkınmanın birlikte gerçekleştirilmesi amacıyla oluşturulmuştur. Organize sanayi bölgeleri ülkemizin sanayileşmesinde ve bölgesel ekonomik kalkınmada önemli bir rol üstlenmiştir. Organize sanayi bölgelerinde farklı endüstriyel sektörler faaliyet göstermekte ve farklı karakterde atıksular oluşmaktadır. Yüksek kirlilik içeren bu atıksular yeterli derecede arıtılmadan alıcı su ortamlarına deşarj edildiklerinde önemli kirlilik sorunlarına yol açmaktadır. OSB ve diğer sanayi tesislerinin mevzuatta öngörülen arıtma tesis veya sistemlerini müstakil veya ortak olarak kurmaları ve işletmeleri zorunludur (SKKY, 2004).

Samsun Merkez OSB Samsun ili Tekkeköy ilçesi sınırlarında yer almaktadır. OSB’de başta metal ve plastik olmak üzere karışık endüstriyel sektörler faaliyet göstermektedir. Samsun Merkez OSB Atıksu Arıtma Tesisinde, bölge dahilindeki farklı endüstriyel proseslerden gelen kompleks karakterizasyonlu atıksuların çevre mevzuatına uygun şekilde arıtımı sağlanmaktadır. Arıtma tesisinin işletilmesinde temel hedef, deşarj standartlarına (KOİ, AKM, TKN ve TP) kesintisiz uyum sağlarken, kimyasal sarfiyatını minimize ederek operasyonel verimliliği en üst düzeye çıkarmaktır. Samsun Mekez OSB atıksu arıtma tesisinin işletme kapasitesi 2000 m³/gündür. Atıksu arıtma tesisinde farklı sektörlerden kaynaklanan endüstriyel ve evsel atıksular fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma yöntemleriyle arıtılmaktadır. Bu çalışmada Samsun Merkez OSB atıksuyunun kimyasal koagülasyon yöntemi ile arıtımında kullanılan koagülant dozunun optimize edilmesi amaçlanmıştır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Organize Sanayi Bölgeleri sanayi tesislerinin belirli bir plan dâhilinde uygun görülen alanlarda yapılması, sanayileşmeden kaynaklanan çevre sorunlarının önlenmesi, doğal kaynakların rasyonel kullanılması amacıyla kurulan, planlanan ve işletilen, kaynak kullanımında verimliliği hedefleyen mal ve hizmet üretim bölgeleridir. Organize Sanayi Bölgesi yönetimleri sınırları içerisinde bulunan sanayi tesislerinin faaliyetleri sonucunda oluşan atık sularını yönetmeliklerde belirlenen standart ve yöntemlere uygun olarak arıtmak ve bertaraf etmekle veya ettirmekle ve öngörülen izinleri almakla yükümlüdürler. Bu amaçla, organize sanayi bölgelerinde merkezi atıksu arıtma tesisleri gibi ortak altyapı tesisleri kurulmakta ve sanayi tesislerinden kaynaklanan endüstriyel atıksular merkezi atıksu arıtma tesislerinde birlikte arıtılmaktadır. Merkezi endüstriyel atıksu arıtma tesisleri, endüstriyel su kirliliğinin kontrol edilmesinde ve su kalitesinin korunmasında önemli bir rol üstlenmektedir.

Koagülasyon-flokülasyon kolloidal maddeleri destabilize etmek ve çökebilir floklar oluşturmak amacıyla çeşitli pıhtılaştırıcı maddelerin kullanıldığı fizikokimyasal bir arıtma yöntemidir. Koagülasyon-flokülasyon prosesi, basit tasarımı, düşük işletme maliyeti ve düşük enerji tüketimi nedeniyle tekstil, deri, boya ve kağıt gibi birçok endüstriyel atık sudan çözünmüş ve askıda formda bulunan organik ve inorganik kirlleticileri gidermek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Metin ve Çiftçi, 2023). Koagülasyon işleminin etkinliği, koagülant türü ve dozu, pH, alkalinite ve karıştırma ve çökeltme süreleri gibi çeşitli işletme parametrelerine büyük ölçüde bağlıdır. Bu parametrelerin optimize edilmemesi genellikle düşük arıtma verimliliğine yol açarak atıksudaki kirleticiler seviyelerinin belirlenen kalite standartlarını aşmasına neden olur (Ridvan, vd., 2025). Çeşitli araştırmalarda endüstriyel atıksuların kimyasal arıtımı için alüminyum sülfat, demir klorür, polialüminyum klorür dahil olmak üzere çeşitli koagülasyon-flokülasyon ajanları kullanılmıştır. Bu araştırmalar alüminyum sülfatın bulanıklık ve renk gideriminde, toplam askıda katı maddeyi (TAKM) ve çözünmüş organik karbonu (ÇOK) azaltmada etkili ve maliyet etkin olduğunu göstermiştir (AlMuhanna vd., 2025). Endüstriyel atıksuların arıtımında yaygın olarak kullanılan kimyasallardan biri de polielektrolitlerdir. Koagülasyon yardımcısı olarak polielektrolitlerin kullanılması ile arıtma verimi değişmeksizin koagülant dozajı azaltılabilmektedir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada, jar testi yöntemi kullanılarak OSB atık suyunun kimyasal koagülasyon yöntemi ile arıtımı için optimum koşulların belirlenmesi amaçlanmıştır. Koagülant olarak alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$), koagülant yardımcısı olarak polielektrolit (PE) kullanılmıştır. Optimum dozu belirlemek amacıyla 70, 106, 132 ve 158 mg/L koagülant dozları test edilmiştir. Kimyasal koagülasyon çalışmaları 3 farklı atıksu ile gerçekleştirilmiş ve koagülant dozunun askıda katı madde (AKM), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam kjeldahl azotu (TKN) ve toplam fosfor (TP) giderimine etkisi incelenmiştir. AKM (SM 2540 D), KOİ (SM 5220 B), TKN (SM 4500-Norg B) ve TP (SM 4500-P E) analizleri standart metotlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir (APHA, 2017).

3. BULGULAR

3.1. Samsun Merkez OSB atıksu özellikleri

Samsun Merkez OSB atıksuyun karakteristikleri Tablo 1’de verilmiştir. Atıksu yüksek AKM ve KOİ içeriğine ve ortalama seviyede TP ve TKN içeriğine sahiptir.

Tablo 1. OSB atıksuyun karakterizasyonu

Parametre	Ortalama	Aralık
pH	7,52	7,34-7,66
KOİ	3042	2.862-3.276
AKM	3153	2.986-3.458
TKN	23,52	22,36-24,62
TP	16,85	16,27-17,97

3.2. Kimyasal koagülasyon çalışmaları

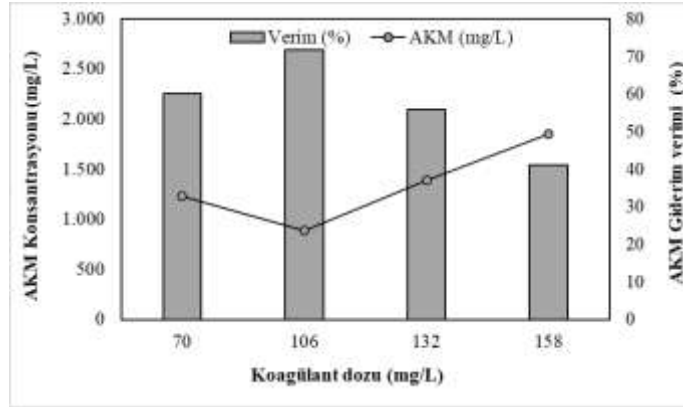
Koagülant dozu, koagülasyon sürecinde kirletici madde giderimini etkileyen parametrelerden biridir. Optimum koagülant dozunda, kolloidal parçacıklar bir araya gelerek kümeler oluşturur. Optimum dozdan daha düşük koagülant dozları kolloidal parçacıkları destabilize etmek için yetersizdir. Optimum dozun üzerindeki dozlar ise askıda katıların yeniden stabilizasyonuna yol açarak giderim verimliliğini azaltır, çamur hacmini ve arıtma maliyetini artırır. Sonuç olarak, optimum dozun altında ve üstünde koagülant dozları flokülasyon performansını düşürür. Koagülant maliyetlerini ve oluşan çamur miktarını azaltmak ve arıtma performansını artırmak için optimum koagülant dozunun belirlenmesi önemlidir (Can-Güven vd., 2025).

Bu çalışmada, optimum koagülant dozunun belirlenmesi amacıyla 3 farklı atıksu ile kimyasal koagülasyon deneyleri gerçekleştirilmiştir. OSB atıksuyun arıtımında alüminyum sülfat PE ile birlikte kullanıldığında etkili bir arıtım sağlanmıştır. Alüminyum sülfat AKM konsantrasyonunu azaltmanın yanı sıra, atık sudaki KOİ ve TP konsantrasyonlarını düşürmede de etkilidir. Gerçekleştirilen her üç deney setinde 106 mg/L alüminyum sülfat dozunda en yüksek AKM, KOİ, TP ve TKN giderimi sağlanmıştır. Elde edilen giderim verimlerinin ortalaması Şekil 1-4’de verilmiştir.

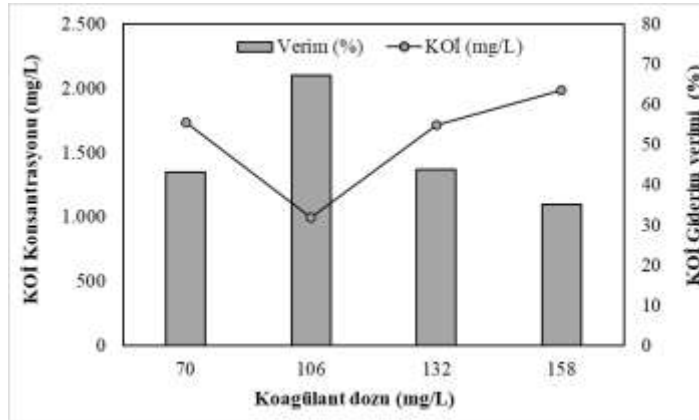
Alüminyum sülfat dozunun AKM üzerindeki etkisi Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekil 1’den en yüksek AKM gideriminin (%70,3-73,6) 106 mg/L alüminyum sülfat dozunda elde edildiği görülmektedir. Uygun koagülant dozunun eklenmesi, metal iyonlarının kolloidal parçacıkların yüklerini nötralize etmesine yardımcı olur ve böylece çift tabakanın sıkıştırılmasını sağlayarak flokülasyonu kolaylaştırır. Alüminyumun çözünürlüğü aşıldığında çözünmeyen alüminyum hidroksitler oluşur ve bu hidroksitler çökelirken daha küçük parçacıkları hapseder veya süpürerek uzaklaştırır. Koagülant yardımcılarının kullanılması daha büyük ve yoğun yumaklar oluşturarak çökeltme veriminin artırır.

Şekil 2'den, KOİ giderme veriminin koagülant dozajının artmasıyla artarak 106 mg/L dozajında en yüksek değere ulaştığı ve ardından azaldığı görülmektedir. KOİ konsantrasyonu bu dozda 2862-3276 mg/L'den 872-1126 mg/L'ye azalmış ve KOİ giderim verimi %65,6-69,5 arasında değişim göstermiştir. Bu durum, koagülant dozajındaki artışın, atık sudaki zıt yüklü parçacıklar arasındaki etkileşimleri arttırması ve pıhtılaşma sırasında çift tabakanın sıkışmasını kolaylaştırmasıyla açıklanabilir; bu da kolloidler arasındaki itici kuvvetleri azaltır. Ayrıca, metal tuzları atıksuda hidroksitler oluşturur ve bu hidroksitler kirleticileri adsorbe etme konusunda güçlü bir kapasite sergiler ve flok oluşumunu teşvik eder. Ancak, koagülant dozajı aşırı olduğunda, kolloidlerin yüzey yükü değişebilir, bu da parçacıklar arasındaki itici kuvvetleri artırarak flok oluşumunu engeller ve sonuç olarak kirletici madde giderme verimliliğini azaltır (Ai vd., 2024).

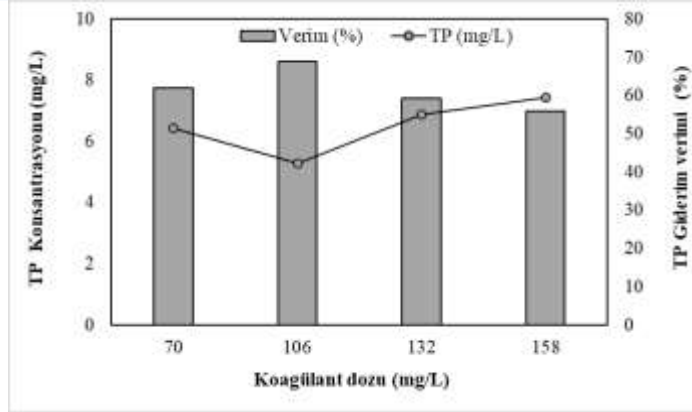
Benzer şekilde, TP analizleri, 106 mg/L alüminyum sülfat dozunda minimum TP değerine ulaşıldığını göstermektedir. TP konsantrasyonu bu dozda 16,27-17,97 mg/L'den 4,95-5,74 mg/L'ye azalmış, TP giderim verimi %68-69,6 arasında değişim göstermiştir (Şekil 3). Koagülasyon yoluyla toplam fosfor giderimi esas olarak kimyasal çökelme, metal hidroksitlere adsorpsiyon ve yük nötralizasyonu yoluyla gerçekleşir. İncelenen parametreler arasında en düşük giderim verimi TKN için elde edilmiştir. TKN giderim verimi 106 mg/L alüminyum sülfat dozunda %18-20 arasında değişmiştir (Şekil 4). Kimyasal koagülasyonun TKN gideriminde etkisi sınırlıdır, TKN atıksu arıtma tesislerinde biyolojik proseslerle arıtılmaktadır. Koagülasyon, amonyum azotu ve organik azottan oluşan Toplam Kjeldahl Azotunu (TKN) esas olarak azot içeren kolloidleri daha büyük ve kolay çökelen yumaklar haline dönüştürerek giderir. Koagülasyon, partikül azotu gidermede oldukça etkili olmakla birlikte, çözünmüş azot için daha düşük verimlilik göstermektedir.



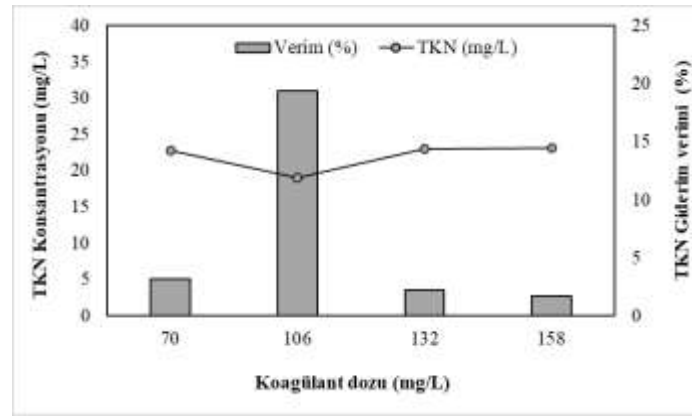
Şekil 1. Koagülant dozunun AKM konsantrasyonu ve AKM giderimine etkisi



Şekil 2. Koagülant dozunun KOİ konsantrasyonu ve KOİ giderimine etkisi



Şekil 3. Koagülant dozunun TP konsantrasyonu ve TP giderimine etkisi



Şekil 4. Koagülant dozunun TKN konsantrasyonu ve TKN giderimine etkisi

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Samsun Merkez OSB atıksuyunun KOİ değeri yaklaşık 2.800-3.300 mg/L, AKM değeri ise 3.000-3.400 mg/L aralığındadır. Üç farklı atıksuyla gerçekleştirilen koagülasyon deneylerinde 106 mg/L alüminyum sülfat (+0,5 mg/L PE) dozajı KOİ, AKM, TKN ve TP gideriminde tutarlı bir şekilde en yüksek performansı göstermiştir. KOİ için %65,6 ile %69,5 arasında değişen yüksek giderim verimleri elde edilmiştir. AKM için etkili bir arıtım sağlanmış, giderim verimleri %70,3 ile %73,6 arasında değişim göstermiştir. Fosfor %68-69 aralığında başarılı bir şekilde giderilirken, azot giderimi literatürle uyumlu olarak %18-20 ile sınırlı kalmıştır.

Samsun Merkez OSB atıksuyu için, 106 mg/L alüminyum sülfat dozajında hem KOİ hem de AKM gideriminde %50 seviyesinin oldukça üzerinde verimler gözlenmiştir. Kimyasal arıtmanın azot giderimindeki kısıtlı etkisi nedeniyle, deşarj standartlarını tam karşılamak için biyolojik arıtma (nitrifikasyon-denitrifikasyon) süreçlerinin kullanılması gerekmektedir. Samsun OSB atıksuları için gerçekleştirilen deneysel çalışmalar kimyasal koagülasyonun OSB atıksuyun arıtımında verimli yöntem olduğunu göstermiştir. 106 mg/L alüm (+0,5 mg/L PE) dozu hem ekonomik hem de teknik açıdan optimum doz olarak belirlenmiştir. Hem fiziksel (AKM) hem de kimyasal (KOİ) kirlilik yükü bu dozajda anlamlı ölçüde düşürülmüştür.

KAYNAKLAR

- Ai, S., Yang, S. Sun, X., Wang, F., Zhang, Y., Zhang H., Bian, D. (2024) Experimental study on the treatment of high COD metal degreasing cleaning wastewater by coagulation and two-stage Fenton oxidation, Water Science & Technology, Vol 90, No 9, 2572.
- AlMuhanna K. J., Asiri, F., AlMansour, M. A-A. H. (2025) Treatment of Paper and Pulp Wastewater Using Coagulation-Flocculation with Alum: Optimization and Performance Evaluation, Water Air Soil Pollut, 236:52.
- APHA (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- Can-Güven, E., Bayat, M. E. Guvenc, S. Y., Varank, G. (2025) Refractory pollutants removal from industrial wastewater by a coupled process of coagulation-flocculation and alternative electrochemical advanced oxidation processes, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 707, 135916.
- Metin S., Çifçi, D. İ. (2023) Chemical industry wastewater treatment by coagulation combined with Fenton and photo-Fenton processes, Journal of Chemical Technology and Biotechnology.
- Ridwan, Nahar, Irwan, Hasanah, U. (2025) Application of the Coagulation Jar Test Method for the Treatment of Coal Wastewater in Industrial Wastewater Management, Jurnal Teknologi, Vol. 25, No. 1, 50-55.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (2004) Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

GIDA ATIKLARINDAN ELDE EDİLEN BİYOAKTİF BİLEŞENLERİN FONKSİYONEL GIDA GELİŞTİRİLMESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR BİR YAKLAŞIM**Dr.Dyt., Feriha GÖKSU****feriha.dokucu@gmail.com, 0000-0001-9601-1609****Özet**

Gıda atıkları, günümüzde çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla önemli bir küresel sorun olarak değerlendirilmektedir. Artan nüfus ve tüketim alışkanlıkları, gıda sistemleri üzerinde baskı oluşturmakta ve kaynakların daha verimli kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda gıda atıkları yalnızca bertaraf edilmesi gereken bir yük değil, aynı zamanda biyoaktif bileşenler açısından değerli bir kaynak olarak görülmektedir. Özellikle meyve ve sebze işleme yan ürünleri; polifenoller, karotenoidler ve diyet lifleri gibi fonksiyonel bileşenler bakımından zengindir. Gıda atıklarından elde edilen biyoaktif bileşenlerin fonksiyonel gıda üretiminde kullanım potansiyeli sürdürülebilirlik çerçevesinde ele alınmıştır. Literatür bulguları, ultrason, mikrodalga ve süperkritik akışkan ekstraksiyonu gibi çevre dostu modern yöntemlerin bu bileşenlerin geri kazanımında etkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen bileşenlerin fonksiyonel içecekler, et ürünleri ve fırıncılık ürünleri gibi farklı gıda kategorilerinde kullanılabildiği ve ürünlerin besleyici değerini artırdığı belirlenmiştir. Gıda atıklarının değerlendirilmesi, doğal kaynakların korunması, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve döngüsel ekonomi yaklaşımının desteklenmesi açısından önemli katkılar sunmaktadır. Bununla birlikte, bu bileşenlerin endüstriyel uygulamalarda etkin kullanımı için stabilite, biyoyararlanım ve tüketici kabulü gibi faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Sonuç olarak, gıda atıklarından elde edilen biyoaktif bileşenlerin fonksiyonel gıda geliştirilmesinde kullanımı, sürdürülebilir gıda sistemlerine geçişte önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Bu yaklaşım aynı zamanda gıda güvenliği ve kaynak verimliliği açısından uzun vadeli çözümler sunma potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Gıda atıkları, biyoaktif bileşenler, fonksiyonel gıdalar, sürdürülebilirlik, döngüsel ekonomi

EVALUATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS DERIVED FROM FOOD WASTE IN FUNCTIONAL FOOD DEVELOPMENT: A SUSTAINABLE APPROACH**Dr.Dyt., Feriha GÖKSU****feriha.dokucu@gmail.com, 0000-0001-9601-1609****Abstract**

Food waste is considered a significant global issue with environmental, economic, and social dimensions. Increasing population and changing consumption patterns place greater pressure on food systems, making more efficient use of resources essential. In this context, food waste is increasingly recognized not only as a material to be disposed of but also as a valuable source of bioactive compounds. In particular, by-products from fruit and vegetable processing are rich in polyphenols, carotenoids, dietary fibers, and other functional components. The potential use of bioactive compounds derived from food waste in functional food development has been evaluated from a sustainability perspective. Findings from the literature indicate that modern and environmentally friendly extraction techniques such as ultrasound, microwave-assisted, and supercritical fluid extraction are effective in recovering these compounds. The obtained bioactive ingredients can be successfully incorporated into various food categories, including functional beverages, meat products, and bakery goods, enhancing their nutritional and functional properties. Utilizing food waste contributes significantly to natural resource conservation, reduction of greenhouse gas emissions, and the promotion of a circular economy approach. However, factors such as stability, bioavailability, and consumer acceptance must be considered for effective industrial application. In conclusion, the use of bioactive compounds derived from food waste in functional food development represents an important strategy for transitioning toward more sustainable food systems.

Keywords: Food waste, bioactive compounds, functional foods, sustainability, circular economy

ULTRA İŞLENMİŞ GIDALAR, İNFLAMASYON VE METABOLİK SAĞLIK: GÜNCEL KANITLARIN DERLEMESİ**Dr.Dyt., Feriha GÖKSU****feriha.dokucu@gmail.com, 0000-0001-9601-1609****Özet**

Son yıllarda ultra işlenmiş gıdaların (UPF) tüketimi küresel ölçekte artmış ve bu durum metabolik hastalıkların yükselen prevalansı ile paralellik göstermiştir. Bu derlemenin amacı, UPF tüketimi ile inflamasyon ve metabolik sağlık arasındaki ilişkiyi güncel epidemiyolojik ve mekanistik kanıtlar ışığında değerlendirmektir. Mevcut bulgular, UPF'lerin yüksek enerji yoğunluğu, düşük besin kalitesi ve katkı maddesi içeriği nedeniyle yalnızca enerji dengesini değil, aynı zamanda biyolojik süreçleri de etkilediğini göstermektedir. Epidemiyolojik çalışmalar, yüksek UPF tüketiminin obezite, insülin direnci, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalık riskinde artış ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ilişkinin altında yatan temel mekanizmalardan biri kronik düşük dereceli inflamasyondur. UPF tüketimi; inflamatuvar biyobelirteçlerde artış, bağırsak mikrobiyotasında disbiyozis, bağırsak geçirgenliğinde yükselme ve metabolik endotoksemi ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca emülgatörler ve yapay tatlandırıcılar gibi katkı maddeleri ile işleme sırasında oluşan ileri glikasyon son ürünleri ve oksidatif stres, inflamatuvar süreçleri tetikleyebilmektedir. Bununla birlikte, UPF'lerin hiperpalatabilite özellikleri ve düşük tokluk etkisi, aşırı enerji alımını teşvik ederek adipöz doku artışı ve buna bağlı pro-inflamatuvar yanıtları artırmaktadır. Tüm bu mekanizmalar birlikte değerlendirildiğinde, UPF tüketiminin metabolik sağlık üzerinde çok yönlü ve sistemik etkiler oluşturduğu anlaşılmaktadır. Sonuç olarak, UPF tüketiminin azaltılması ve beslenme politikalarında gıda işleme düzeyinin dikkate alınması, metabolik hastalıkların önlenmesinde önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Gelecek çalışmaların, özellikle mekanistik düzeyde nedensel ilişkileri açıklığa kavuşturmaya odaklanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ultra işlenmiş gıdalar (UPF), İnflamasyon, Metabolik sağlık, Bağırsak mikrobiyotası

ULTRA-PROCESSED FOODS, INFLAMMATION, AND METABOLIC HEALTH: A REVIEW OF CURRENT EVIDENCE**Dr.Dyt., Feriha GÖKSU****feriha.dokucu@gmail.com, 0000-0001-9601-1609****Abstract**

In recent years, the consumption of ultra-processed foods (UPFs) has increased globally, paralleling the rising prevalence of metabolic diseases. The aim of this review is to evaluate the relationship between UPF consumption, inflammation, and metabolic health in light of current epidemiological and mechanistic evidence. Existing findings indicate that UPFs, due to their high energy density, poor nutritional quality, and additive content, influence not only energy balance but also underlying biological processes. Epidemiological studies have demonstrated that high UPF consumption is associated with an increased risk of obesity, insulin resistance, type 2 diabetes, and cardiovascular diseases. One of the key mechanisms underlying this relationship is chronic low-grade inflammation. UPF intake has been linked to elevated inflammatory biomarkers, gut microbiota dysbiosis, increased intestinal permeability, and metabolic endotoxemia. Additionally, food additives such as emulsifiers and artificial sweeteners, along with processing-induced compounds like advanced glycation end products (AGEs) and oxidative stress, may further trigger inflammatory pathways. Moreover, the hyper-palatability and low satiety effects of UPFs promote excessive energy intake, leading to increased adiposity and subsequent pro-inflammatory responses. Taken together, these mechanisms suggest that UPF consumption exerts multifaceted and systemic effects on metabolic health. In conclusion, reducing UPF intake and incorporating the level of food processing into nutritional policies may represent an important strategy for the prevention of metabolic diseases. Future research should focus on elucidating causal mechanisms, particularly at the mechanistic level.

Keywords: Ultra-processed foods (UPF), Inflammation, Metabolic health, Gut microbiota

YEŞİL KORUMACILIK VE KÜRESEL TİCARETİN DÖNÜŞÜMÜ: AVRUPA BİRLİĞİ SINIRDA KARBON DÜZENLEME MEKANİZMASI'NIN EKONOMİ-POLİTİĞİ**Semanur GÜRLEK****Sakarya Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi, semanurgurlek@ogr.sakarya.edu.tr, 0009-0006-4032-6584****ÖZET**

Avrupa Birliği'nin (AB) 1 Ocak 2026 itibarıyla mali yükümlülük dönemine geçirdiği Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM), küresel ticaret ile iklim politikası arasındaki ilişkiyi yeniden tanımlayan bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, SKDM'yi Çevresel Samimiyet (Environmental Sincerity) ile Ekonomik Pragmatizm (Economic Pragmatism) arasındaki ince çizgide konumlandıran bir ekonomi-politik çerçevede incelemektedir. Doküman analizi yöntemiyle yürütülen çalışmada birincil hukuki belgeler, hakemli akademik literatür ve uluslararası kuruluş raporları sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Bulgular, SKDM'nin AB Emisyon Ticaret Sistemi ile yapısal bütünleşme yoluyla çevresel meşruiyet zemini oluştururken aynı zamanda gelişmekte olan ülkelere orantısız uyum maliyeti yüklediğine işaret etmektedir. Afrika ülkelerinin AB'ye yapacağı ihracatın %5,72'ye varan oranlarda azalabileceği; Türkiye'nin SKDM kapsamındaki ihracatında 100 €/ton karbon fiyatı senaryosunda yaklaşık 3,6 milyar Euro maliyetle karşılaşabileceği görülmektedir. Mekanizmanın Dünya Ticaret Örgütü kuralları ile uyumu, GATT Madde I, III ve XX çerçevesinde tartışmalı bir alan oluşturmaktadır. Çalışma, SKDM'nin nihai başarısının teknoloji transferi, gelir yeniden dağıtımı ve çok taraflı diyalog süreçlerine bağlı olduğu sonucuna ulaşmaktadır. Mekanizmanın "ceza" değil "ortak dönüşüm" zihniyetiyle uygulanması, çevresel hedefler ile küresel kalkınma adaleti arasındaki gerilimin yumuşatılmasında belirleyici olabilir.

Anahtar Kelimeler: Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması, Avrupa Yeşil Mutabakatı, Yeşil Korumacılık, Yeşil Emperyalizm, Adil Dönüşüm

ABSTRACT

The European Union's (EU) Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), which entered its definitive phase on 1 January 2026, has emerged as an instrument redefining the relationship between global trade and climate policy. This study examines CBAM within a political-economic framework, positioning the mechanism on the fine line between Environmental Sincerity and Economic Pragmatism. Conducted through document analysis, the study systematically evaluates primary legal instruments, peer-reviewed academic literature, and international organization reports. The findings indicate that CBAM establishes environmental legitimacy through structural integration with the EU Emissions Trading System while simultaneously imposing disproportionate adjustment costs on developing countries. Projections suggest that African exports to the EU could decline by up to 5.72%, while Turkey's CBAM-covered exports may face costs of approximately 3.6 billion Euros under a 100 €/ton carbon price scenario. The mechanism's compatibility with World Trade Organization rules constitutes a contested domain, particularly within the framework of GATT Articles I, III, and XX. The study concludes that CBAM's ultimate success depends on technology transfer, revenue redistribution, and multilateral dialogue processes. Implementing the mechanism with a mindset of "shared transformation" rather than "punishment" may prove decisive in mitigating tensions between environmental objectives and global development justice.

Keywords: Carbon Border Adjustment Mechanism, European Green Deal, Green Protectionism, Green Imperialism, Just Transition

GİRİŞ

İklim krizi, yirmi birinci yüzyılın en kritik küresel sorunlarından biri olarak tanımlanabilir. Bu sorunun çözümünde Avrupa Birliği (AB), Aralık 2019'da açıkladığı Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal) ile öncü bir konum üstlenmiştir. Yeşil Mutabakat, 2050 yılında iklim-nötr ilk kıta olma hedefini taahhüt etmekte; "Fit for 55" yasama paketi aracılığıyla ise 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarının 1990 seviyelerine kıyasla en az %55 oranında azaltılmasını öngörmektedir (European Commission, 2019). Bu iddialı hedefler, AB'nin küresel iklim diplomasisindeki liderlik iradesini ortaya koymakta; aynı zamanda iç pazarda karbon fiyatlandırmasının derinleştirilmesini gerektirmektedir.

Ancak iç pazarda karbon maliyetinin yükselmesi, beraberinde "karbon sızıntısı" (carbon leakage) riskini getirebilmektedir. Karbon sızıntısı, sıkı iklim politikası uygulayan ülkelerdeki üretimin daha gevşek düzenlemelere sahip üçüncü ülkelere kayması ya da bu ülkelere ucuz, karbon-yoğun ithalatın artması biçiminde tezahür edebilmektedir (Pirlot, 2022). AB, bu riski bertaraf etmek üzere Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'nı (SKDM; İngilizce kısaltmasıyla CBAM) tasarlamış ve mekanizma, 10 Mayıs 2023 tarihli (AB) 2023/956 sayılı Tüzük ile yasalaşmıştır (European Union, 2023). SKDM, AB'ye ithal edilen karbon-yoğun ürünlere AB içi üreticilerin ödediği karbon fiyatına eşdeğer bir bedel uygulamayı amaçlamaktadır.

Mekanizma, 1 Ocak 2026 itibarıyla geçiş döneminden mali yükümlülük dönemine geçmiş; demir-çelik, alüminyum, çimento, gübre, elektrik ve hidrojen olmak üzere altı sektörü kapsamına almıştır (European Commission, 2026). Ekim 2025'te yürürlüğe giren (AB) 2025/2083 sayılı Omnibus Sadeleştirme Tüzüğü, 50 ton altındaki ithalatçıları kapsam dışında bırakarak idari yükü hafifletmiş; ancak emisyonların yaklaşık %99'unu kapsam içinde tutmuştur (European Union, 2025).

Bu çalışma, SKDM'yi tek boyutlu bir biçimde okumanın yetersiz kalabileceğini ileri sürmektedir. Bir yandan AB, mekanizmayı iklim krizine karşı samimi bir liderlik aracı olarak sunmaktadır; öte yandan SKDM'nin gelişmekte olan ülkeleri ekonomik bakımdan zorlayan ve küresel ticaret hiyerarşisini yeniden düzenleyen bir araca dönüşme potansiyeli taşıdığı belirtilmektedir (ACF ve LSE, 2023). Söz konusu ikilik, Çevresel Samimiyet (Environmental Sincerity) ile Ekonomik Pragmatizm (Economic Pragmatism) arasındaki ince bir çizgi olarak konumlandırılabilir. Çalışmanın amacı, bu çizginin ekonomi-politik niteliğini, kuramsal çerçeveye ve güncel veri ışığında tartışmaktır.

Çalışmanın akademik önemi, SKDM literatürünün büyük ölçüde teknik-hukuki ya da sektörel-ampirik düzlemde yoğunlaştığı bir ortamda, mekanizmayı çevresel meşruiyet ile küresel ticaret hiyerarşisi arasındaki gerilim ekseninde değerlendirmesinden kaynaklanmaktadır. Çalışma, izleyen bölümde karbon sızıntısı, yeşil korumacılık, yeşil emperyalizm ve adil dönüşüm kavramlarını içeren kuramsal çerçeveyi sunmakta; ardından nitel araştırma yöntemini açıklamakta; bulgular bölümünde mekanizmanın yapısal özelliklerini, gelişmekte olan ülkelere etkilerini, Türkiye için doğurduğu stratejik tabloyu ve Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) uyumu tartışmasını incelemektedir. Sonuç bölümünde ise mekanizmanın başarısının teknoloji transferi ve gelir yeniden dağıtımı politikalarına bağlı olduğu argümanı geliştirilmektedir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'nı yalnızca teknik bir ticaret aracı olarak okumak, mekanizmanın ekonomi-politik niteliğini eksik bırakabilir. SKDM aynı anda bir iklim politikası, bir ticaret düzenlemesi ve küresel kalkınma hiyerarşilerini yeniden biçimlendiren bir araç olarak işlemektedir (Pirlot, 2022). Bu çoklu nitelik, mekanizmayı tek bir kuramsal mercekle değil, birbirini tamamlayan birkaç kavramsal eksen aracılığıyla değerlendirmeyi gerektirmektedir.

Bu bölüm, çalışmanın çözümleme zeminini oluşturan dört temel kavramı tartışmaktadır: karbon sızıntısı, yeşil korumacılık, yeşil emperyalizm ve adil dönüşüm. Söz konusu kavramlar, SKDM'nin meşruiyet zeminini, eleştiri eksenini ve normatif gerilimleri arasındaki bağı kurmak bakımından merkezi öneme sahiptir.

1.1. Karbon Sızıntısı

Karbon sızıntısı (carbon leakage), katı iklim politikaları uygulayan ülkelere, daha gevşek düzenlemelere sahip ülkelere üretimin ya da yatırımın kayması olgusunu tanımlamaktadır (Koç ve Kaynak, 2023, s. 277). Olgu, çevresel açıdan iki yönlü bir sorun yaratmaktadır: bir yandan iklim politikası uygulayan ülkenin emisyon azaltımı, başka bölgelerde gerçekleşen artışla telafi edilebilmekte; öte yandan iç sanayi rekabet gücünü kaybedebilmektedir. AB'nin SKDM'yi gerekçelendirirken öne çıkardığı temel argüman, mekanizmanın bu sızıntıyı önleme işlevidir (European Union, 2023). Ne var ki sızıntının ampirik büyüklüğüne ilişkin literatürde tam bir uzlaşma bulunmamakta; bazı çalışmalar mekanizmanın etkinliğine ilişkin önemli soru işaretleri ortaya koymaktadır (Pirlot, 2022).

1.2. Yeşil Korumacılık

Yeşil korumacılık (green protectionism), çevresel hedeflerin perde gerisinde yerli sanayiye koruma amacının saklı tutulduğu politika tasarımlarını tanımlamak için kullanılan bir kavramdır. Klasik korumacılık araçları olan tarife ve kotaların etkisini büyük oranda yitirdiği günümüz küresel ticaretinde, sağlık, güvenlik ve çevre standartlarına dayalı düzenlemeler "görünmez ticaret engelleri" işlevi görebilmektedir (Pirlot, 2022). SKDM'ye yöneltilen eleştirilerin önemli bir kısmı, mekanizmanın bu kategoriye girip girmediği üzerinde yoğunlaşmaktadır. Eleştirel literatür, mekanizmanın çevresel meşruiyet zeminini ile sanayi rekabet gücünü koruma hedefini birlikte götüğünü öne sürmektedir (Koç ve Kaynak, 2023, s. 277).

1.3. Yeşil Emperyalizm

Yeşil emperyalizm (green imperialism), zengin Kuzey ülkelerinin kendi çevresel öncelik ve standartlarını geliştirmekte olan ülkelere dayatmasını eleştiren bir kavram olarak tanımlanabilir. Eleştirel yaklaşım, sanayileşmiş ülkelerin tarihsel emisyon yükünü dikkate almadan tasarlanan tek taraflı önlemlerin, geliştirmekte olan ülkelere orantısız bir uyum maliyeti yüklediğini ileri sürmektedir (ACF ve LSE, 2023). Afrika ülkelerinin SKDM'ye yönelik temel itirazı da bu çerçevede şekillenmekte; mekanizmanın Paris Anlaşması taahhütleriyle uyumu ve Afrika ihracatı üzerindeki etkisi sorgulanmaktadır.

1.4. Adil Dönüşüm

Adil dönüşüm (just transition), iklim politikalarının yükünü dengeli biçimde paylaşmayı amaçlayan normatif bir ilkedir. İlke, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (UNFCCC) "Ortak Fakat Farklılaştırılmış Sorumluluklar ve Göreli Yetenekler" (Common But Differentiated Responsibilities and Respective Capabilities — CBDRRC) ilkesinde temellenmekte; Paris Anlaşması'nın 9. maddesi aracılığıyla iklim finansmanı boyutuyla genişletilmiştir (UNFCCC, 1992; UNFCCC, 2015). Adil dönüşüm perspektifi, küresel iklim politikasının başarısını yalnızca emisyon azaltımı ile değil, aynı zamanda dönüşüm maliyetlerinin hakkaniyetli paylaşımı ile ölçmektedir. SKDM, bu ilkeyle uyumu açısından sıkça sorgulanmakta; özellikle mekanizmanın gelir yeniden dağıtımını tasarımı bu sorgulamanın merkezinde yer almaktadır (ACF ve LSE, 2023).

2. YÖNTEM

Çalışma, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde doküman analizi (literatür incelemesi) yöntemiyle yürütülmüştür. Yöntemin tercih edilmesinin temel gerekçesi, SKDM'nin görece yeni bir politika aracı olması ve mali yükümlülük döneminin 1 Ocak 2026'da başlaması nedeniyle uzun vadeli ampirik verilerin henüz oluşmamış olmasıdır. Bu koşullarda, mevcut hukuki düzenlemelerin, akademik literatürün ve uluslararası

kuruluş raporlarının sistematik biçimde incelenmesi, mekanizmanın ekonomi-politik niteliğini değerlendirmek için uygun bir zemin sunmaktadır.

İncelenen kaynaklar üç kategori altında toplanmıştır. Birinci kategoride birincil hukuki belgeler yer almakta; bu kapsamda (AB) 2023/956 sayılı SKDM Tüzüğü, (AB) 2025/2083 sayılı Omnibus Sadeleştirme Tüzüğü, 7552 sayılı Türkiye İklim Kanunu, Avrupa Komisyonu'nun resmi açıklamaları ile Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ve Paris Anlaşması metinleri ele alınmıştır. İkinci kategoride hakemli akademik dergilerde yayımlanan ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiş; özellikle SKDM'nin DTÖ uyumu, gelişmekte olan ülke etkileri ve karbon sızıntısı işlevine ilişkin tartışmalar değerlendirilmiştir. Üçüncü kategoride ise uluslararası düşünce kuruluşları ve kalkınma ajanslarının raporları analiz edilmiştir.

Kaynak seçiminde güncellik ve güvenilirlik ölçütleri esas alınmış; tartışmaların güncel hâlinin yansıtılabilmesi için ağırlıklı olarak 2022 sonrasında yayımlanan çalışmalar tercih edilmiştir. Türkçe ve İngilizce kaynakların birlikte kullanılması yoluyla literatürün dengeli bir biçimde temsil edilmesi amaçlanmıştır.

3. BULGULAR

Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'nın 1 Ocak 2026 itibarıyla mali yükümlülük dönemine geçmesi, mekanizmanın küresel ticaret üzerindeki etkilerini somutlaştıran bir eşik niteliği taşımaktadır. Bu yeni dönem, mekanizmayı yalnızca AB iç pazarına ilişkin bir düzenleme olmaktan çıkarmakta; AB ile ticaret ilişkisi içinde olan tüm ülkeler için doğrudan maliyet, uyum ve hukuki tartışma alanları yaratmaktadır. SKDM'nin bu çok katmanlı niteliği, mekanizmayı hem AB Emisyon Ticaret Sistemi (AB ETS) ile iç tutarlılık kuran çevresel bir araç hem de küresel ticaret hiyerarşisini yeniden düzenleyen siyasi bir mekanizma olarak konumlandırmaktadır.

Bu bölüm, söz konusu çok katmanlı yapıyı dört alt başlık altında çözümlemektedir. İlk alt başlıkta mekanizmanın teknik tasarımı ve ikili hedef yapısı incelenmekte; ikinci alt başlıkta gelişmekte olan ülkelerin karşılaştığı maliyet ve kalkınma sorunları değerlendirilmektedir. Üçüncü alt başlıkta Türkiye'nin SKDM karşısındaki stratejik konumu ele alınmakta; dördüncü alt başlıkta ise mekanizmanın Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) hukuku ile uyumu tartışılmaktadır.

3.1. SKDM'nin Yapısal Özellikleri ve İkili Hedef Yapısı

SKDM, geçiş döneminin (1 Ekim 2023 – 31 Aralık 2025) ardından 1 Ocak 2026 itibarıyla mali yükümlülük dönemine geçmiştir. Mekanizma; demir-çelik, alüminyum, çimento, gübre, elektrik ve hidrojen olmak üzere altı sektörü ve seçilmiş öncül ürünleri kapsamaktadır (European Commission, 2026). İthalatçılar, yetkilendirilmiş SKDM beyancısı statüsü almakla, ürünlerin gömülü emisyonlarını raporlamakla ve karşılığı kadar SKDM sertifikası satın almakla yükümlü tutulmaktadır.

Mekanizmanın işleyişi, AB Emisyon Ticaret Sistemi (AB ETS) ile yapısal bir bağ kurmaktadır. AB ETS kapsamındaki ücretsiz tahsisatlar, 2026-2034 yılları arasında kademeli olarak sıfırlanacak; sertifika yükümlülüğü aynı dönemde %2,5'ten %100'e yükselecektir (European Union, 2023). Bu paralellik, AB içi üreticilerin karşılaştığı karbon maliyetinin ithal ürünlere de uygulanmasını öngörmekte; mekanizmanın çevresel meşruiyet zeminini oluşturmaktadır. Avrupa Komisyonu'nun 2026 yılı ilk çeyreği için açıkladığı sertifika fiyatı 75,36 €/ton düzeyinde gerçekleşmiştir (European Commission, 2026).

Ekim 2025'te yürürlüğe giren (AB) 2025/2083 sayılı Omnibus Sadeleştirme Tüzüğü, mekanizmanın idari yükünü azaltmak amacıyla önemli değişiklikler getirmiştir. Tüzük, yıllık 50 ton altındaki ithalatçıları kapsam dışında bırakmakta; bu eşik AB Komisyonu hesaplamalarına göre ithalatçıların yaklaşık %90'ını muaf tutmakta, ancak gömülü emisyonların yaklaşık %99'unu kapsam içinde tutmaktadır (European Union, 2025). Söz konusu tasarım tercihi, küçük ithalatçıların korunmasını sağlarken çevresel etkinin sürdürülmesini hedeflemektedir.

Mekanizmanın ikili hedef yapısı, literatürde "çoklu amaç" olarak nitelendirilen bir özelliği yansıtmaktadır. SKDM, karbon sızıntısını önleme ve adil rekabet sağlama gibi ekonomik gerekçelerin yanı sıra Paris Anlaşması'na uyumu teşvik, iklim liderliği ve bütçe geliri sağlama gibi farklı amaçları birlikte taşımaktadır (Pirlot, 2022). Bu çok yönlü tasarım, mekanizmanın yalnızca çevresel değil aynı zamanda mali bir araç olarak da kurgulandığını göstermektedir.

3.2. Gelişmekte Olan Ülkelere Etkiler

SKDM'nin küresel ölçekteki etkisi, ülkelerin AB pazarına bağımlılık derecesi ve karbon yoğunluğu seviyesine göre belirgin biçimde farklılaşmaktadır. Türkiye gibi AB ile yoğun ticari ilişkiler içinde olan ülkelerin yanı sıra Çin, ABD, Rusya ve Hindistan gibi büyük ekonomilerin de mekanizmadan önemli ölçüde etkileneceği belirtilmektedir (Koç ve Kaynak, 2023, s. 277).

Afrika kıtası, mekanizmanın orantısız etkilerine en açık bölge olarak değerlendirilmektedir. African Climate Foundation ile London School of Economics tarafından gerçekleştirilen ortak çalışmada, kapsamın tüm ürünlere genişletilmesi durumunda Afrika'nın AB'ye ihracatının %5,72 oranında, kıta GSYH'sinin ise yaklaşık %1,12 oranında (2021 değerleriyle yaklaşık 31 milyar Euro) azalabileceği öngörülmektedir (ACF ve LSE, 2023). Aynı çalışmaya göre, kapsamın tüm ürünlere genişletildiği varsayımsal senaryoda 11 Afrika ülkesinin GSYH'sinde %1,5 ile %8,4 arasında bir daralma yaşanabilecektir. Sektörel olarak ise alüminyum ihracatında %13,9'a varan, demir-çelik ihracatında %8,2, gübre ihracatında %3,9 ve çimento ihracatında %3,1 oranında düşüş öngörülmektedir (ACF ve LSE, 2023).

Mekanizmaya yönelik eleştirilerin ortak zemini, sanayileşmiş ülkelerin tarihsel emisyon sorumluluğunun göz ardı edilerek uyum yükünün gelişmekte olan ülkelere kaydırıldığı yönündeki tespittir. Bu eleştiriler, AB'nin SKDM tasarımında en az gelişmiş ülkeler (Least Developed Countries — LDCs) için bir muafiyet öngörmemiş olması ve mekanizmadan elde edilecek gelirlerin Innovation Fund kapsamında AB içi inovasyonu desteklemeye yönlendirilmesi gibi tasarım tercihleriyle desteklenmektedir (ACF ve LSE, 2023).

Tartışma, 2025 yılında Brezilya'nın Belém kentinde gerçekleştirilen COP30 İklim Konferansı'nda da gündeme gelmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin Tek Taraflı Ticaret Önlemleri'nin (Unilateral Trade Measures – UTM) resmi müzakere gündemine alınması yönündeki talebi doğrudan kabul görmemiş; ancak konferans çıktısı olan Global Mutirão kararıyla, 2026-2028 dönemini kapsayacak biçimde ticaret ve iklim politikaları arasındaki bağlantılara ilişkin diyalog süreci başlatılmıştır (UNFCCC, 2025). Bu gelişme, gelişmekte olan ülkelerin uzun süredir dile getirdiği itirazların çok taraflı bir müzakere zeminine taşınması anlamına gelmektedir.

3.3. Türkiye İçin Stratejik Konum

Türkiye, AB ile yoğun ticari ilişkileri ve Gümrük Birliği bağı nedeniyle SKDM'den en çok etkilenecek ülkeler arasında konumlanmaktadır. AB'nin Türkiye'nin toplam ihracat hacmindeki payının yaklaşık %40 düzeyinde olduğu vurgulanmaktadır (Koç ve Kaynak, 2023, s. 277). SKDM kapsamındaki ürün gruplarının Türkiye'nin AB-28'e yaptığı ihracattaki payının ise %10,81 düzeyinde olduğu hesaplanmaktadır (İmer-Ertunga ve Seyhun, 2022, s. 7). Söz konusu paya en büyük katkıyı demir-çelik sektörü sağlamakta; bunu alüminyum, çimento ve gübre sektörleri izlemektedir (İmer-Ertunga ve Seyhun, 2022, s. 8).

Türkiye'nin bu baskı karşısında tercih ettiği strateji, ulusal düzeyde bir karbon fiyatlandırma mekanizması kurarak SKDM yükümlülüğünü iç piyasada karşılamak biçiminde şekillenmiştir. 9 Temmuz 2025 tarihinde yürürlüğe giren 7552 sayılı İklim Kanunu, Türkiye Emisyon Ticaret Sistemi'nin (TR-ETS) hukuki zeminini oluşturmuş; pilot uygulama döneminin 2026-2027 yıllarını, tam uygulama döneminin ise 2028-2035 yıllarını kapsaması öngörülmüştür (T.C. Resmî Gazete, 2025). SKDM, ihracatçı ülkede ödenmiş bir karbon fiyatının sertifika maliyetinden mahsup edilmesine olanak tanıdığı için, TR-ETS'nin AB tarafından tanınan bir yapıya kavuşması Türk ihracatçıların yüklerini azaltabilecektir.

Yine de mevcut analizler, Türkiye'nin SKDM uyumunda önemli yapısal güçlüklerle karşı karşıya bulunduğu işaret etmektedir. 100 €/ton düzeyinde bir karbon fiyatı senaryosunda Türkiye'nin SKDM kapsamındaki ihracatında karbon maliyetinin yaklaşık 3,6 milyar Euro'ya ulaşabileceği hesaplanmaktadır (Koç ve Kaynak, 2023, s. 283). Mekanizmadan en çok etkilenecek sektörlerin çimento, elektrik, demir-çelik, tarım ve diğer mineralli ürünler olacağı ortaya konmaktadır (Koç ve Kaynak, 2023, s. 285). Ayrıca SKDM kapsamındaki sektörlerde Ar-Ge harcamalarının ülke ortalamasının altında kaldığı ve bu sektörlerin sermaye yoğun yapısının düşük karbonlu üretime geçişi zorlaştırabileceği belirtilmektedir (İmer-Ertunga ve Seyhun, 2022, s. 9). Bu bulgular, Türkiye'nin önümüzdeki dönemde düşük karbonlu üretim altyapısını güçlendirmesi, izleme-raporlama-doğrulama (MRV) sistemini AB standartlarıyla uyumlulaştırması ve sektörel teknoloji yatırımlarını hızlandırması gerektiğine işaret etmektedir.

3.4. DTÖ Uyumu Tartışması

SKDM'nin DTÖ kuralları ile uyumu, mekanizmanın hukuki meşruiyetine ilişkin en tartışmalı boyutlardan birini oluşturmaktadır. Tartışma, başlıca üç GATT (Gümrük Tarifeleri ve Ticaret Genel Anlaşması) hükmü üzerinde yoğunlaşmaktadır: En Çok Kayrılan Ülke ilkesini düzenleyen Madde I, Ulusal Muamele yükümlülüğünü içeren Madde III ve genel istisnaları belirleyen Madde XX (Pirlot, 2022).

GATT Madde I uyarınca, "aynı koşullara sahip" ülkeler arasında ayrımcılık yapılmaması gerekmektedir. SKDM'nin en az gelişmiş ülkeler için bir muafiyet öngörmemesi, bu ilke açısından gerilim yaratabilecek bir tasarım tercihi olarak değerlendirilmektedir (ACF ve LSE, 2023). Madde III ise ithal mallara, eşdeğer yerli mallarla aynı muamelenin yapılmasını öngörmektedir. SKDM'nin gerçek emisyon verisi sağlayamayan üreticilere uygulayacağı varsayılan emisyon değerlerinin AB içi ortalamayı aşması, Madde III açısından hassas bir nokta oluşturmaktadır (Pirlot, 2022).

Madde XX ise belirli koşullar altında çevresel istisnalara izin vermektedir. Madde XX(b) insan, hayvan ve bitki yaşamını korumaya yönelik tedbirleri, Madde XX(g) ise tükenebilir doğal kaynakların korunmasına ilişkin önlemleri kapsam dışında tutmaktadır. *US-Shrimp* ve *Brazil-Retreaded Tyres* davalarında oluşan içtihat, çevresel önlemlerin Madde XX kapsamında değerlendirilebilmesi için "keyfi ya da haksız ayrımcılık" oluşturmaması ve "uluslararası ticarete gizli bir kısıtlama" niteliği taşıması gerektiğini öngörmektedir (Pirlot, 2022). Bu çerçevede SKDM'nin meşruiyeti, mekanizmanın çok taraflı diyalog süreçleriyle desteklenmesine ve gelişmekte olan ülkelerin farklılaşmış yetenekleri gözetilmesine bağlı olarak değerlendirilmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması'nın 1 Ocak 2026 itibarıyla mali yükümlülük dönemine geçişi, AB iklim politikası ile küresel ticaret rejimi arasındaki ilişkiyi yapısal biçimde dönüştürmüştür. Çalışma boyunca ele alınan bulgular, mekanizmanın salt çevresel ya da salt korumacı bir araç olarak okunmasının yeterli kalmayabileceğini; SKDM'nin Çevresel Samimiyet ile Ekonomik Pragmatizm arasındaki ince çizgide konumlandığını göstermektedir.

Çevresel Samimiyet boyutu, mekanizmanın AB ETS ile kurduğu yapısal bütünleşmede somutlaşmaktadır. AB içi üreticilere yönelik ücretsiz tahsisatların 2026-2034 döneminde kademeli olarak sıfırlanması, ithal mallara aynı karbon maliyetinin uygulanması ile koşut biçimde tasarlanmıştır (European Union, 2023). Bu iç tutarlılık, mekanizmanın yalnızca dış ticarete korumacı bir araca indirgenemeyeceğine işaret etmektedir. Mekanizmanın diğer ülkeleri kendi karbon fiyatlandırma sistemlerini geliştirmeye teşvik etme potansiyeli, SKDM'nin küresel karbon fiyatı yayılımı (carbon pricing diffusion) işlevi olarak da değerlendirilmektedir (Pirlot, 2022).

Ekonomik Pragmatizm boyutu ise mekanizmanın gelir dağılımı ve dışlama mantığında belirginleşmektedir. SKDM, en az gelişmiş ülkeler için bir muafiyet öngörmemekte; mekanizmadan elde edilecek gelirler ise AB içi

pazarındaki Innovation Fund kapsamında değerlendirilmektedir (ACF ve LSE, 2023). Söz konusu tasarım tercihleri, mekanizmanın "kirleten öder" ilkesi ile CDDRRC ilkesi arasında tam bir denge kuramadığına; çevresel meşruiyetin yanında AB sanayi rekabetçiliğinin korunmasının da öncelikli bir hedef olarak işlediğine işaret etmektedir.

Türkiye için tablo, hem zorluk hem fırsat olarak değerlendirilebilir. SKDM'nin demir-çelik, alüminyum, çimento ve gübre sektörlerinde ortaya çıkaracağı maliyet, ihracat rekabet gücünü baskı altına alabilecek niteliktedir (Koç ve Kaynak, 2023, s. 285). Buna karşılık 9 Temmuz 2025 tarihinde yürürlüğe giren 7552 sayılı İklim Kanunu ile Türkiye Emisyon Ticaret Sistemi'nin (TR-ETS) pilot uygulamasının 2026-2027 yıllarında başlatılması, ulusal karbon fiyatının iç piyasada tutulmasını ve sınırda mahsup edilmesini olanaklı kılacak bir hukuki zemin sunmaktadır (T.C. Resmî Gazete, 2025). Mekanizmadan en az hasarla çıkmak, izleme-raporlama-doğrulama altyapısının AB standartlarıyla uyumlulaştırılmasına ve Ar-Ge yatırımlarının düşük karbonlu üretim teknolojilerine yönlendirilmesine bağlı görünmektedir (İmer-Ertunga ve Seyhun, 2022, s. 9).

Bu çerçevede üç politika önerisi öne çıkmaktadır. İlki, SKDM gelirlerinin önemli bir bölümünün gelişmekte olan ülkelerin düşük karbonlu sanayi dönüşümüne yönlendirilmesi; bu, mekanizmanın CDDRRC ilkesi ile uyumsuzluğunu hafifletebilecek bir tasarım revizyonu olarak değerlendirilebilir. İkincisi, AB ile gelişmekte olan ülkeler arasında teknoloji transferi mekanizmalarının kurumsallaştırılması; mevcut Yenilik Fonu modelinin dış boyutunun güçlendirilmesi gerekmektedir (ACF ve LSE, 2023). Üçüncü öneri ise 2025 yılında COP30 Belém Konferansı'nda başlatılan ve 2026-2028 dönemini kapsayan ticaret-iklim diyalog sürecinin verimli kullanılması; bu sürecin DTÖ ile UNFCCC arasındaki kurumsal boşluğu doldurabilecek çok taraflı bir çerçeveye dönüştürülmesidir (UNFCCC, 2025).

SKDM'nin nihai başarısı, mekanizmanın yalnızca AB iç pazarına yönelik bir koruma duvarı mı, yoksa küresel iklim politikasının yaygınlaştırıcı bir aracı mı olarak işleyeceğine bağlıdır. Mekanizmanın "ceza" değil "ortak dönüşüm" zihniyetiyle uygulanması, çevresel hedefler ile küresel kalkınma adaleti arasındaki gerilimin yumuşatılmasında belirleyici bir etken olabilir.

KAYNAKLAR

- African Climate Foundation ve London School of Economics. (2023, 9 Mayıs). *EU's CBAM: Africa could lose up to \$25b per annum as a direct result*. https://africanclimatefoundation.org/news_and_analysis/eus-cbam-africa-could-lose-up-to-25b-per-annum-as-a-direct-result/
- European Commission. (2019, 11 Aralık). *The European Green Deal* (COM(2019) 640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- European Commission. (2026, 7 Nisan). *First CBAM certificate price is now available*. Directorate-General for Taxation and Customs Union. https://taxation-customs.ec.europa.eu/news/first-cbam-certificate-price-now-available-2026-04-07_en
- European Union. (2023). Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a carbon border adjustment mechanism. *Official Journal of the European Union*, L 130, 52-104. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj/eng>
- European Union. (2025). Regulation (EU) 2025/2083 of the European Parliament and of the Council of 8 October 2025 amending Regulation (EU) 2023/956 as regards simplifying and strengthening the carbon border adjustment mechanism. *Official Journal of the European Union*. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2025/2083/oj/eng>
- İmer-Ertunga, E. ve Seyhun, Ö. K. (2022). Sınırdaki karbon düzenleme mekanizması ve Türkiye'nin ihracatına olası etkileri. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.18354/esam.1119230>
- Koç, B. E. ve Kaynak, S. (2023). Sınırdaki karbon düzenleme mekanizmasının Türkiye - AB-27 dış ticaret ilişkisi üzerine olası etkisi. *Verimlilik Dergisi*, 57(2), 273-288. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1166045>
- Pirlot, A. (2022). Carbon border adjustment measures: A straightforward multi-purpose climate change instrument? *Journal of Environmental Law*, 34(1), 25-52. <https://doi.org/10.1093/jel/eqab028>
- T.C. Resmî Gazete. (2025, 9 Temmuz). 7552 sayılı İklim Kanunu (Sayı: 32951). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/07/20250709-1.htm>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *Paris Agreement*. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2025, 22 Kasım). *Belém political package: Decisions adopted by COP30, CMA7 and CMP20*. <https://unfccc.int/cop30/belem-political-package>

ÇALIŞMA YAŞAMINDA BİLGİ UÇURMA DAVRANIŞI (WHISTLEBLOWING)**Prof. Dr. Recep YÜCEL1/ Doç. Dr. Erhan KILINÇ2****1Kırıkkale Üniversitesi, İşletme Bölümü, Yönetim ve Organizasyon ABD, akademik71@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-4755-417X>****2Selçuk Üniversitesi, Beyşehir Ali Akkanat İşletme Fakültesi Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik,
erhank23@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2065-2407>****Özet**

Bu çalışma, iş yaşamında önemli bir kavram olan bilgi uçurma (whistleblowing) davranışının kavramsal olarak incelenmesini, etik açıdan irdelenmesini, bilgi uçurma davranışının birey, kurum ve toplumsal açıdan sonuçlarının incelenmesini ve hukuki zeminde bilgi uçurma davranışının kurumlarda nasıl yapılması gerektiğinin ortaya konulmasını amaçlamaktadır.

Günümüz işletmelerinde adaletsiz uygulamaların, hukuksuz ve etik dışı uygulamaların daha sıklıkla yaşanması, bilgi uçurma kavramı gündeme getirmektedir. Bilgi uçurmaya konu olan pek çok eylem sıralanabilmektedir. Bunlar içerisinde: iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarındaki yanlışlıklar, sosyal güvenlik uygulamalarında yapılan yanlışlıklar, çocuk işçi çalıştırma, iş hukuku ihlalleri, vergi kaçırma, yolsuzluk, rüşvet, ayrımcılık, hırsızlık, haksız rekabet, çevre ve sağlık mevzuatına aykırı eylemler sayılabilmektedir.

Bu tür durumlarla yüz yüze gelen çalışanın bu olumsuz bilgiyi, sessiz kalmak veya başkalarıyla kurum içi veya dışı paylaşmak yollarına gitmesi gibi farklı kararlar verebilmektedir. Bu kapsamda bilgi uçurma kavramı, bu türden olumsuz bilgilerin açıklanması yoluna gidilmesi olarak ifade edilebilmektedir. Günümüzde kimileri bilgi uçurma davranışını etik açıdan uygun bulmazken kimileri aksine kurumsal veya toplumsal faydaları bakımından etik açıdan uygun bulmakta hatta bilgi uçurma davranışının teşvik edilmesini önermektedirler. Bu çalışma bilgi uçurmanın uygun etik ve hukuki zeminde yapıldığında gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bilgi uçurma davranışında bulunurken çalışanların kendilerini korumak için hukuki zeminde ve etik iklim ve kültüre uygun yapmaları gerekmektedir. Zira bilgi uçurma davranışı yüksek bir etik bilinçle yapılan bir davranıştır. Öncelikle kurum yöneticilerince bilgi uçurma davranışının ödüllendirilmesi ve tüm çalışanların teşvik edilmesi sağlanması gerekir. Bunun için de kurumlarda iç denetim mekanizmalarının kurularak kurumların etik zeminde süreklilikleri sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Çalışma yaşamı, bilgi uçurma, etik, çalışma yaşamında etik.

WHISTLEBLOWING IN THE WORKPLACE**Prof. Dr. Recep YÜCEL1/ Doç. Dr. Erhan KILINÇ2****1Kırıkkale University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Management, akademik71@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4755-417X>****2Selçuk University, Beyşehir Ali Akkanat Faculty of Business Administration, Department of International Trade and Business, erhank23@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2065-2407>****Abstract**

This study aims to conceptually examine whistleblowing, a significant concept in business life, to analyze it from an ethical perspective, to investigate its consequences for individuals, institutions, and society, and to outline the legal framework for how whistleblowing should be conducted within organizations.

The increasing frequency of unfair, illegal, and unethical practices in today's businesses has brought the concept of whistleblowing to the forefront. Many actions can be listed as grounds for whistleblowing. These include: irregularities in occupational health and safety practices, irregularities in social security practices, child labor, violations of labor law, tax evasion, corruption, bribery, discrimination, theft, unfair competition, and actions contrary to environmental and health legislation.

Employees facing such situations may make different decisions, such as remaining silent or sharing this negative information with others, both within and outside the organization. In this context, the concept of whistleblowing can be defined as the act of disclosing such negative information. Today, while some find whistleblowing behavior ethically unacceptable, others, on the contrary, consider it ethically acceptable due to its corporate or societal benefits and even recommend encouraging it. This study demonstrates the necessity of whistleblowing when done within appropriate ethical and legal frameworks.

Employees must engage in whistleblowing behavior within a legal framework and in accordance with an ethical climate and culture to protect themselves. Because whistleblowing is a behavior driven by a high level of ethical awareness. First and foremost, whistleblowing should be rewarded by institutional leaders and encouraged among all employees. To achieve this, internal audit mechanisms must be established within institutions to ensure their ethical continuity.

Key Words: Working life, whistleblowing, ethics, ethics in working life.

GİRİŞ

İşletmelerin etkin ve verimli olabilmeleri, gerek politika ve prosedürlerine uygun hareket etmelerine gerekse kurulan etik iklim çerçevesinde etik prensiplere uyumlu davranışlara sahip olmalarıyla mümkün olmaktadır (Bilen, 2023, s.43).

Bilgi uçurma davranışı, kurumlarda söz konusu olan kurum yöneticilerini de dahil olabildiği etik ve hukuk ilke ve değerlere aykırı olan eylemleri yetkili veya ilgililere bildirme davranışı olarak tanımlanabilmektedir (Baltacı, 2017, s.398).

Diğer bir ifadeyle bilgi uçurma, “halihazır işletme çalışanları veya eski çalışanlarca tehlikeli, hukuk dışı, etik dışı, ayrımcı veya başka türlü yanlışlık içerdiğine inanılan, önemsiz olmayan faaliyetler hakkında, bilgilerin kasıtlı olarak ifşa edilmesini içermektedir” (Hersh, 2002, s. 243).

Bilgi uçurma, kurum içi ve kurum dışı bilgi uçurma olarak gerçekleştirilmekte; isimli veya isimsiz resmi, resmi olmayan şekilde yapılabilmektedir. Kurum içi bilgi uçurmadan kastedilen kurum içinde yapılan raporlamalar anlaşılmakta; kurum dışı bilgi uçurmadan ise kurum dışı yapılan raporlamalar kast edilmektedir (Kılıçlı, 2024, s. 81-82).

Bilgi uçurma genel olarak hukuki, etik ya da iş hayatı kurallarına aykırı bir eylem olarak nitelendirilmektedir. Ancak etik dışı eylemlerin öncelikle kurum içi mercilere sonrasında gerekli adımlar atılmadığında kurum dışına bildirilmesi uygun görülmektedir (Kılıçlı, 2024, s. 81-82). Günümüz işletmelerinde etik dışı uygulamaların görüldüğü ve bununla karşılaşan çalışanların ya görmezden geldiği ya sessiz kaldığı ya iş arkadaşlarıyla kurum içinde paylaştığı veya medya vb. iletişim kanallarıyla kurum dışında paylaştığı görülebilmektedir (Bilen, 2023, s.44).

Bilgi uçurmada kurum içerisinde halk sağlığına zarar veren ürünlerin üretimi ve pazarlanması, insan hakları ihlali, kayıt dışı işçi çalıştırma, çocuk işçi çalıştırma, vergi kaçırma, paydaşların haklarının ihlali, taciz, fiziksel/psikolojik şiddet gibi durumları içerebilmektedir (Kılıçlı, 2024, s. 82).

Bu çalışmada bilgi uçurma davranışı kavramsal olarak incelenmekte; etik açıdan irdelenmekte ve bilgi uçurma davranışının bireysel, toplumsal ve kamusal sonuçları çeşitli örneklerle ele alınmakta son olarak hukuki açıdan bilgi uçurma davranışının nasıl yapılması gerektiği tartışılmaktadır.

1.Bilgi Uçurma Kavramı

Bilgi uçurma (whistleblowing) kavramı, 1963 yılında kullanılmaya başlanılmış ve Strader’e (1993) göre İngiltere’deki polislerin suç hareketlerini hem diğer polisler hem de başkalarına duyurmak amaçlı düdük çalmasından türediği ifade edilmektedir (Hersh, 2002, s. 243). Bilgi uçurma kavramı, kurumda ahlaki ve etik kurallara uygun olmayan uygulamaların tekrarını engellemek amaçlı kurum içi ya da kurum dışı bir otorite veya makama durumun bildirilmesi şeklinde tanımlanabilmektedir (Bilen, 2023, s.48).

Bilgi uçurma davranışının bireysel, örgütsel ve toplumsal sonuçları bulunmaktadır. Bilgi uçurmanın dışsal yapıldığı durumda kurumlar itibar kaybı ve maddi kayıplarla sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle günümüz kurumlarında iç bilgi uçurma mekanizmaları oluşturulmaya başlanmıştır (Çiftçi, 2017, s. 147). Öyle ki bilgi uçurma davranışı gösteren kişi, kuruma veya kişiye duyduğu sadakat nedeniyle iş arkadaşının veya kurumun etik dışı davranışında bilgi uçurma davranışı göstermeme eğilimi görülebilmektedir. Zira bu durumda kişi işinden olabilir, kurumun imajı zedelenebilir (Özler vd., 2010, s.183).

Bilgi uçurmanın birtakım özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler arasında iyi niyetli olunması, kamu yararının gözetilmesi, kişisel çıkar gözetilmemesi, kurumun bilgilerine erişim hakkı bulunan kişi tarafından yapılmış olması gerekmektedir (Arslan ve Kayalar, 2017, s.16).

Bilgi uçuşmanın iki türü bulunmaktadır. Kurum içi bilgi uçuşma ve kurum dışı bilgi uçuşma olarak ifade edilmektedir. Kurum içi bilgi uçuşma, yanlış yapılan bir hareketin kurum içi bir yetkiliye veya otoriteye bildirilmesine denilmektedir. Kurum dışı bilgi uçuşma davranışı ise yanlış bir hareketin veya faaliyetin kurum dışından polise, mesleki örgüte veya basına duyurulmasını anlatmaktadır (Mansbach ve Bachner, 2010, s.484).

Bilgi uçuşan kişinin de birtakım özelliklere sahip olması gerekir. Bu özellikler içerisinde; halihazırda ayrılmış bile olsa kurumun geçmişte de olsa üyesi olması, kurumda faaliyeti değiştirebilecek otoriteye sahip bulunmaması olarak belirtilebilmektedir (Near ve Miceli, 1985, s.2; Arslan ve Kayalar, 2017, s.17).

Son olarak bilgi uçuşmada kurumun iyiliğinin gözetildiğini, yanlış uygulamaların önlendiğini ya da ortaya çıkması muhtemel zararın minimum düzeye indirilmesinin amaçlandığını söylenebilir (Yıldırım, 2023, s.12).

2. Etik Açısından Bilgi Uçuşma Kavramı

Bilgi uçuşmaya iki farklı yaklaşım söz konusu edilmektedir. Birinci yaklaşım taraftarlarına göre, etik açıdan doğru bulunmayan bir davranış olarak değerlendirilirken; diğer ikinci yaklaşım taraftarlarına göre, kuruma ve topluma faydası olması bakımından etik olarak kabul edilen hatta teşvik edilen davranış olarak kabul edilmektedir. Günümüzde ikinci yaklaşım taraftarlarının daha fazla artmaya başladığı görülmektedir (Çiftçi, 2017, s. 149).

İş etiğine, işletmecilik etiğine ve meslek etiğine uygun davranan bir çalışanın, etik olmayan bir davranış gördüğünde ilgili kişi veya kuruma bildirmesi beklenen bir durum olacaktır. Kişiye veya kuruma sadakatsizlik de etik olmayan bir durum olarak düşünüldüğünde, etik dışı davranan bireyi veya kurumu bilgi uçuşma yoluyla duyurmanın etik olup olmadığı etik ikilem oluşturmaktadır (Özler vd., 2010, s.182-183).

Bilgi uçuşmaya konu olan davranışın, aşağıdaki durumlarda bilgi uçuşmaya konu oluşturması etik bir davranış olarak görülebilmektedir (Özler vd., 2010, s.187):

- ✿ *“Genel kabul görmüş etik ilkelere ve yasa ve kurallara aykırı olmalıdır.*
- ✿ *Etik dışı davranışın kanıtlarının bulunması gerekmektedir.*
- ✿ *Kuruma, kurum çalışanlarına veya topluma önemli maliyetleri bulunmalıdır.*
- ✿ *Kendisine, arkadaşlarına, yakınlarına ya da çalıştığı birime herhangi bir çıkar sağlamamalıdır.*
- ✿ *Öncelikle kendi yöneticilerine durumu bildirmeli herhangi bir eylemde bulunmadıklarını gördüklerinde kurum dışı bilgi uçuşmaya başvurmalıdır.*
- ✿ *Zorunlu veya baskıyla değil, gönüllü bir şekilde yapılmalıdır.”*

Bilgi uçuşma davranışı gösteren bireyler bazı durumlarda haksız yere suçlanmaktadır. Esasen ilgili yetkililerin hukuk dışı veya etik dışı uygulamalardan haberdar olması gerekir. Öyle ki bir kurumda iş güvenliği kurallarına uyulmadığının ihbarı ya da kamu sağlığına zarar veren bir durumun ihbarı, olumlu değerlendirilmesi gereken bir bilgi uçuşma olarak değerlendirilmektedir (Çiftçi, 2017, s. 153).

Etik standartların kurumlarda yerleşmesi, bilgi uçuşma davranışını varlığını kabul ederek iç deneticinin çalışanlarla etkin iletişimde bulunulması gerekmektedir. İç denetim, kurumlarda imaj, güven, sadakat iş ahlakı ve sosyal sorumluluk kavramlarının varlığını sağlayan bir mekanizma olmaktadır (Mercan vd., 2015, s.170).

Kurumda etkin bir bilgi uçuşma politikasını oluşturmak için şu hususlara dikkat etmek gerekir (Aktan, 2025, s.33-34):

- ✿ *“Üst yönetim bilgi uçuşma politikası hakkında kararlı olmalıdır.*
- ✿ *Çalışanlara hukuk ve etik dışı konularda sürekli eğitim verilmelidir.*

- Çalışanlar yanlış uygulamaları konusunda yönetimle rahatlıkla iletişim kurmaları konusunda cesaretlendirilmelidir. Bilgi verenlerin korunmaları sağlanmalıdır. Bu konuda bilgi verenlere gizli ödüllendirme; yanlış eylemlere açık bir cezalandırma mekanizması kurulmalıdır.
- Kurum içinde hukuk dışı ve etik dışı eylemleri soruşturacak ve raporlayacak denetim mekanizması kurulmalıdır.
- Kurumda bilgi uçuurma konusunda yazılı kurallar olmalıdır.”

Aşağıda Görsel 1’de örnek bir özel sektörün web sayfasından bilgi uçuurma ile ilgili etik ilkeleri görülmektedir.



Görsel 1. Baştaş Çimento Etik Davranış Kuralları, Bilgi Uçuurma Hakkı

Kaynak: Baştaş Çimento, t.y.

Görsel 1’de de kötü niyetli, doğru olmayan ve yanıltma amacı taşıyan bilgi uçuurma durumunda işten çıkartmaya kadar varabilecek disiplin cezaları öngörülmektedir.

Esasen yüksek etik değerlere bağlılığın bir sonucu olarak gösterilen bilgi uçuurma davranışının kurum yöneticileri tarafından ödüllendirilmesi ve tüm çalışanların da bu konuda daha duyarlı olmalarının özendirilmesi gerekmektedir (Kılıçlı, 2024, s. 82).

3. Bilgi Uçuurma Davranışının Birey, Kurum, Toplum Açısından Sonuçları

Bilgi uçuurmanın davranışın bireylere, kurumlara ve toplumlara birtakım sonuçları bulunmaktadır. Bununla ilgili birkaç örnek verilecek olursa;

Toplum açısından bilgi uçuurma davranışıyla ilgili olarak İngiltere’de anestezi uzmanı Stephen Bolsin verilebilmektedir. Bolsin’in 1989 yılında İngiliz Kraliyet hastanesinde çocuk kalp ameliyatlarında çocuk ölümleri hakkında elde ettiği bilgileri medya yoluyla paylaşarak çocuk ölümlerinin azalmasına katkı sağlaması önemli bir toplumsal faydadır (Özler vd., 2010, s.173).

Benzer şekilde bilgi uçuurma davranışı kamu yararı için de son derece önem arz etmektedir. Öyle ki Türkiye’de yaşanmış bir örnek bunu ortaya çıkartmaktadır. Örneğin 2006 yılındaki Roche firmasının yöneticisi Veysi Mungan, ilaç deposuna göre Sosyal Sigortalar Kurumu’na yaklaşık 2,5 kat fazla fiyata fatura ederek kamuyu

zarara uğrattığını ortaya çıkartmıştır. Bunun yanı sıra yurt içindeki ihale süreçlerinde rekabet kurallarını ihlal ettiğini de basınla paylaşmıştır (Rekabet Kurumu, 2006; Mercan vd., 2015, s.170).

Toplumsal katkıları bulunan bilgi uçurma davranışının sonucunda bilgi uçuran kişinin cezalandırılması da söz konusu olabilmektedir. Örneğin; Pfizer ilaç şirketi Yöneticisi Dr. Peter Rost, 2004 yılında şirketin muhasebe ve diğer usulsüzlükleri hakkında ABD makamlarına bilgi uçurması sonucunda işten çıkartılmış ancak yine de bu konuda kitabını 2006 yılında yayımlamıştır (Özler vd., 2010, s.174).

Bilgi uçurmanın bireysel açıdan benzer şekilde bir takım olumsuz sonuçları da bulunmaktadır. Örneğin; Brown & Williamson isimli sigara şirketinin yöneticisi Jeffret Wigand, sigarada bulunan nikotinin zararlı etkilerini anlattığı için birçok ölüm tehdidine maruz kalmıştır (Özler vd., 2010, s.174). Öyle ki sağlık kurumlarıyla ilgili hukuka ve etik değerlere aykırı eylemlerin direkt olarak insan hayatı ve toplum sağlığı ile ilgili olmasından dolayı sağlık çalışanlarınca bilgi uçurma davranışına gidilmesi son derece hayati bir konu olmaktadır (Ceylan vd., 2024, s.433).

Bilgi uçurma davranışını gösteren çalışanlar; psikolojik şiddet, tehdit, işten çıkartılmaya maruz kalabilmektedirler. Kurumlar bu durumda itibar zedelenmesi veya kapatılmasına kadar olan bir süreçte girebilmektedirler. Ancak bilgi uçurma, çalışan hakkının korunması, usulsüzlüklerin düzeltilmesi ve kamu mallarının korunmasına anlamlı katkı sağlamaktadır (Kılıçlı, 2024, s. 82).

4. Hukuki Açıdan Bilgi Uçurma Davranışı

Bilgi uçurma davranışıyla ilgili hem ulusla hem de uluslararası alanda hukuki düzenleme kısıtlı olarak bulunmaktadır. Bu kısıtlı düzenlemeler içerisinde İngiltere'nin bu konuda ayrıntılı düzenlemesinin olduğu görülmektedir. Türk hukukunda açık hüküm yer almamakta ve var olanlar da sorunları çözebilecek nitelikte bulunmamaktadır (Aydın, 2002, s. 79).

Bilgi uçurma davranışının İş Hukuku ile ilişkisi sadakat borcuna dayanmaktadır. Genel manada hizmet akdiyle işverene sadakat borcuyla bağlanan çalışanın bilgi uçurmasının sadakat borcunu ihlal ettiği düşünülmemekte ve bilgi uçurma eyleminde bulunan çalışanın korunmasına çalışılmaktadır (Aydın, 2002, s. 79).

İş hukuku kapsamında çalışanın kurumda şahit olduğu hukuka aykırı eylemleri veya meşru sayılamayacak eylemleri kurum içi ve kurum dışı yetkili mercilere bildirmesi ve aleni hale getirmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Ulutürk Avukatlık Ortağı, t.y.). Sivil erdem hareketi şeklinde ifade edilebilecek bilgi uçurma davranışı, kamuya veya kuruma menfaat sağlaması nedeniyle tehdit, gammazlık, ispiyonculuk, kurumun gizli bilgilerinin ifşasından ayrılmaktadır (Pekcan Hukuk Bürosu, t.y.).

Bilgi uçurma davranışına konu olan eylemler: çocuk işçi çalıştırma, yanlış sosyal güvenlik uygulamaları, yanlış iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları gibi iş hukuku ihlalleri, mesleki etik kurallara uygunsuzluklar, vergi kaçırma, yolsuzluk, nüfuz ticareti, ayrımcılık, rüşvet, cinsel taciz, hırsızlık, haksız rekabet, çevre ve sağlık mevzuatına aykırı eylemler sayılabilmektedir (Ulutürk Avukatlık Ortağı, t.y.; Pekcan Hukuk Bürosu, t.y.).

İş sözleşmesinden doğan borçlar, kanuna veya Medeni Kanunu'nun Madde 2'de yer alan dürüstlük kuralına dayalı olarak karşılıklı güven temelinde ifa edilmelidir. İş ilişkisinin yan borcu olarak sadakat borcu, işverenin çıkarlarını koruma ve işverene zarar verici davranışlardan kaçınma şeklinde ortaya çıkmaktadır (Yangıncı ve Tekin, 2022, s.34-35). Çalışan, sadakat borcuna bağlı olarak işverenin mali durumuna veya itibarına zarar verecek veya zarar verme ihtimali olabilecek tüm eylemlerin işverene bildirilmesi gerekirken; çalışanları suistimal eden ya da hukuka aykırı eylemlerin bildirilmesi konusunda açık bir düzenleme görülmemektedir (Pekcan Hukuk Bürosu, t.y.).

Türk Hukuk sisteminde bilgi uçurma konusunda çalışanı koruyan hükümlerin yer almaması nedeniyle bu konuda uluslararası anlaşmalara, genel hükümlere ve yargı içtihatlarına dayalı olarak değerlendirilmektedir. Bu

kapsamda Borçlar Kanunu'nun md. 396'da sadakat yükümlüğü konusu yer almaktadır (Pekcan Hukuk Bürosu, t.y; Türk Borçlar Kanunu, 2011):

- ✿ *“İşçi, yüklendiği işi özenle yapmak ve işverenin haklı menfaatinin korunmasında sadakatle davranmak zorundadır.*
- ✿ *İşçi, işverene ait makineleri, araç ve gereçleri, teknik sistemleri, tesisleri ve taşıtları usulüne uygun olarak kullanmak ve bunlarla birlikte işin görülmesi için kendisine teslim edilmiş olan malzemeye özen göstermekle yükümlüdür.*
- ✿ *İşçi, hizmet ilişkisi devam ettiği sürece, sadakat borcuna aykırı olarak bir ücret karşılığında üçüncü kişiye hizmette bulunamaz ve özellikle kendi işvereni ile rekabete girilemez.*
- ✿ *İşçi, iş gördüğü sırada öğrendiği, özellikle üretim ve iş sırları gibi bilgileri, hizmet ilişkisinin devamı süresince kendi yararına kullanamaz veya başkalarına açıklayamaz. İşverenin haklı menfaatinin korunması için gerekli olduğu ölçüde işçi, hizmet ilişkisinin sona ermesinden sonra da sır saklamakla yükümlüdür.”*

Türk İş hukuku, bilgi uçurmaya yönelik bir düzenlemeye sahip değildir. Bununla birlikte emsal yargı içtihatlarına dayalı olarak bilgi uçurmanın kriterleri de şu şekilde saptanmıştır (Ulutürk Avukatlık Ortağı, t.y.):

- ✿ Bilgi uçurmada paylaşılan bilginin doğruluğun ve önemliliğin bulunması,
- ✿ Öncelikle kurum içi yetkili mercilere bilgi uçurmanın yapılmış olması,
- ✿ Bilgi uçuran çalışanın kötü niyetli olmaması ve
- ✿ Bilgi uçuran çalışanın kişisel çıkar amaçlı bu eylemi gerçekleştirmemesi olarak özetlenmiştir.

Türk İş Hukuku'nda iş sözleşmesiyle işverene bağlı ve sadakat yükümlülüğü bulunan çalışanın, bilgi uçurma davranışından kaçınması gerekmektedir. Kurumda kanuna aykırı veya etik dışı eylemlerin devamında; işverenin korunmaya değer bir çıkarı bulunmadığında, bilgi uçurma daha üst hukuki değerlerin korunmasını sağladığında uygundur (Yangıncı ve Tekin, 2022, s.33).

Çalışanın bilgi uçurmayı aşağıda İş Kanunun 18/3-c bendine göre gerçekleştirdiğinde, işveren çalışanın sözleşmesini fesh ettiğinde feshin geçerli fesih olmayacağı düzenlenmiştir (Ulutürk Avukatlık Ortağı, t.y.):

“Mevzuattan veya sözleşmeden doğan haklarını takip veya yükümlülüklerini yerine getirmek için işveren aleyhine idari veya adli makamlara başvurmak veya bu hususta başlatılmış sürece katılmak”

Çalışanın hukuken kendisini koruması için bilgi uçurma aşamalarında aşağıdaki sıralamayı takip etmesi önemlidir (Pekcan Hukuk Bürosu, t.y):

- ✿ İlk yetkiliye başvurmak,
- ✿ İlgili yetkilinin duyarsızlığı halinde üst kademedeki yöneticilerle iletişim kurmak,
- ✿ Kurum içinde etik ile ilgili birimle (iç denetim) iletişim kurmak,
- ✿ Kurum dışı yetkili kurumlara hukuka aykırılığı bildirmek,
- ✿ Hukuka aykırılığı kamuoyuna bildirmek şeklinde sıralama takip edilmelidir.

SONUÇ

Bilgi uçurma davranışını günümüzün kurumlarında etik uygulamaların daha fazla kendini göstermeleri neticesinde çok daha fazla gündeme gelen bir konu olmuştur. Bilgi uçurma davranışının etik bir uygulama olup olmadığı konusunda farklı iki görüş bulunmakta; kimileri etik dışı bir davranış olarak değerlendirirken; kimileri

etik bir davranış olarak değerlendirmekte hatta gerekli hukuki ve etik zeminde teşvik edilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Türkiye’de bilgi uçurma davranışı, toplumsal kültürün sonucu olarak genellikle desteklenmeyen bir davranış olarak nitelendirilmektedir. Oysa bilgi uçurma davranışının olumsuz sonuçlarından korumaya ilişkin gereken hukuki ve kurumsal düzeyde önlemlerin alınması, bilgi uçurma davranışından çekinmeleri azaltabilecektir (Çiftçi, 2017, s. 147).

Ayrıca bilgi uçurma davranışının iç denetçi bir uyarı işareti olarak değerlendirilmesi gerekir. Zira kurum içinde problem çözülebilmekte ve kurum dışında imajın zedelenmesi böylece engellenebilmektedir (Mercan vd., 2015, s.170). Bilgi uçurma davranışı olumsuz bir durum gibi gözükse de esasen kurumun devamlılığını sürdürmede etik bir davranış olarak değerlendirilmelidir. Bunun yanı sıra çalışanlara, yöneticilere kurumda neler olduğunu anlatan adeta bir ikaz mekanizması olarak görülmelidir (Baltacı, 2017, s.417).

Bilgi uçurma davranışı, kendi menfaatinden çok toplumun ve kurumun menfaatine dayalı yüksek etik bilincine dayalı gerçekleştirilmektedir. Bilgi uçurma davranışının hukuksal temelde yapılması (Baltacı, 2017, s.417) ve bu kapsamda kurumlarda iç denetim mekanizmalarının oluşturulması kurumların sürekliliği etik temelde sağlamak için bir zorunluluk olmaktadır. Yöneticilerin iletişim kanallarını çalışanlarıyla açık tutmaları, bilgi uçurma davranışının olumlu bir özellik olarak algılanıp teşvik edilmesini sağlayan örgütsel iklimin oluşturulması da gerekmektedir (Cemaloğlu ve Akyürek, 2017, s.136-17).

Son olarak bilgi uçurma konusunda kurum yönetiminin kararlı olup kurum politika ve kurallarına açıkça yazılı olarak katması, bu konuda çalışanlarını etik ihlal ve hukuk dışı uygulamalar hakkında değişen günün koşullarına göre sürekli eğitime tabi tutması katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aktan, C. C. (2015). Organizasyonlarda yanlış uygulamalara karşı bir sivil erdem, ahlaki tepki ve vicdani ret davranışı: Whistleblowing. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 19-36.
- Arslan, E. T. ve Kayalar, M. (2017). Kamu ve özel sektör çalışanlarının ifşa (whistleblowing) niyeti karşılaştırmalı bir analiz. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 19(32), 15-26.
- Aydın, U. (2002). İş Hukuku Açısından İşçinin Bilgi Uçurması (Whistleblowing), [Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi](#), 2(2), 79-100.
- Baltacı, A. (2017). Bilgi Uçurma: Kavram ve Kuramsal Temeller, Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5(2): 397-423.
- Baştaş Çimento (t.y.). Etik Davranış Kurallarımız, <https://www.bastas.com.tr/etik-davranis-kurallarimiz>, E.T. 22.04.2026.
- Bilen, G. (2023). Çalışma Yaşamında Bilgi Uçurma (Whistleblowing). In: Gülbahar, Y. (ed.), *Örgütsel Davranış: Güncel Konular*. Özgür Yayınları. DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub136.c569>
- Ceylan, H., Erigüç, G. & Şahinbaş, F. (2024). Whistleblowing kavramına kapsamlı bir bakış: kavramsal bir analiz ve kavramın sağlık sektörüne yansımaları. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26 (1), 431-469.
- Cemaloğlu, N. ve Akyürek, M.İ. (2017). Örgütlerde Whistleblowing (Bilgi Uçurma). *Turkish Journal of Educational Studies*, 4 (3), s.123-142.
- Çiftçi, B. (2017). Türkiye’de toplumsal kültürün örgütlerde ihbarcılık üzerine etkisi: Hofstede’in kültürel boyutlar teorisi bağlamında bir değerlendirme. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(10), 147-166.
- Hersh, M.A. (2002). Whistleblowers-heroes or traitors?: Individual and collective responsibility for ethical behaviour, *Annual Reviews in Control*, 26(2), 243-262.
- Kılıçlı, E. (2024). Bilgi İfşası: Kavramsal Bir Değerlendirme. *RESS Journal Route Educational & Social Science Journal*, 11(1), 81-92, <http://dx.doi.org/10.17121/ressjournal.3512>.
- Mansbach, A., ve Bachner, Y. G. (2010). Internal or External Whistleblowing: Nurses’ Willingness to Report Wrongdoing. *Nursing Ethics*, 17 (4), 483-490.
- Mercan, N., Altınay, A. ve Aksanyar, Y. (2015). Whistleblowing (bilgi ifşası, ihbar) ve yolsuzlukla mücadelede iç denetimin değişen ve gelişen rolü. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 4(2), 167-176
- Near, J. P. ve Miceli, M. P. (1985), “Organizational Dissidence: The Case of Whistle-Blowing”, *Journal of Business Ethics*, 4, 1-16.
- Özler, D. E., Şahin, M. D. ve Atalay, C. G. (2010). Teorik bir çerçevede whistleblowing-etik ilişkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 169-194.
- Pekcan Hukuk Bürosu (t.y.). İş Hukukunda Yeni Bir Kavram – Bilgi Uçurmak (Whistleblowing), <https://pekcanhukuk.com/is-hukukunda-yeni-bir-kavram-bilgi-ucurmak-whistleblowing/>, E.T. 22.04.2026.
- Rekabet Kurumu (2006). <https://www.rekabet.gov.tr/Karar?kararId=003ee2df-cff5-4d95-9b25-634bba4f8503>, E.T. 22.04.2026.
- Strader, K.D. (1993) *Univ. Cincinnati Law Review*, 62,713-764.

- Türk Borçlar Kanunu (2011, 4 Şubat). Resmi Gazete, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/02/20110204-1.htm> , ET. 23.04.2026.
- Ulutürk Avukatlık Ortağı. (t.y.). İş Hukukunda Bilgi Uçurma (Whistleblowing) Nedir? <https://uluturk.av.tr/yayinlarimiz/is-hukukunda-bilgi-ucurma-whistleblowing-nedir>, ET. 22.04.2026.
- Yangıncı, D. ve Tekin, Ş. (2022). Türk İş Hukukunda Bilgi Uçurma (Whistleblowing), Mondaq Nazalı Gündem, 18 (4), 33-38, <https://www.mondaq.com/turkey/whistleblowing/1169474/t%C3%BCrk-%C4%B0%C5%9F-hukukunda-bilgi-u%C3%A7urma-whistleblowing>, ET. 22.04.2026.
- Yıldırım, Ş.M. (2023). Etik Kavramı Temelinde Whistleblowing (Bilgi İfşası). ENTIS Sosyal Bilimler Dergisi, 1,12-22.

ÖRGÜTLERDE DİJİTALLEŞME VE ÇALIŞANLARIN PSİKOLOJİK DAYANIKLILIĞI**Prof. Dr. Recep YÜCEL1 / Doç. Dr. Erhan KILINÇ2****1Kırıkkale Üniversitesi, İşletme Bölümü, Yönetim ve Organizasyon ABD,****akademik71@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4755-417X>****2Selçuk Üniversitesi, Beyşehir Ali Akkanat İşletme Fakültesi Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik,****erhank23@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2065-2407>****ÖZET**

Çağımızda rekabetin yoğun biçimde etkili olduğu en dikkat çekici kavramlarından biriside dijitalleşmedir. Günümüzde bu kavrama yönelik baş döndürücü gelişme ve değişimler yaşanmaktadır. Bu gelişmelere paralel olarak dijitalleşme olgusu, kişilerin iş ve sosyal yaşamında oldukça kayda değer bir rol üstlenmektedir. Özellikle Covid-19 döneminde ise bu konunun ne kadar önemli olduğu bir kez daha açık ve net olarak anlaşılmış ve altı çizilmiştir. Başka bir deyişle dijital dönüşüm iş dünyasında köklü bir süreç olarak bir değişim mühendisliğine işaret etmektedir. Bir yandan dijitalleşme teknik yönden işlerin ve faaliyetlerin yapılmasında, hız, basitleştirici ve kolaylaştırıcı gibi olumlu sonuçların ortaya çıkmasını sağlar. Öte yandan ise dijitalleşme çalışanlarda bağımlılık, stres, sessizleşme ve korku gibi olumsuz etkilere de neden olabilir. Ayrıca hem iş hem de sosyal yaşamda, bu kadar yoğun kullanılan dijitalleşme ve onun olumsuz ve olumlu etkileri karşısında, çalışanların nasıl bir davranış göstereceği ve nasıl bir psikolojik dayanıklılık ortaya koyacağı ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla psikolojik dayanıklılık iş görmede çalışanların karşılaştığı zorluklar karşısında mücadele etme, stresi ve benzeri durumları giderme ve zorlukların üstesinden gelme, kısacası uyum davranışını içermektedir. Psikolojik dayanıklılık çalışanların öncelikle performansını olduğu kadar yeteneklerini, becerilerini, iş hızını, kariyer planlamasını ve iş gören devir oranının kapsayan birçok konuda kendini gösterecektir. Bu bakımdan çalışmanın amacı, örgütlerde dijitalleşme ve çalışanların psikolojik dayanıklılığı literatür odaklı olarak ele alınarak, özellikle dijitalleşmenin çalışanlara ne yönde etki oluşturduğu ortaya konularak, bunun nasıl giderileceğine dair bakış açıları sunulmaya çalışılacaktır. Bu bağlamda dijitalleşme ve etkileri ile çalışanların psikolojik dayanıklılığına ilişkin ileriye dönük yapılacak başka çalışmalarda konunun araştırılmasının, alana ışık tutacağı ve katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Psikolojik dayanıklılık, dijitalleşme, bağımlılık, dijital cihaz kullanım süresi.

PSYCHOLOGICAL RESILIENCE AND IN ORGANIZATIONS IN THE DIGITALIZATION**Prof. Dr. Recep YUCEL1 / Doç. Dr. Erhan KILINÇ2****1Kırıkkale University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Management, akademik71@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4755-417X>****2Selçuk University, Beyşehir Ali Akkanat Faculty of Business Administration, Department of International Trade and Business, erhank23@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2065-2407>****ABSTRACT**

Digitalization is one of the most remarkable concepts in our era, where competition is intensely effective. Today, dizzying developments and changes are occurring regarding this concept. Parallel to these developments, the phenomenon of digitalization plays a highly significant role in people's professional and social lives. Especially during the Covid-19 period, the importance of this issue was once again clearly understood and emphasized. In other words, digital transformation points to change engineering as a fundamental process in the business world. On one hand, digitalization ensures positive technical outcomes such as speed, simplification, and facilitation in the execution of tasks and activities. On the other hand, digitalization can also cause negative effects on employees such as addiction, stress, withdrawal, and fear. Furthermore, in the face of such intensive use of digitalization and its positive and negative impacts in both work and social life, the question of how employees will behave and what kind of psychological resilience they will demonstrate comes to the fore. Therefore, psychological resilience involves struggling against challenges encountered during work, tolerating stress and similar situations, and overcoming difficulties—in short, it encompasses adaptive behavior. Psychological resilience manifests itself in many areas, including not only employees' performance but also their talents, skills, work pace, career planning, and employee turnover rates. In this regard, the aim of the study is to examine digitalization in organizations and the psychological resilience of employees from a literature-oriented perspective, to reveal how digitalization specifically affects employees, and to offer viewpoints on how these effects can be tolerated. In this regard, it is anticipated that further research exploring digitalization and its effects alongside employee psychological resilience will provide valuable insights and contribute to the existing body of knowledge in the field.

Keywords: Psychological resilience, digitalization, addiction, digital device usage time.

GİRİŞ

Dijitalleşme sayesinde iş süreçleri, iş analizleri, iş tanımları bir bakıma işlerin yapısı yeniden formüle edilmek zorunda kalmıştır. Var olan ancak dijitalleşme yoluyla daha artan ve acımasız olan küresel rekabet örgütlerin kökten yenilenmesini beraberinde getirmiştir. Bu yüzden işletmeler ve kurumlar çevresine entegre olmak için kendilerini yenilemek ve değiştirmek zorunda kalmışlardır. İşletmeler bu süreçte yeni gelişmelere bir biçimde adapte olurken, esas sorun çalışanların bu süreçlere nasıl adapte olmalarına ilişkin olarak ortaya çıkmaktadır (Yılmaz, 2023).

Çünkü dijitalleşme olgusu gibi bir değişken; yıllarca klasik iş görme süreçlerine alışık ve adapte olan çalışanların, bilgi eksikliği, deneyimsizlik sonucu iş görmede uyum zorluğu, baskılar ve çalışma hızına uyum yönünde bazı belirsizliklere ve sıkıntılara neden olmuştur (Özçelik, 2023; Ögüt ve Karakoç 2024). Böylece ister istemez dijitalleşme süreciyle iç içe olan örgütlerin bu konuyu lehine dönüştürmesi ve faydalı hale getirmesi, en mantıklı ve en akıllı yaklaşıma işaret etmektedir. Bu yaklaşımlardan biriside, çalışanların psikolojik dayanıklılığıdır.

Örgütsel çalışma yaşamında yeni bir kavram olarak; iş görmede çalışanların karşılaştığı zorluklar, korkular ve sıkıntıların üstesinden gelme, baskıları aşma ve benzeri durumları tolere etme ve nihayet zorluklara ilişkin uyum davranışını içermektedir (Yılmaz, 2023, s.150).

Geriye dönüşü ve telafisi mümkün olmayan vefat gibi kaçınılmaz bir olguya karşı, birey en yüksek dayanma gücünü gösterebilmektedir. Bu dayanmaya benzer biçimde, ne kadar güçte olsa bireyin bu duruma da uyum göstermesi çalışanın yararına olduğu kadar, çıkarınadır da. Ayrıca, böyle bir yaklaşım lehte kullanılabilir ve çalışan bakımından bir güç ve enerjiye çevrilebilir. Öte yandan bu durum örgütlerin iş başarımını yükseltebilir, çalışanları iyi hissettirebilir ve moral ve motivasyonları üzerinde olumlu etkiler yaratabilir. Aslında bu konu çalışanın dijitalleşme kavramını algılayabilmesi, anlayabilmesi ve kabullenebilmesi ile yakından ilişkilidir. Özetle, günümüzde dijitalleşme ikliminin kaçınılmaz olduğu iş yaşamında, çalışanların psikolojik dayanıklılığının eş zamanlı olarak gelişmesi kadar ileri taşınması da bir gerekliliktir.

Bu çalışmada öncelikle çağımızda iş yaşamını derinden etkileyen dijitalleşme ve çalışanların üzerinde olumlu ve olumsuz rolü ile dijitalleşme ile mücadele yöntemlerinden biri olan psikolojik dayanıklılık kavramları ele alınmıştır. Sonrasında, dijitalleşme sürecini benimseyen ve adapte olan örgütlerde, çalışanların uygulamaya çalıştığı psikolojik dayanıklılığın sonuçları incelenmiştir. Bu sonuçlara dayanılarak, iş yerlerinde dijitalleşme ikliminde çalışanların psikolojik dayanıklılığını geliştirme ve iyileştirmeye ilişkin yaklaşımlara işaret edilmektedir.

1. ÖRGÜTLERDE DİJİTALLEŞMEYE GENEL BİR YAKLAŞIM

Beklenmedik ve hızlı teknolojik ve bilişsel gelişmeler sırasında gelişen dijitalleşmeyle birlikte, manuel yöntemlerin kullanımı yerine bilgi ve iletişim yöntemleri yoluyla bilgi üretimi, kullanımı ve paylaşımı çok hızlı bir sürece evrilmiştir. “Dijitalleşme, bilgi, iletişim ve ağ teknolojilerinin birleşimi yoluyla, bir varlığın yapısal özelliklerinde önemli değişiklikleri tetikleyerek geliştirmeyi amaçlayan bir süreç olarak” tanımlanabilir (Alpago vd., 2025; Türkyılmaz, 2024; Afif ve Rino, 2025). Bu tanım aynı zamanda günümüzde örgütlerin yönetiminde, bilgi ve bilgi yönetiminin ne kadar gerekli ve önemli olduğunu da öne çıkarmıştır. Türkyılmaz, (2024) tarafından, dijitalleşme süreci, dijital ve bilişim teknolojilerini algılama ve anlama ile iş yerlerindeki geleneksel olanlarla yenilenme ve değiştirilme süreçlerinin yoğun biçimde ele alınmış ve bunun da örgütlerin yönetiminde kapsamlı değişiklikleri esas alan yeni iş tekniklerinin uygulanmasına neden olması biçiminde belirtilmektedir.

Ersöz ve Özmen (2020), tarafından dijitalleşme kavramını; bilginin sayısallaştırma yoluyla ifade edilmesi olarak kabul edildiğini ve toplanan verilerin, sayılara dayandırılarak değişik zeminlerde yer edinme süreci

olarak ifade edilmektedir. Alptekin, (2020) tarafından, temelde dijitalleşme olgusu yeni ve teknoloji odaklı bir ortam yaratma içeriği olarak belirtilmiştir.

Beyaz, (2022) tarafından “dijitalleşme, bireysel analog bilgi akışlarının dijital bitlere dönüştürülmesinin maddi süreci olarak tanımlanmaktadır”. “Ayrıca özellikle sosyal yaşamın birçok alanının dijital iletişim etrafında yeniden yapılandırıldığı bir yol, bir altyapı olarak ta ifade edilmektedir”.

21. yüzyılda dijital dönüşüm, iş ve sosyal yaşamda radikal dönüşümlere neden olmuştur. Zira bu süreçte dijital teknolojiler iş süreçlerine entegre edilmiş ve uzaktan çalışma sistemi daha fazla kullanılır hale gelmiştir. Bu durum da beraberinde çalışan sağlığını onların psikolojik iyi oluşlarını etkilenmeye başlamıştır (Arpınar, 2025, s.1). Dijital çağın getirdiği yenilikler ve teknolojik araçların yaygın kullanımı, bireylerin davranışlarında değişimlere götürmüştür. İnsanların hayatını kolaylaştıran dijital dünyanın ortaya çıkardığı yeni yaşam biçimi, bireylerin yalnızlaşmasını ve yabancılaşmasını da beraberinde getirmektedir (Çakır ve Dilci, 2024, s.40). Günümüz işletmelerin başarısı ise dijitalleşmeden geçmektedir. Dijitalleşmeyle verimlilik, pazara hızlı cevap verme gibi pek çok rekabet avantajı sağlanabilmektedir. Dijitalleşmenin etkinliği, dijitalleşmeye dayalı örgütsel iklime bağlıdır. Örgütsel iklimin; güven, üst yönetim desteği, çalışanın sorumluluk bilinci, ödüllendirme mekanizmasının var olduğu yapıda olmalıdır (Sucu, 2021, s. 1471).

Dijitalleşme, teknolojik yapıyı değiştirdiği gibi çalışanların iş yaşamına bakış açılarını, kurum-çalışan ilişkilerini, liderlik tarzlarını, çalışma kültürlerini, psikolojik dinamikleri kökten değiştirmektedir. Kurumların sürdürülebilir başarıya ulaşmalarında teknolojik altyapının yanında çalışanların psikolojik dayanıklılıkları, kültürel zekâları, liderlik kapasiteleri ve yenilikçi potansiyelleri önemli hale gelmektedir (Bostan, 2025, s.4-13).

Öte yandan, dijital teknolojilerdeki büyük ilerlemelere rağmen, bu teknolojilerin uygulanmasının karmaşıklığı ve sosyal yaşamın birçok yönüne olan etkileri henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Diğer bir ifade ile her ne kadar dijitalleşme özellikle örgütsel süreçlerde oldukça yaygınlaşmasına rağmen, henüz her alanda etkin ve yeterince kullanıldığı kuşkuludur. Özetle dijitalleşme ve ona odaklı yenilik ve değişimler; örgütlerin yönetimi ve çevresindeki iş ve faaliyetlerin yürütülmesini kolaylaştırması, hızlandırması ve daha verimli olmasına fazlasıyla katkı sağlamakta ve destek vermektedir. Bu da günümüzde çalışanlar üzerinde bazı olumsuz etkilerine rağmen; dijitalleşme olgusu, örgütlerin başarısı ve etkinliğinin en temel belirleyicisi olan rekabet değişkeni üzerindeki güçlü rolünü ön plana çıkarmaktadır.

2. ÇALIŞANLARDA PSİKOLOJİK DAYANIKLILIK

Günümüzde işletmeler, teknolojik ilerlemelerin hızlı olduğu yoğun rekabet ortamında faaliyet göstermektedirler. İşletmelerin bu ortamda sürekliliğini sağlayabilmelerinin yolu, çalışanın ve kurumların dayanıklılığın sağlanmasından geçmektedir.

Öyle ki psikolojik dayanıklılık, çalışan dayanıklılığını olumlu yönde ve çalışan dayanıklılığı da örgütsel dayanıklılığı olumlu yönde etkilemektedir (Onan vd., 2021, s.3276).

Psikolojik dayanıklılık, bireyin çevresel şartlarından etkilenen; bireyin karşılaştığı zorluklar, yaşadığı olumsuz ya da travmatik olaylarla baş etme kabiliyeti, stresli durumlarla hayata uyum sağlayarak olumlu bakış açısı geliştirebilme yeteneği, zorlayan tecrübelerde kendini toparlayabilme gücü olarak tanımlanabilmektedir (Madalyon Psikiyatri Merkezi, 2023). Diğer bir tanımda psikolojik dayanıklılık, bireylerin en uygun deneyimlerini ve işlevlerini sağlamayla alakalı karmaşık bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Ryan ve Deci, 2001). Psikolojik dayanıklılık, zorlu şartlarda bireyin üstesinden gelebilmesi ve uyum gösterebilme yeteneği şeklinde de ifade edilmektedir (Öz ve Yılmaz, 2009, s.82).

Öte yandan psikolojik dayanıklılık, bireyin, hayatta yaşanan olumsuz durumlardan hızla kurtularak iyilik haline kavuşmak, kendisini toparlayabilmesi, eski iyi haline geri dönebilmesi ve esnek olabilme yeteneği olarak

tanımlanabilmektedir (Nazlıdır Yüce, 2026). Psikolojik dayanıklılıkla iş yaşam dengesi arasında pozitif yönde ilişki bulunmuştur (Altıntaş ve Altıntaş, 2023, s.1095).

Görsel 1’de, Amerikalı ressam Winslow Homer’ın 1184 yılına ait Hayat Çizgisi (The Life Line) tablosudur. Tabloda, cesur bir adamın fırtınada batan gemiden bilincini kaybetmiş kadını kurtarışı tasvir edilmiştir. Cesur adamın yüzü fularla kapatılarak, yaptığı eylem öne çıkartılmıştır (Southwick ve Charney, 2023, s.9).



Görsel 1. Winslow Homer (1884) Hayat Çizgisi (The Life Line) Tablosu

Kaynak: Southwick ve Charney, 2023, s.9.

Southwick ve Charney (2023), bu tabloyu, pek çoğumuz sandığımızdan daha dayanıklıyız diye yorumlamıştır. Ayrıca, tıpkı bu tablodaki kahraman gibi, birey, önüne çıkan zorluklarla cansiperane biçimde mücadele etmeyi tercih edebilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Bireyler aşağıda işaret edilen özellikleri yoluyla, psikolojik dayanıklılıklarını artırabilmektedirler. Bunlar; (Madalyon Psikiyatri Merkezi, 2023):

- 🚩 “Diğer bireylere karşı empatik olmak ve onları anlamaya çalışmak,
- 🚩 Etkin iletişim becerilerine sahip olup kendi duygularını iyi anlatabilmek,
- 🚩 Her olumsuz olayın arkasındaki mizahı da fark edebilmek,
- 🚩 Olumsuz duyguları yöneterek, olumsuz durumlarda iyimser olup umudunu koruyabilmek,
- 🚩 Bireyin kendini yöneterek bağımsız hareket edebilmesi ve
- 🚩 Bireyin belirli bir amaca sahip olması olarak sıralanabilmektedir.”

2.1.Dijital Çalışma Ortamında Çalışanların Karşılaştığı Psikolojik Sorunlar

Dijitalleşme, yalnızca analog bilgilerin dijital hale dönüştürülmesi anlamını taşımamakta aynı zamanda iş süreçlerinin, müşteri ilişkilerinin ve kurumsal yapının bilgi iletişim teknolojileri temelinde tasarılanmasını

kapsamaktadır. Bu sebeple dijitalleşmede teknolojik uyumun yanı sıra ekonomik, yapısal kültürel uyumunda olması gereklidir (Bostan, 2025, s.3).

Kurumsal ve psikolojik dayanıklılık, belirsizlik durumunda sürekliliğini koruyabilen, değişen çevreye ve şartlara uyum sağlayabilen ve krizlerden güçlenip çıkabilen yapıları oluşturmaktadır (Bostan, 2025, s.14; Zhang vd., 2025).

Uzaktan çalışma sistemi, çalışanlara bağımsızlık hissi, esneklik ve verimlilik sağlamayı vaat ederken, stres, yalnızlık ve tükenmişlik gibi problemlere de yol açmaktadır (Bostan, 2025, s.4). Dijital çalışma ortamında çalışanlar; dijital stres (technostress), siber/çevrimiçi yorgunluk (Zoom fatigue), teknolojik tükenmişlik (Digital Burnout), bilişsel yük ve dikkat dağınıklığı, psikolojik uzaklık, aidiyet kaybı, psikososyal yalnızlık ve sosyal izolasyon gibi olumsuz durumlarla karşı karşıya kalmaktadır (Arpınar, 2025, s.1-4).

Dijital ortamlar, bireylerin bellek ve konsantrasyon becerilerini de etkilemektedir. Şu hâlde bilgiye hızlı erişim, anında cevap verilmesi beklentisi, sürekli çoklu görev yapabilme ihtiyacı, bireyin dikkat süresini azaltarak odaklanmasını kısıltabilir. Bu durumda bireylerin ister istemez analiz yapma, derin düşünme ve eleştirel bakış açıları gibi bilişsel becerileri zarar görmektedir (Çakır ve Dilci, 2024, s.54).

Özetle, ancak, çalışanların psikolojik dayanıklılığı sayesinde, dijitalleşme odaklı bir çalışma ortamıyla baş edilebileceği mümkün görülmektedir. Aksi halde, bu konu gelecekte daha da iş yapmayı tıkayabilir ve güçleştirebilir.

2.2. Dijital Çalışma Ortamında Çalışanların Psikolojik Dayanıklılığını Sağlamada Alınacak Önlemler

Çalışanların psikolojik dayanıklılığı, kurumların sürekliliğinde önemlidir. Zira psikolojik dayanıklılık, pek çok örgütsel davranış çıktılarıyla da sonuçlanmaktadır. Örneğin yapılan bir çalışmada psikolojik dayanıklılığın, örgütsel vatandaşlık davranışı ve iş doyumu arasında pozitif ve anlamlı ilişkili bulunmuştur (Kanbur vd., 2017, s.127; Ahmić ve Ćosić, 2025; Narbariya vd., 2025).). Bu sebeple çalışanlarda psikolojik dayanıklılığın yükseltilmesine yönelik hem bireysel hem kurumsal birtakım girişimlerde bulunulmalıdır.

Dijital çalışma ortamında çalışanların kendilerini korumaları için dijital farkındalığa (digital mindfulness) sahip olarak ekran molası vermeleri (Dijital Detox Stratejileri) ve yeni nesil yaşam dengesi (Tech-Life Balance) sağlamaları onları psikolojik dayanıklılığa ulaşmayı temin edecektir (Arpınar, 2025, s.1-5; He vd., 2023).

Dijitalleşme sonrasında, çalışma ortamında kurumun da birtakım önlemler almaya ihtiyacı bulunmaktadır. Bunlar; psikolojik güvenlik ortamının sağlanması, dijital iyi oluş politikalarının gerçekleştirilmesi, yöneticilerin empatik liderlik göstermeleri ve örgüt ikliminin ve kültürünün dijitalleşme uyumunu sağlaması olarak sıralanabilmektedir (Arpınar, 2025, s.1; Sienkiewicz-Małyjurek, 2025). Şu halde, örgüt ikliminin çalışanların dijital uyumu üzerinde bir etkisinin olup olmadığına ortaya çıkarmak amacıyla; genellikle dijital programları kullanarak çalışan havalimanı çalışanları üzerinde yapılan çalışmanın sonucunda, örgüt ikliminin, çalışanların dijitalleşme faaliyetlerine uyumu üzerinde etkisinin olduğu ortaya konulmuştur (Sucu, 2021, s. 1458).

İşletmelerin çalışanların psikolojik dayanıklılığını yükseltmek amacıyla, sosyal destek programları, ödül sistemi, çalışanlara çeşitli konularda verilecek eğitim programları (örneğin; gelişimlerine yönelik, risk veya kriz durumlarına yönelik) ve iş özel hayat dengesinin kurulmasına yönelik yönetimsel mekanizmaların kurulmasına önem verilmelidir (Onan vd., 2021, s.3289; Duchek, 2020).

Çalışanlar dijitalleşme süreciyle başlayan değişimlerden işlerini kaybetme konusunda endişe duyabilmektedirler. Oysa bu konuda kurumları tarafından dijital eğitim alan, yöneticiler tarafından kendilerine dijital araçları kullanma konusunda liderlik edilen, hata yapma korkuları giderilen çalışanlarda dijital çalışma sistemlerine uyumları artacak ve psikolojik olarak iyi oluşları böylece sağlanabilecektir (Nazmah vd., 2025;

Sucu, 2021, s. 1459). Yöneticiler ve karar vericiler açısından, dijitalleşme sürecinde aşağıdaki bazı stratejik önerileri dikkate almaları gerekmektedir (Bostan, 2025, s.14-15):

- ✿ *“Dijital iş modelleri, insan odaklı (duygusal, zihinsel, sosyal gereksinimleri de hesaba katan) olarak yapılandırılmalıdır.*
- ✿ *Farklı kültürlerden oluşan takımlarda etkin iletişim eğitimleri sunulmalıdır.*
- ✿ *Dijital liderlik becerilerini (vizyonerlik, belirsizlik yönetimi, psikolojik güven tesisi, kültürel duyarlılık gibi konularda) eğitim programları düzenlenmelidir.*
- ✿ *Yenilikçiliği geliştirmek için açık iletişim politikasının tesisi, hatalardan öğrenme, risk almayı teşvik edene kurumsal kültür ortamı oluşturulmalıdır.*
- ✿ *Çalışanların psikolojik dayanıklılıklarını artırmada stres yönetimi, destekleyici liderlik, esnek çalışma saati ve sosyal destek sistemi uygulanmalıdır.*
- ✿ *Uzaktan çalışma sistemlerini verimlilik odaklı anlayışın yanı sıra çalışan tecrübesini artıracak tarzda insan odaklı yaklaşımla kurgulanmalıdır.”*

SONUÇ

Son yüzyıl dijitalleşmenin örgütsel yaşamda çok hızla arttığı, çalışma ortamı ile özel yaşamı arasındaki ayrımın belirsizleştiği bir çalışma sistemine dönüşmeye başlamıştır. Bu durum da çalışanların birtakım psikolojik problemlerle karşılaşmalarına neden olmaktadır. Bunlar; dijital stres, çevrimiçi yorgunluk, teknolojik tükenmişlik, bilişsel yükün fazlalığı ve dikkat dağınıklığı, psikolojik uzaklık, aidiyet kaybı, psikososyal yalnızlık ve sosyal izolasyon gibi kavramları kapsamaktadır.

Dijitalleşme, çağımızın olmazsa olmaz bir yapısı ve parçası durumuna dönüşmüş ve dolayısıyla ondan kaçmak çok ta kolay değildir. Öyle ki, teknolojik bir evrimle uyum sağlamak ve sosyo-ekonomik açıdan da yeniden yapılanmaya gidilmesi gerekmektedir. Kurumlar ve bireyler dışında da karar vericiler ve politika yapıcılarının da bu dönüşümü her yönüyle ele almaları ve yenedünyaya uygun stratejiler geliştirmeleri gerekmektedir (Bostan, 2025, s.4).

Dijital çalışma sisteminde çalışanların psikolojik dayanıklılığını sağlamada; dijital farkındalığa sahip olmaları, ekran molası vermeleri ve yeni nesil yaşam dengelerini sağlamaları faydalı olacaktır. Örgütlerin ve kurumların yönetiminde de çalışanların psikolojik dayanıklılığını sağlamada bazı önlemlerin alınması bu süreçte önemli ve gereklidir (Alsaqer & Ali, 2025). Bunlar içerisinde yöneticilerin çalışanlara etkin liderlik gösterilmesi, dijital iyi oluş politikalarının sağlanarak özellikle psikolojik güvenlik ortamlarının ve kültürünün oluşturulması ve geliştirilmesi önemlidir ve önerilebilir.

Öyle ki kurumda dijitalleşmeye dair iyi bir örgüt ikliminin oluşturulması, çalışanların dijitalleşme faaliyetlerine uyumunu sağlayacak ve yeniliklere direncini azaltacaktır (Sucu, 2021, s. 1458). Bunun yanı sıra kurumsal yapıların, liderlik anlayışlarının, işgücü politikasının, teknolojiye uyumu kadar çalışanların psikolojik ihtiyaçlarına ve sosyo-ekonomik sürdürülebilirlik anlayışıyla yeniden uyumlaştırılarak tasarlanması gerekir. Günümüzde iş görmede emek yoğun yaklaşımı yerine, teknoloji ve dijitalleşme yoğun yaklaşım dikkate alındığı unutulmamalıdır. Sonuç olarak bu bakış açısından hareketle dijitalleşmeye, insan odaklı olarak dönüşüm sağlanabilir (Bostan, 2025, s.4).

KAYNAKLAR

- Afif, F. ve Rino, Y.W. (2025). Digital Transformation and Organizational Resilience: Integrating Innovation, Learning, and Performance, Journal of Indonesian Management, 5(4), 1-11, <https://penerbitadm.pubmedia.id/index.php/JI>
- Ahmić, A. ve Ćosić, M. (2025). Digital Human Resource Management Influence on the Organizational Resilience, Organization Management Journal, 22 (2), 111–125.
- Alpago, H., Mussa, M.O.M. ve Alshrif, F. M. (2025). Dijitalleşme, Teknolojik Gelişmeler ve Yapay Zekâ Destekli Bilgi Teknolojisi Çağının Yaşam Modeli Olarak Akıllı Şehirler, İmgelem, 16, 377-408.
- Alsaqer, M.F. ve Ali, D.A. (2025). Determinants of Organizational Resilience: A Systematic Review, , Journal of Reproducible Research (JRR)Volume (2) -2025 -e-ISSN -2948-5282
- Arpınar, M.S. (2025). Dijital Çağda Çalışanların Psikolojik İyi Oluşu: Tehditler ve Fırsatlar, Sosyal Gelişim Dergisi, 3(2), 1-10.
- Alptekin, Z.M. (2020). Dijitalleşme ve Dijital Sosyal Sorumluluk İletişimi, Uluslararası Medya ve İletişim Araştırmaları Hakemli Dergisi, 03(02).
- Altıntaş, B. ve Altıntaş, M. (2023). “Psikolojik Dayanıklılık ve İş Yaşam Dengesi İlişkisi Üzerine Bir Araştırma”, International Journal of Disciplines Economics & Administrative Sciences Studies, 9(49), 1095-1106.
- Beyaz Özbey, İ. (2022). “Dijitalleşme, Sosyal Medya ve Risk Toplumu”, İmgelem, 6 (10): 141-158
- Bostan, A. (2025). Küresel Dönüşümde İnsan Odaklı Yönetim ve Örgütsel Psikoloji. In: Altıntaş, M. (ed.), Sosyal Bilimlerde Kuramsal Çerçeveler ve Metodolojik Tartışmalar. Özgür Yayınları.
- Çakır, A. ve Dilci, T. (2024). Dijitalleşme, Kültür ve Psikoloji Üçgeninde Değer Algısı. Cihannüma Sosyal Bilimler Akademi Dergisi, 2(2), 40-63.
- Duchek, S. (2020). Organizational resilience: a capability-based conceptualization, Business Research, 13:215–246.
- Ersöz, B. ve Özmen, M. (2020). Dijitalleşme ve Bilişim Teknolojilerinin Çalışanları Üzerindeki Etkileri, Yıl 11(42), 170 - 179,
- He, Z., Huang, H., Choi, H., Bilgihan, A. (2023), Building Organizational Resilience with Digital Transformation. Journal of Service Management, 34(1), 147–171,
- Kanbur, E., Kanbur, A., Özdemir, B. (2017). Psikolojik Dayanıklılık ile Örgütsel Vatandaşlık Davranışı Arasındaki İlişkide İş Doyumunun Aracılık Rolü: Havacılık Sektöründe Bir Araştırma, İş ve İnsan Dergisi, 4 (2), 127-141.
- Madalyon Psikiyatri Merkezi (2023, 20 Nisan). Psikolojik Dayanıklılık (Resilience) Nedir? <https://madalyonklinik.com/gundem/psikolojik-dayaniklilik-resilience-nedir/ET.01.05.2026>.
- Narbariya, S., Vohra, N. ve Kruse, L.C. (2025). Change Readiness for Digital Transformation: Exploring the Interplay of Leadership, Mindfulness, and Resilience, The 48th Information Systems Research Seminar in Scandinavia (IRIS2025), Oslo, Norway.
- Nazlıdır Yüce, M. (2026). Bir Kişilik Özelliği Olarak Psikolojik Dayanıklılık, Polis Dergisi, <https://polisdergisi.pa.edu.tr/bir-kisilik-ozelligi-olarak-psikolojik-dayaniklilik280a6-2172-haber,ET.01.05.2026>.

- Nazmah, A.Y. ve Setiono, A. (2025). “Navigating Remote Work and Digital Disruption through Psychological Resilience and Adaptability”, *Journal of Humanities and Social Sciences*, 7(3), 99-106.
- Onan, G., Turhan, M., Helvacı, İ. (2021). Psikolojik Dayanıklılık, Çalışan Dayanıklılığı, Örgütsel Dayanıklılık ile İş Tatmini Arasındaki İlişkiler: Hizmet Sektörü Üzerine Bir Araştırma, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13 (4), 3277-3292.
- Öğüt, N. ve Karakoç, E. (2024). Dijital Bağımlılık ve Psikolojik Sağlamlık Arasındaki İlişki, *Akdeniz, İletişim*, (46- Yapay Zekâ ve İletişim Özel Sayısı), 1-18.
- Özçelik Baloğlu, Ö. (2023). Teknolojik Bir Dönüşüm Olarak Dijitalleşme Kavramı ve Etkileri, *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 13(2), 1189-1210.
- Öz, F. ve Yılmaz E.B. (2009). Ruh sağlığının korunmasında önemli bir kavram: Psikolojik sağlamlık. *Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi*, 82-89.
- Ryan, R.M. ve Deci, E.L. (2001). On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudaimonic well-being. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 141–166.
- Sienkiewicz-Małyjurek, K. (2025). Digital Resilience in Public Governance–The State of the Art and Future Research Directions, *Silesian University of Technology Publishing House, Scientific Papers of Silesian University of Technology 2025, Organization and Management Series*, 238, <https://managementpapers.polsl.pl/wp-content/uploads/2026/01/238-Sienkiewicz-Ma%C5%82yjurek.pdf>, ET.01.05.2026.
- Southwick, S.M. ve Charney, D.S. (2023). Psikolojik Dayanıklılık Hayattaki Büyük Zorluklarla Başa Çıkma Sanatı, (Çev. Defne Orhun), *İletişim Yayınları*
- Sucu, M. (2021). Çalışanların Dijitalleşme Faaliyetlerine Uyum ve Örgüt İklimi Arasındaki İlişkiyi Tespit Etmeye Yönelik Bir Araştırma, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(77), 1458-1473.
- Türkyılmaz, S. (2024). Dijital Dönüşümün İşletmeler Üzerindeki Etkisi, *İstanbul Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(12) 276-297.
- Yılmaz Kılıçkaya, F. (2023). Dijitalleşme Döneminde Örgütlerde Psikolojik Dayanıklılık, In: Gülbahar, Y. (ed.), *Örgütsel Davranış: Güncel Konular*. Özgür Yayınları.
- Zhang, J. Li, H. ve Zhao, H. (2025). The Impact of Digital Transformation on Organizational Resilience: The Role of Innovation Capability and Agile Response, 13(2), 75.

THE ROLE OF STRATEGIC LEADERSHIP IN THE DEVELOPMENT OF LEARNING ORGANIZATIONS IN THE INFORMATION AGE: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW AND CONCEPTUAL MODEL PROPOSAL

Dr Öğr. Üyesi Feride BAL

Gaziantep University, Management and Organization, feridebal@gantep.edu.tr ,

ORCID: 0000-0003-4641-6151

Abstract

The rapid technological advancements since the late 20th century have ushered in a new era —the information age— in which knowledge has become the foremost strategic resource. This transformation compels organizations seeking competitive advantage to build the capacity to effectively develop, organize, and share knowledge. In this context, learning organizations emerge as structures that strategically leverage knowledge, rapidly adapt to environmental changes, and institutionalize collective learning as a core organizational value. This study aims to examine the role of strategic leadership in the development of learning organizations in the information age through a systematic literature review and conceptual model development approach. Secondary data sources were utilized, and relevant national and international literature was systematically reviewed. The findings reveal that strategic leadership behaviors—including visionary leadership, fostering a climate of trust, encouraging learning, and establishing knowledge-sharing infrastructure— play a decisive role in building learning organization capacity. By examining the relationship between strategic leadership and learning organizations within an integrated conceptual framework, the study offers an original contribution to the existing literature.

Keywords: Strategic Leadership, Learning Organizations, Information Management, Organizational Learning, Competitive Advantage

BİLGİ ÇAĞINDA STRATEJİK LİDERLİĞİN ÖĞRENEN ÖRGÜTLERİN GELİŞİMİNDEKİ ROLÜ: SİSTEMATİK LİTERATÜR İNCELEMESİ VE KAVRAMSAL MODEL ÖNERİSİ

Dr Öğr. Üyesi Feride BAL

Gaziantep Üniversitesi, Yönetim ve Organizasyon, feridebal@gantep.edu.tr ,

ORCID: 0000-0003-4641-6151

Özet

20. yüzyılın sonlarından itibaren hızla ivmelenen teknolojik gelişmeler, bilginin temel stratejik kaynak haline geldiği yeni bir döneme “bilgi çağına” geçişi beraberinde getirmiştir. Bu dönüşüm, rekabet üstünlüğü arayan işletmeleri bilgiyi etkin biçimde geliştirme, örgütlenme ve paylaşma kapasitesi inşa etmeye zorlamaktadır. Bu bağlamda öğrenen örgütler, bilgiyi stratejik amaçlarla kullanan, çevresel değişimlere hızla uyum sağlayan ve kolektif öğrenmeyi kurumsal bir değer olarak benimseyen yapılar olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, bilgi çağında stratejik liderliğin öğrenen örgütlerin gelişimi üzerindeki etkisini sistematik literatür taraması ve kavramsal model geliştirme yaklaşımıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada ikincil veri kaynaklarından yararlanılmış; ilgili ulusal ve uluslararası literatür sistematik biçimde taranmıştır. Elde edilen bulgular; vizyoner liderlik, güven iklimi oluşturma, öğrenmeyi teşvik etme ve bilgi paylaşım altyapısı kurma gibi stratejik liderlik davranışlarının öğrenen örgüt kapasitesinin gelişiminde belirleyici bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, stratejik liderlik ile öğrenen örgütler arasındaki ilişkiyi bütünlük bir kavramsal model çerçevesinde ele alarak ilgili literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Stratejik Liderlik, Öğrenen Örgütler, Bilgi Yönetimi, Örgütsel Öğrenme, Rekabet Üstünlüğü

INTRODUCTION

Globalization, digitalization, and rapid advancements in communication technologies have fundamentally transformed the environment in which organizations operate. Today, “leadership” and “learning”—two key concepts in achieving competitive advantage—have come to the forefront in business. The uncertainties and competitive pressures organizations face in the Information Age have rendered traditional management approaches inadequate. For this reason, the concept of the learning organization holds a significant place within contemporary management approaches. Learning organizations equip businesses with the ability to think strategically, enhance their capacity to assess environmental factors, thereby strengthening their foresight, and this ultimately leads to gaining a competitive advantage ((Chinowsky ve Carrillo, 2007).

The formation and sustainability of learning organizations depend largely on the concept of leadership. Strategic leadership plays a crucial role in the process of establishing and developing learning organizations. Strategic leadership plays a decisive role in processes such as creating a vision that will carry the organization into the future, analyzing environmental changes, developing human resources, and fostering organizational learning. Strategic leaders are not merely managers who solve current problems; they are also agents of transformation who prepare the organization for the future.

A review of the literature on strategic leadership and learning organizations reveals that these two concepts are generally addressed separately. It is particularly noteworthy that there is a limited number of studies that holistically examine the role of strategic leadership in organizational learning, especially in the context of the digital transformation brought about by the information age. Furthermore, it is observed that the vast majority of existing studies rely on quantitative methods, while studies proposing conceptual models are relatively scarce. This study makes three significant contributions to the literature. First, it offers a contemporary theoretical framework by examining the relationship between strategic leadership and learning organizations from the perspective of the information age. Second, it establishes conceptual coherence by addressing the concepts of strategic leadership, knowledge management, and organizational learning—which are typically examined separately in the literature—within an integrated model. Third, by proposing a conceptual model that explains the impact of strategic leadership on the formation of learning organizations, it establishes a theoretical foundation for future empirical research. In this regard, the study contributes to the theoretical literature while also serving as a guide for practitioners in understanding the impact of strategic leadership processes on organizational learning.

1.CONCEPTUAL FRAMEWORK

1.1.The Knowledge Age And Organizational Transformation

The Information Age refers to the period in which knowledge is the primary determinant of economic and social structures (Bal ve Yılmaz, 2025). While physical capital and the means of production took center stage in industrial society, intellectual capital and knowledge management have become the key elements of organizational success in the Information Age. With the advancement of digital technologies, access to information has accelerated, and competition among organizations has expanded to a global scale (Cherep et al., 2022). Key characteristics of the Information Age include rapid change, intense competition, technological innovations, global integration, and increased information sharing. These characteristics necessitate that organizations transform into more flexible, innovative, and learning-oriented structures. Today, for businesses to achieve a sustainable competitive advantage, merely possessing information is not sufficient; they must also effectively manage this information and integrate it into organizational processes (Marković, 2008). Bilgi çağında örgütlerin karşı karşıya kaldığı en önemli sorunlardan biri değişim hızıdır. Teknolojik gelişmelerin sürekli yenilenmesi, müşteri beklentilerinin farklılaşması ve küresel rekabetin yoğunlaşması, işletmeleri sürekli öğrenmeye zorlamaktadır (Buntak, 2020). Bu durum, örgütsel öğrenmenin stratejik önemini artırmaktadır.

1.2. Learning Organizations

An organization's ability to survive depends on its capacity to adapt quickly to changing environmental conditions. In an environment where the environment is constantly changing, organizations must be able to make changes to their systems and establish a structure capable of collecting and evaluating information related to changing conditions in order to sustain their existence. The establishment of this structure is based on the creation of a learning organization model in the current information age (Chinowsky and Carrillo, 2007).

According to Senge (1990), who first introduced the concept of the learning organization, it is defined as a structure in which individuals continuously expand their capabilities and develop new ways of thinking in order to achieve the results they truly desire, and in which organizations collectively learn on an ongoing basis (Senge, 1994). According to Kreitner, learning organizations are those that can adapt their behaviors regarding the creation, acquisition, and communication of knowledge to reflect new information and ideas, and they transform these new ideas into enhanced performance (Kreitner, 2001). According to McGill and Slocum, learning organizations are classified in stages as "knowing, understanding, thinking, and learning," and are defined as organizations that continuously explore their environment and are self-aware (McGILL & Slocum, 1993). According to Griffin, a learning organization is one that strives to provide a lifelong learning and personal development environment for all employees to continuously improve themselves in order to meet changing needs (Griffin, 2000). According to another definition, learning organizations require lifelong personal learning, and the continuous learning process ensures that an employee develops a collection of skills that may always be necessary (Gordon & Gordon, 1999).

The most critical need of learning organizations is self-managing individuals. This is because, within organizations, it is people who acquire knowledge and disseminate it throughout the organization. When examining learning organizations, a three-stage process emerges. These stages are: first, the creation and development of knowledge, relationships, and intuition; second, the sharing of this developed knowledge among organizational employees; and third, the application of this shared knowledge. As a result of this process, the capabilities possessed by learning organizations come to the fore. These capabilities are as follows (Senge et al., 1994):

- Systematic problem-solving
- Experimenting with new approaches
- Learning from past experiences
- Learning from the experiences of those who do the job best and from others
- The rapid and effective use of knowledge.

1.3. Strategic Leadership

In the 1960s and early 1970s, the situations and conditions faced by organizations were considered the primary determinants of managerial behavior and organizational outcomes. Compared to the influence of the organization's internal and external environments, it was believed that managers possessed very little ability to make decisions that would affect the organization's performance (Ireland and Hitt, 2005). Between the 1950s and 1980s, leadership literature also addressed supervisors and middle managers within organizations (Yukl, 2002). After the 1980s, however, leadership research underwent innovation and change, shifting from studies on managerial leadership to strategic leadership and top-level executives (Boal & Hooijberg, 2000). Ireland and Hitt (2005) define strategic leadership as the ability to foresee the future, create a vision, ensure flexibility, think strategically, and collaborate with others in order to initiate changes that will create a viable future for the organization (Ireland & Hitt, 2005). Accordingly, when strategic leadership processes are difficult for

competitors to understand and imitate, the firm gains a competitive advantage. (Ireland & Hitt, 2005). Rowe (2001), on the other hand, defines strategic leadership as the ability to influence others to make daily decisions that maintain short-term financial stability while enhancing long-term sustainability (Rowe, 2001). According to Sullivan and Harper (1997), strategic leadership involves managing and overseeing a rational and well-considered course of action that defines the organization at its core—encompassing purpose, culture, strategy, core identities, and critical processes (Sullivan & Harper, 1997). Guillot (2003), on the other hand, defines strategic leadership as the ability of a rational, experienced senior manager to create a vision and make important decisions within a complex and uncertain strategic environment (Guillot, 2003).

In line with the demands of our changing times, the role of leaders has also evolved, and it is now widely recognized that leaders bear the significant responsibility not only of developing strategies to shape the future but also of designing an organization that is future-oriented. Designing a plan that outlines all the stages leading to the desired goal in the process of shaping the future is quite challenging. The key to reaching the future first lies in creating a roadmap for the process of identifying the opportunities tomorrow will bring and how they will be leveraged. In light of this, leaders must focus on two distinct areas: the external and internal environments of the organization. When analyzing changes in the external environment to design the future, the ability to assess the mandatory focal points and critical processes requiring internal changes within the organization constitutes one of the most important dimensions of strategic leadership (Senge, 1998). Strategic leadership is a process of preparing a future for organizations, and most importantly, it is a human process involving the leader and the individuals who make up the organization and work as a team (Sullivan & Harper, 1997). Additionally, strategic leadership is primarily concerned with the individuals at the top levels of the organization (Hambrick & Pettigrew, 2001).

1.4. Dimensions of Strategic Leadership and Its Relationship to the Learning Organization

A review of the literature reveals that strategic leadership encompasses multiple dimensions that are directly related to the development of learning organizations. These dimensions can be summarized as follows:

Visionary Leadership and a Culture of Learning

Strategic leaders are responsible for establishing an inspiring and guiding vision that fosters a culture of learning within the organization. A shared vision brings employees together around a common purpose, which in turn strengthens their intrinsic motivation to learn (Senge, 1994).

A shared vision plays a crucial role in the development of learning organizations. Strategic leaders ensure that employees act in alignment with common goals by establishing a clear and inspiring vision for the organization's future (Fuad, 2025). Visionary leadership is particularly important in overcoming the challenges of a dynamic, complex, and uncertain environment and in determining the success of organizational transformation (Hermawan et al., 2024). Visionary leadership facilitates employees' adoption of organizational goals while also increasing motivation for learning. The presence of a shared vision ensures that employees focus on collective success rather than individual success (Karwan, 2021). This leadership style emphasizes the importance of aligning individual and collective efforts with a shared vision, highlighting its role as a guiding force in fostering a sense of collective direction and purpose. Leaders contribute to a positive organizational culture by prioritizing teamwork and core values (Chin, 2024). In the information age, the constant state of change within organizations necessitates that employees acquire new knowledge and skills. In this process, it is of great importance for strategic leaders to foster a culture that supports learning (Kurniadi, 2020).

Climate of Trust and Knowledge Sharing

One of the key characteristics of learning organizations is that they possess an organizational culture based on knowledge sharing. For knowledge sharing to take place, an environment of trust must be established among

employees (Jain et al., 2018). For the learning process to be sustainable and profound, employees must feel safe to make mistakes, ask questions, and share their differing viewpoints. Strategic leaders establish the foundational infrastructure of the learning environment by fostering psychological safety through a trust-based organizational climate (Ellinger and Ellinger, 2021).

Strategic leaders encourage open communication, enabling employees to freely express their thoughts. In organizations with a culture of trust, employees can develop innovative ideas and share their experiences without fear of making mistakes. A climate of trust also strengthens teamwork and contributes to the institutionalization of organizational learning (Park and Kim, 2018). Organizations must make a serious effort to sustain and strengthen employees' knowledge-sharing behaviors and learning. This is positively influenced by organizational efforts—specifically, the leader's support and a supportive organizational trust climate (Kim and Park, 2020).

Innovation and Change Management

In the information age, an organization's ability to gain a competitive advantage depends largely on its capacity for innovation. Innovation, in turn, is directly linked to a learning organization culture (Volotovska et al., 2024). Strategic leaders adopt an approach that views change as an opportunity rather than a threat (Appelbaum et al., 1998). This leadership philosophy encourages employees to think creatively and enhances the organization's innovation capacity. In the change management process, strategic leaders:

- Involve employees in the process,
- Keep communication channels open,
- Support training and development activities,
- Promote technological transformation—all of which positively influence the development of a learning organization's capacity (Ferede et al., 2024).

Information Management and Technological Infrastructure

In the information age, strategic leaders play a pioneering role in establishing systems that support the processes of creating, storing, sharing, and applying information. Investments in technological infrastructure, information repositories, and digital collaboration platforms can be considered within this context (Gusmão et al., 2018). In the information age, an organization's success depends on its capacity to effectively manage the information it possesses. Information management encompasses the activities of acquiring, storing, sharing, and utilizing information in organizational processes (Rianto et al., 2021).

Initiating knowledge management activities is a challenging process in many organizations. Focusing on the wrong activities and failing to provide effective leadership can lead to failure. Leadership style significantly influences the success of knowledge management activities, particularly in initiatives related to the knowledge infrastructure—which comprises organizational culture, organizational structure, and information technology (Novak et al., 2020). Strategic leaders prioritize the development of technological infrastructure to ensure the effective operation of knowledge management processes. Digital platforms, databases, enterprise information systems, and communication technologies play a critical role in the development of learning organizations (Dasgupta et al., 2009). Strengthening the technological infrastructure enables rapid access to information, enhances organizational memory, facilitates information sharing, and supports organizational learning.

2. METHODOLOGY AND FINDINGS

In this study, a systematic literature review was employed to examine the impact of strategic leadership on the development of learning organisations in the information age. A systematic literature review is a qualitative research method that enables the systematic and critical examination of academic studies on a specific topic in

accordance with defined criteria. Through this method, the relationship between strategic leadership and learning organisations has been comprehensively assessed. Only scientific articles published in peer-reviewed journals were included in the study. Books, theses, conference papers and editorial works were excluded from the scope. The primary reason for this was to ensure that the research was based on current academic studies with high scientific validity and reliability that had undergone a peer-review process. The literature review utilised the Web of Science, Scopus, Google Scholar, Ulakbim and DergiPark databases. The search process employed the keywords “strategic leadership”, “learning organisation”, “organisational learning”, “knowledge management”, “information age” and “digital transformation”. The study focused on examining works published between 2000 and 2025. The main reason for this is that rapid developments in information technology, digital transformation processes and the knowledge-based management approach began to have a more pronounced impact on businesses, particularly from the 2000s onwards. Furthermore, it is evident that the topics of learning organisations and strategic leadership have been addressed more extensively in contemporary management literature from this period onwards. An examination of studies published up to 2025 has ensured that the research covers the current literature.

The search yielded a total of 124 academic articles. During the initial screening phase, 46 studies were excluded from the evaluation as they were not directly related to the topic, were duplicates, or their full text could not be accessed. The remaining 78 articles were subjected to a detailed content analysis. The following criteria were considered in the selection of the studies:

- Directly addressing the concepts of strategic leadership or the learning organisation,
- Having been published in peer-reviewed academic journals,
- Containing theoretical or practical findings regarding organisational learning processes,
- Contributing to the understanding of management in the information age.

The articles examined within the scope of the research were evaluated using content analysis and classified according to common themes. Accordingly, the studies were analysed under the headings of learning culture, knowledge sharing, visionary leadership, a climate of trust, digital transformation and innovation. The findings were systematically interpreted, and the effects of strategic leadership behaviours on the capacity of a learning organisation were assessed within a conceptual framework. The 78 articles included in the review were analysed in detail in terms of publication year, research method, key concepts addressed, and research findings. It was observed that the vast majority of the studies consisted of empirical research examining the relationship between strategic leadership, organisational learning, and knowledge management. In addition, conceptual and theoretical studies were also included in the scope of the evaluation.

An analysis of the distribution of the articles revealed that a significant proportion of the studies were concentrated in the period following 2015. This indicates that, alongside the acceleration of digital transformation processes, there has been a rise in academic interest in the topics of learning organisations and strategic leadership. In particular, a marked increase in the number of studies relating to remote working, digital information sharing and agile management approaches was observed in the post-pandemic period.

In terms of research methods, of the 78 articles examined: 46 employed quantitative research methods, 18 used qualitative research methods, and 14 fell under the category of review studies. Whilst quantitative studies predominantly utilised survey techniques and statistical analysis methods, qualitative studies made use of case studies, interviews and document analysis. As a result of the content analysis, the studies were classified under six main themes. These are: the relationship between strategic leadership and organisational learning, learning organisation culture, knowledge sharing and knowledge management, digital transformation and technological infrastructure, innovation and competitive advantage, and employee development and organisational

performance. In 31 of the articles, the impact of strategic leadership on the learning organisation culture was examined directly. These studies concluded that, in particular, visionary leadership, transformational leadership and a participatory management approach have a positive effect on organisational learning. In 18 studies, knowledge sharing and a culture of trust were highlighted, whilst 14 studies assessed the impact of digital technologies on the learning organisation structure. The remaining studies addressed outcome variables such as innovation, employee performance and sustainable competitive advantage.

When assessed in terms of geographical distribution, it is evident that the majority of studies are centred on the United States, European countries and Asia. It has been noted, however, that studies conducted in Turkey have shown a particular increase over the last decade. It is noteworthy that research centred in Turkey has primarily examined educational institutions, public bodies and businesses in the service sector. When the overall findings of the reviewed articles are assessed, a strong academic consensus has been observed that strategic leadership behaviours enhance the capacity of learning organisations. In particular, it has been established that leadership practices such as open communication, fostering a climate of trust, supporting employee development, and establishing knowledge-sharing systems have a positive impact on organisational learning. Furthermore, it has been concluded that learning processes occur more rapidly and effectively in organisations with a strong technological infrastructure.

3. PROPOSAL FOR A CONCEPTUAL MODEL

In the conceptual model proposed in this study, strategic leadership is treated as the key independent variable influencing the capacity for organisational learning. The model posits that strategic leadership influences organisational learning processes through the dimensions of vision-setting, fostering a culture of trust, encouraging learning, and establishing an infrastructure for knowledge sharing. According to the proposed model, strategic leadership behaviours primarily create a culture of learning and an environment for knowledge sharing within the organisation. This process increases employees' participation in organisational learning and contributes to the development of the learning organisation capacity. The development of the learning organisation capacity, in turn, yields outcomes such as innovation, organisational adaptability and a sustainable competitive advantage.

Within the scope of the model, digital transformation and knowledge management practices have been evaluated as supporting variables. In particular, the effective use of information technologies is addressed as a key element that strengthens the relationship between strategic leadership and the learning organisation. In this regard, the conceptual relationship proposed in the research is as follows:

Strategic Leadership → Learning Culture and Knowledge Sharing → Learning Organisation Capacity → Innovation and Competitive Advantage

4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The accelerating pace of technological developments in the information age has significantly transformed organisations' understanding of competition and their management processes. The emergence of information as a strategic resource has made it imperative for businesses to compete not only on the basis of physical capital and production capacity, but also through their ability to learn, generate knowledge and manage information. In this context, the learning organisation approach stands out as one of the contemporary management philosophies that enables rapid adaptation to change, embraces continuous development, and supports knowledge sharing.

This study examines the impact of strategic leadership on the development of learning organisations in the information age using a systematic literature review methodology. As part of the research, 78 peer-reviewed scientific articles published between 2000 and 2025 and retrieved from various academic databases were

analysed. The studies examined reveal a strong and positive relationship between strategic leadership and the capacity of learning organisations. The research findings indicate that strategic leadership behaviours play a decisive role in the formation of a learning culture. In particular, it was observed that a visionary leadership approach enables employees to act in line with common goals, increases organisational commitment, and strengthens motivation for learning. Furthermore, it was determined that an open communication approach and a trust-based organisational culture support knowledge sharing, enhance team-based learning processes, and contribute to the institutionalisation of organisational learning.

The study concluded that digital transformation processes have a significant impact on the development of a learning organisation structure. Thanks to the effective use of knowledge management systems, digital communication tools and technological infrastructure, access to information within organisations is accelerating, interaction among employees is increasing, and organisational learning processes are becoming more efficient. This situation demonstrates that strategic leaders must take an active role not only in human resource management but also in technology management. A review of the literature revealed that learning organisations demonstrate more successful performance in terms of innovation capacity, organisational adaptability, and sustainable competitive advantage. It has been established that in organisations that support learning, employees adapt more easily to change, creative thinking tendencies increase, and more resilient organisational structures emerge during times of crisis. In this context, strategic leadership is regarded not merely as an element that manages organisational processes, but as a fundamental management approach that shapes the culture of learning and guides organisational transformation.

The conceptual model developed within the scope of this research demonstrates that strategic leadership influences the capacity of a learning organisation through the dimensions of fostering a culture of learning, supporting knowledge sharing, developing an environment of trust, and encouraging learning. It has been assessed that the development of a learning organisation's capacity yields positive organisational outcomes such as innovation, employee development, organisational adaptability and competitive advantage. In this context, for organisations to achieve sustainable success in the information age, they must adopt a strategic leadership approach that supports learning. It is believed that organisations capable of adapting to changing environmental conditions, encouraging knowledge sharing, and prioritising employee development will possess a stronger competitive advantage in the future. For this reason, it is considered important for businesses to invest more in leadership practices that support a learning organisation culture and in digital knowledge management systems.

Future studies are recommended to examine the relationship between strategic leadership and learning organizations through empirical methods across different sectors, organizational sizes, and cultural contexts. In particular, studies utilizing both quantitative and qualitative research methods may provide a more comprehensive understanding of the effects of strategic leadership behaviors on organizational learning. Furthermore, investigating the impact of current factors such as digital transformation, artificial intelligence, knowledge management systems, and remote working models on learning organizations would make significant contributions to the literature. Additionally, examining the mediating or moderating roles of variables such as employee motivation, organizational commitment, and innovativeness may help achieve a more holistic understanding of the subject.

REFERENCES

- Appelbaum, S. H., St-Pierre, N., & Glavas, W. (1998). Strategic organizational change: the role of leadership, learning, motivation and productivity. *Management decision*, 36(5), 289-301.
- Bal, F., & Yılmaz, E. S. (2025). A Bibliometric Study on Digital Taylorism and Digital Sustainability. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 349-369.
- Boal, K. B., & Hooijberg, R. (2000). Strategic Leadership Research: Moving On. *Leadership Quarterly*, 515-549.
- Buntak, K., Kovačić, M., & Martinčević, I. (2020). Impact of digital transformation on knowledge management in organization. *Advances in Business-Related Scientific Research Journal*, 11(1), 36-47.
- Cherep, A., Voronkova, V., & Androsova, O. (2022). Transformational changes in organizational management and human resources in the digital age. *Baltic journal of economic studies*, 8(3), 210-219.
- Chin, P. P. (2024). Unlocking the potential of visionary leadership: A study on shared vision, teamwork and team performance. *Education Quarterly Reviews*, 7(2).
- Chinowsky, P., & Carrillo, P. (2007). Knowledge management to learning organization connection. *Journal of Management in Engineering*, 23(3), 122-130.
- Dasgupta, M., & Gupta, R. K. (2009). Innovation in organizations: A review of the role of organizational learning and knowledge management. *Global Business Review*, 10(2), 203-224.
- Ferede, W. L., Endawoke, Y., & Tessema, G. (2024). Change management through strategic leadership: the mediating effect of knowledge management in public organizations, Ethiopia. *Future Business Journal*, 10(1), 93.
- Fuad, H. (2025, December). Visionary Leadership And Organizational Culture In Shaping A Collaborative And Innovative Learning Environment. In *Proceedings of International Conference on Educational Management* (Vol. 3, No. 2, pp. 71-87).
- Gordon, J. R., & Gordon, S. R. (1999). *Information System: A Management Approach*. Orlando: The Dryden Press.
- Griffin, R. W. (2000). *Fundamentals of Management*. Boston: Houghton Mifflin Comp.
- Guillot, C. W. (2003). Strategic Leadership: Defining the Challenge. *Air & Space Power Journal*, Winter, 67-75.
- Hambrick, D., & Pettigrew, A. (2001). Upper Echelons: Donald Hambrick on Executives and Strategy. *Academy of Management Executive*, 36-44.
- Hermawan, R., Anggraeni, R. D., Amar, M. Y., Kadir, A. R., & Hamid, N. (2024). The influence of visionary leadership on the success of organizational transformation. *An-Nuha: Jurnal Sosial & Humaniora*, 2(2), 100-108.
- Ireland, R. D., & Hitt, M. A. (2005). Achieving and Maintaining Strategic Competitiveness in the 21st. Century: The Role of Strategic Leadership. *Academy of Management Executive*, 63-74.
- Jain, K. K., Sandhu, M. S., & Goh, S. K. (2015). Organizational climate, trust and knowledge sharing: insights from Malaysia. *Journal of Asia Business Studies*, 9(1), 54-77.
- Karwan, D. H., Hariri, H., & Ridwan, R. (2021). Visionary leadership: what, why, and how. *European Union Digital Library*.

- Kim, E. J., & Park, S. (2020). Transformational leadership, knowledge sharing, organizational climate and learning: an empirical study. *Leadership & organization development journal*, 41(6), 761-775.
- Kreitner, R. (2001). *Management*. Boston: Houghton Mifflin Comp.
- Kurniadi, R., Lian, B., & Wahidy, A. (2020). Visionary leadership and organizational culture on teacher's performance. *Human resources*, 1(3).
- Marković, M. R. (2008). Managing the organizational change and culture in the age of globalization. *Journal of business economics and management*, 9(1), 3-11.
- McGILL, M. E., & Slocum, J. W. (1993, Autumn). Unlearning the Organization. *Organizational Dynamics*, 22(2), 67-79.
- Novak, A., Breznik, K., & Natek, S. (2020). How leaders can initiate knowledge management in organizations: Role of leadership style in building knowledge infrastructure. *Human Systems Management*, 39(1), 37-50.
- Park, S., & Kim, E. J. (2018). Fostering organizational learning through leadership and knowledge sharing. *Journal of knowledge management*, 22(6), 1408-1423.
- Rianto, M. R., Jasfar, F., & Arafah, W. (2021). Mediating effect of organization learning on the relationship between strategic change, knowledge management and transformational leadership: Case of Indonesian Islamic Banks. *Journal of Economic Development, Environment and People*, 10(3), 26.
- Rowe, W. G. (2001). Creating Wealth in Organizations: The Role of Strategic Leadership. *Academy of Management Executive*, 81-94.
- Senge, P. M. (1994). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of The Learning Organization*. New York: Currency Doubleday.
- Senge, P. M. (1998). *The Leader's New Work: Building Learning Organizations*. London: Prentice Hall Inc.
- Senge, P. M., Roberts, C., Ross, R. B., Smith, B. J., & Kleiner, A. (1994). *The Fifth Discipline Fieldbook: Strategies And Tools For Building A Learning Organization*. London: Nicholas Brealey Publishing.
- Sullivan, G. R., & Harper, M. V. (1997). *Umut Bir Yöntem Olamaz*. İstanbul: Boyner Holding Yayınları.
- Volotovska, T., Mykhailiv, H., Porada, O., Zelman, L., & Kyshakevych, S. (2024). Change management within the learning environment: The role of leadership and innovative management. *Conhecimento & Diversidade*, 16(43), 116-152.
- Yukl, G. (2002). *Leadership in Organizatio*. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.

TCK M. 104 KAPSAMINDA REŞİT OLMAYANLA CİNSEL İLİŞKİ SUÇU: KAVRAMSAL BELİRSİZLİKLER VE SUÇUN GEREKLİLİĞİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME**Arş. Gör. Dr. Beyzanur YAZAR¹****¹Çukurova Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Ceza ve Ceza Muhakemesi Hukuku Anabilim Dalı,
byzyazar@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2261-5618****Özet**

Reşit olmayanla cinsel ilişki suçu, TCK m. 104’te düzenlenmiştir. Maddenin birinci fıkrasına göre cebir, tehdit ve hile olmaksızın 15 yaşını bitirmiş olan bir çocukla cinsel ilişkide bulunan kişi, şikayet üzerine, iki yıldan beş yıla kadar hapis cezasıyla cezalandırılacaktır. Maddenin ikinci ve üçüncü fıkrasında ise suçun nitelikli hali düzenlenmiştir. Reşit olmayanla cinsel ilişki suçu mevcut düzenlemesi itibarıyla birçok sorunu bünyesinde barındırmaktadır. Madde başlığında “*reşit*” kavramı, madde metnindeyse “*on beş yaşını bitirmiş olan çocuk*” ibaresinin kullanılmış olması, evlenme yoluyla ya da mahkeme kararıyla reşit olan kişilerin bu suçun mağduru olup olamayacağı konusunda tartışmalara neden olmuştur. Ayrıca madde metninde yer alan “*cinsel ilişki*” kavramından ne anlaşılabileceği de tam olarak belli değildir. Failin yaşına ilişkin bir düzenleme bulunmadığından 15-18 yaş aralığında iki çocuğun rızalarıyla cinsel ilişkiye girmeleri halinde kimin fail kimin mağdur olacağı hususu da madde metninden anlaşılamamaktadır. Tüm bu tartışmaların dışında, rızaya dayalı bir suç tipi olan reşit olmayanla cinsel ilişki suçunun gerekliliği tartışmalıdır. Bireysel özgürlüğün bir yansıması olarak kabul edilen cinselliğin, 15 yaşını doldurmuş, cinsel farkındalık döneminde bulunan ve işlediği fiilin anlam ve sonuçlarını algılama yeteneği gelişmiş olan kişilerin rızalarıyla cinsel ilişkide bulunma haklarının neden kısıtlandığı tam olarak anlaşılamamaktaysa da toplumsal kaygılar gözetilerek düzenlendiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Reşit Olmayanla Cinsel İlişki Suçu, Cinsel Özgürlük, Cinsel İlişki, Şikayet

**THE OFFENSE OF SEXUAL INTERCOURSE WITH A MINOR UNDER ARTICLE 104 OF THE
TURKISH PENAL CODE: AN EVALUATION OF CONCEPTUAL AMBIGUITIES AND THE
NECESSITY OF THE OFFENSE****Res. Asst. Dr. Beyzanur YAZAR¹****¹ Çukurova University, Faculty of Law, Department of Criminal Law and Criminal Procedure,
byzyazar@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2261-5618****Abstract**

The offense of sexual intercourse with a minor is regulated under Article 104 of the Turkish Penal Code. According to the first paragraph of the article, a person who engages in sexual intercourse with a child who has completed the age of fifteen, without the use of force, threat, or deception, shall be punished with imprisonment from two to five years upon complaint. The second and third paragraphs regulate the aggravated forms of the offense. In its current form, the offense of sexual intercourse with a minor contains many problematic aspects. The use of the term “minor” in the title of the article, while the text refers to a “child who has completed the age of fifteen,” has led to debates on whether persons who have attained majority through marriage or by court decision may be considered victims of this offense. Furthermore, the meaning of the term “sexual intercourse” in the text is not clearly defined. Since there is no regulation regarding the age of the offender, the article does not clarify who would be considered the offender and who the victim when two minors between the ages of 15 and 18 engage in consensual sexual intercourse. Beyond these debates, the necessity of criminalizing consensual sexual intercourse with a minor remains controversial. Although sexuality is regarded as a reflection of individual freedom, it is not entirely clear why the consensual sexual relations of persons who have reached the age of fifteen, are in a stage of sexual awareness, and possess the capacity to understand the meaning and consequences of their actions are restricted; however, it is considered that the provision was enacted in light of social concerns.

Keywords: Sexual Intercourse with a Minor Offense, Sexual Freedom, Sexual Intercourse, Complaint

ÇOCUKLARIN SUÇ ÖRGÜTÜ FAALİYETİ ÇERÇEVESİNDE İŞLENEN SUÇLARDA ARAÇ OLARAK KULLANILMASI: 7571 SAYILI KANUNLA GETİRİLEN DÜZENLEME BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME

Arş. Gör. Dr. Beyzanur YAZAR¹

¹Çukurova Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Ceza ve Ceza Muhakemesi Hukuku Anabilim Dalı,
byzyazar@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2261-5618

Özet

2025 yılında 7571 sayılı Kanun ile TCK m. 220/5'e eklenen düzenleme, örgüt faaliyeti çerçevesinde işlenen suçlarda çocukların araç olarak kullanılması halinde örgüt yöneticilerine verilecek cezanın yarısından bir katına kadar artırılmasını öngörmektedir. Bu çalışmada söz konusu değişiklik, çocuk kavramının kapsamı, ceza sorumluluğu rejimi ve dolaylı faillik kuralları ile ilişkisi bakımından değerlendirilmektedir.

Düzenleme, 18 yaşını doldurmamış tüm bireyleri kapsamakta olup TCK m. 31'de öngörülen yaş gruplandırmasını dikkate almamaktadır. Bu nedenle 12 yaşındaki bir çocuk ile 17 yaşındaki bir çocuğun örgüt faaliyeti içinde araç olarak kullanılması aynı sonuçları doğurmakta, ayrıca çocuk sayısı artırım miktarını değiştirmemektedir. Bununla birlikte "araç olarak kullanma" ifadesi, azmettirme veya müsterek faillik ile ayırım sorunlarını gündeme getirmekte ve özellikle 12-15 yaş grubu bakımından kusur yeteneği değerlendirmesini gerekli kılmaktadır.

Çalışmada ayrıca düzenlemenin TCK m. 37/2'de yer alan dolaylı faillik hükümleriyle ilişkisi incelenmekte; araç olarak kullanma kavramının genel hükümlerden farklı olarak örgüt yöneticisi bakımından geniş ve hatta bilgi şartı aranmayan bir sorumluluk doğurduğu tespit edilmektedir. Bu durum, ceza sorumluluğunun şahsiliği ilkesine ilişkin tartışmaları beraberinde getirmektedir.

Sonuç olarak, çocukların korunması ve caydırıcılık amacı meşru olmakla birlikte, mevcut düzenlemenin kapsamının aşırı geniş olduğu ve sistematik açıdan dolaylı faillik hükümleriyle çelişki taşıdığı değerlendirilmektedir. Bu nedenle benzer vakaların genel hükümler çerçevesinde, özellikle TCK m. 37 kapsamında dolaylı faillik üzerinden çözülmesinin daha tutarlı bir yaklaşım olacağı savunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çocukların Araç Olarak Kullanılması, Örgüt Yöneticisinin Ceza Sorumluluğu, Dolaylı Faillik, Ceza Sorumluluğunun Şahsiliği İlkesi

**THE USE OF CHILDREN AS INSTRUMENTS IN CRIMES COMMITTED WITHIN THE
FRAMEWORK OF ORGANIZED CRIME ACTIVITIES: AN EVALUATION IN LIGHT OF THE
REGULATION INTRODUCED BY LAW NO. 7571**

Res. Asst. Dr. Beyzanur YAZAR¹

**¹ Çukurova University, Faculty of Law, Department of Criminal Law and Criminal Procedure,
byzyazar@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2261-5618**

Abstract

In 2025, the amendment introduced by Law No. 7571 to Article 220/5 of the Turkish Penal Code provides that where children are used as instruments in crimes committed within the scope of an organised criminal activity, the penalties imposed on the organisation leaders shall be increased by one-half to onefold. This study evaluates the said amendment in terms of the scope of the concept of “child”, the criminal responsibility regime, and its relationship with the rules of indirect perpetration.

The provision applies to all individuals under the age of 18 and does not take into account the age classification set out in Article 31 of the Turkish Penal Code. Accordingly, the use of a 12-year-old child and a 17-year-old child as instruments within the scope of organised criminal activity leads to the same legal consequence, and the number of children used does not affect the degree of increase in punishment. However, the expression “*use as an instrument*” raises issues of distinction from incitement and co-perpetration, and particularly requires an assessment of criminal capacity for the 12–15 age group.

The study also examines the relationship between the provision and the rules on indirect perpetration under Article 37/2 of the Turkish Penal Code, concluding that the concept of “use as an instrument” creates a broader form of liability for organisation leaders compared to general principles, even without a requirement of knowledge. This gives rise to discussions regarding the principle of individual criminal responsibility.

In conclusion, while the aims of protecting children and ensuring deterrence are legitimate, the current regulation is considered excessively broad and systemically inconsistent with the doctrine of indirect perpetration. Therefore, it is argued that such cases should be resolved within the framework of general provisions, particularly through indirect perpetration under Article 37, as a more coherent approach.

Keywords: Use of Children as Instruments, Criminal Liability of Organisation Leaders, Indirect Perpetration, Principle of Individual Criminal Responsibility

**DIYABET OLUŞTURULAN FARELERİN BEYİN VE BEYİNCİK DOKUSUNDA İNOS'UN
İMMUHİSTOKİMYASAL LOKALİZASYONU****Dr. Öğr. Üyesi Serap İLHAN AKSU****Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı,
serapilhan01@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3100-498X>****Özet**

Diyabetes Mellitus (DM), pankreasın yeterli düzeyde insülin üretememesi ya da üretilen insülinin etkili bir şekilde kullanılamaması sonucu gelişen ve ömür boyu devam eden kronik bir metabolik hastalıktır. İndüklenebilir nitrik oksit sentaz (iNOS), L- arginin'den nitrik oksit (NO) üretimini katalize eden nitrik oksit sentaz (NOS) ailesinden bir enzimdir. iNOS, makrofajlar gibi immun yanıtta sorumlu olan hücreler başta olmak üzere pek çok hücrede sentezlenir. Bu çalışmada normal şartlar altında sağlıklı dokularda bulunmayan iNOS'un diyabetik beyin ve beyincik dokusunda immunohistokimyasal lokalizasyonunun incelenmesi amaçlandı. Çalışmada kontrol (n:5) ve diyabetik (n:5) olmak üzere iki grup oluşturuldu. Diyabet oluşturulması için 100 mg/kg STZ intraperitoneal (IP) yolla uygulandı. Kan glikoz düzeyi 200 mg/dl'nin üzerinde olan fareler diyabetli olarak kabul edildi. Beyin ve beyincik dokularından alınan kesitlere iNOS immunolokalizasyonu belirlemek amacıyla immunohistokimyasal yöntem olan Avidin-Biotin-Peroksidaz Kompleks (ABC) metodu uygulandı. Kontrol ve diyabetik gruplarda bulunan farelerin beyin ve beyincik dokularının normal histolojik yapıda olduğu görüldü. iNOS immunoreaktivitesinin kontrol grubu beyin dokusunda pleksus koroideus ve beyin boşluklarında bulunan ependim hücrelerinde oldukça az olduğu görüldü. Beyincik dokusunda ise kontrol grubunda substansiya alba katmanında az yoğunlukta immunoreaktivite olduğu belirlendi. Diyabetik ratların beyin dokusunda pleksus koroyideuslarda ve ependim hücrelerinde kontrol grubuna göre oldukça yoğun bir iNOS immunoreaktivitesi tespit edildi. Beyincik dokusunda ise yine kontrol grubuna oranla substansiya alba katmanında iNOS immunoreaktivitesinin çok yoğun olduğu görüldü. Patolojik durumlarda iNOS tarafından üretilen NO, makrofajlar tarafından patojenlerin öldürülmesi için gereklidir. Yapılan bu çalışmada diyabetik farelerin beyin ve beyincik dokularında iNOS immunoreaktivitesi belirlenmiştir. Bu da göstermektedir ki diyabetes mellitus beyin ve beyincik dokularında patojenik bir duruma sebep olmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmanın ileride yapılacak olan çalışmalara referans olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyabetes Mellitus, Fare, İmmunohistokimya, iNOS

**IMMUNOHISTOCHEMICAL LOCALIZATION OF iNOS IN CEREBRUM AND CEREBELLUM
TISSUE OF DIABETIC MICE****Asst. Prof. Dr. Serap İLHAN AKSU****Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology,
serapilhan01@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3100-498X>****Abstract**

Diabetes Mellitus (DM) is a lifelong chronic metabolic disease that develops as a result of the inability of the pancreas to produce sufficient levels of insulin or to use insulin effectively. Inducible nitric oxide synthase (iNOS) is an enzyme of the nitric oxide synthase (NOS) family that catalyzes the production of nitric oxide (NO) from l-arginine. iNOS is synthesized in many cells, especially cells responsible for immune response such as macrophages. The aim of this study was to investigate the immunohistochemical localization of iNOS in diabetic cerebrum and cerebellum tissue, which is not found in healthy tissues under normal conditions. Two groups were formed as control (n:5) and diabetic (n:5). To induce diabetes, 100 mg/kg STZ was administered intraperitoneally. Mice with blood glucose levels above 200 mg/dl were considered diabetic. Avidin-Biotin-Peroxidase-Peroxidase Complex (ABC) immunohistochemical method was applied to the sections taken from cerebrum and cerebellum tissues to determine iNOS immunolocalization. Cerebrum and cerebellum tissues of mice in control and diabetic groups were found to have normal histologic structure. iNOS immunoreactivity was found to be very low in the plexus choroidyus and ependymal cells in the cerebrum cavities in the control group. In the cerebellum tissue, immunoreactivity was less intense in the substansia alba layer in the control group. In the cerebrum tissue of diabetic rats, a very intense iNOS immunoreactivity was detected in the plexus chorioideus and ependymal cells compared to the control group. In the cerebellum tissue, iNOS immunoreactivity was very intense in the substansiya alba layer compared to the control group. In pathological conditions, NO produced by iNOS is required for the killing of pathogens by macrophages. In this study, iNOS immunoreactivity was determined in the cerebrum and cerebellum tissues of diabetic mice. This shows that diabetes mellitus causes a pathogenic condition in cerebrum and cerebellum tissues. As a result, it is thought that this study can be used as a reference for future studies.

Keywords: Diabetes Mellitus, immunohistochemistry, iNOS, mice

PUHU (BUBO BUBO) DALAK DOKUSUNUN HİSTOKİMYASAL YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Research Assistant Rumeysa Nur ASLAN^{1a} Prof. Dr. Serap KORAL TAŞÇI^{1b} Asst. Prof. Dr. Serap İLHAN AKSU^{1c} / Asst. Prof. Dr. Dilem Gülece ERMUTLU^{1d} / Asst. Prof. Dr. Burak BÜYÜKBAKI² / Prof. Dr. Turgay DEPREM^{1e} / Prof. Dr. Şahin ASLAN^{1f}

¹Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, Kars, Turkey

²Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Wildlife and Ecology, Kars, Turkey

ORCID's: ^a rnkaratas@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6595-1999>, ^b: serapkoralt@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8025-7137>, ^c: serapilhan01@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3100-498X>

^d: dilemermutlu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6417-2133>,

²: burakbuyukbaki@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4770-8220>, ^e: histo0609@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5523-8150> ^f: sahinaslan0644@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4565-9832>

ÖZET

Kanatlı hayvanlarda dalak, proventrikulus ile ventrikulusun birleşim bölgesinde lokalize olan, genellikle yuvarlak şekilli ve bağ dokudan oluşan bir kapsül ile çevrili sekonder lenfoid bir organdır. Puhularda lenf düğümlerinin bulunmaması nedeniyle, dalak bağışıklık sisteminin temel bileşenlerinden biri olarak önemli fonksiyonlar üstlenmektedir. Bu organ; kanın filtrasyonu, yaşlı eritrositlerin eliminasyonu ve lenfosit üretimi gibi hayati görevlerde rol almaktadır. Memelilerde belirgin şekilde ayırt edilebilen beyaz pulpa alanları, kanatlılarda daha az belirgin olup, merkezi arter çevresinde yoğunlaşan lenfoid hücre toplulukları şeklinde gözlenmektedir. Bu çalışmada, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yaban Hayatı Koruma, Kurtarma, Rehabilitasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne çeşitli travmatik nedenlerle getirilen, ancak tedavi edilemeyen ve klinik değerlendirmeler sonucunda ötenazi uygulanan bireylerden elde edilen sağlıklı dalak dokuları incelenmiştir. Örnekler herhangi bir cinsiyet ayrımı veya gruplandırma yapılmaksızın diseke edilerek alınmış ve %10'luk formaldehit solüsyonunda tespit edilmiştir. Ardından dokular rutin histolojik doku takip işlemlerinden geçirilerek parafine bloklanmış, her bloktan krom alüm jelatin kaplı lamlara 5 µm kalınlığında kesitler alınmıştır. Kesitler, genel histolojik yapının değerlendirilmesi amacıyla Crossmon'un üçlü boyama yöntemi ile glikojen varlığının belirlenmesi amacıyla ise Periyodik Asit-Schiff (PAS) boyama yöntemi ile boyanmıştır. Histolojik incelemeler sonucunda, dalağın fibröz bağ dokudan oluşan, düz kas hücreleri ve kollajen lifler içeren kalın bir kapsül ile çevrelendiği belirlenmiştir. Kapsülün, parankim içerisine büyük arter ve venleri taşıyan trabeküller gönderdiği gözlenmiştir. Parankimde beyaz pulpa ve kırmızı pulpa bölgelerinin homojen bir dağılım sergilediği tespit edilmiştir. Beyaz pulpa alanlarının, memelilerden farklı olarak belirgin lenf folikülleri oluşturmadığı ve bu bölgelerde germinal merkezlerin seçilemediği görülmüştür. Ayrıca arteria centralis ve penicillar arteriollerin lokalize olduğu bölgeler beyaz pulpa olarak değerlendirilmiştir. Yapılan PAS boyamasında ise kapsülde, trabeküllerde ve damar çevresinde pozitif reaksiyon tespit edildi. Sonuç olarak, bu çalışma ile Puhu (*Bubo bubo*) dalağının genel histolojik ve histokimyasal özellikleri ortaya konulmuş; elde edilen bulguların diğer kanatlı türleri ile karşılaştırmalı değerlendirmelere katkı sağlayacağı ve literatürdeki mevcut bilgi birikimini destekleyeceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dalak, Bubo bubo, Histoloji, Histokimya

PUHU (BUBO BUBO) DALAK DOKUSUNUN HİSTOKİMYASAL YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Research Assistant Rumeysa Nur ASLAN^{1a} Prof. Dr. Serap KORAL TAŞÇI^{1b} Asst. Prof. Dr. Serap İLHAN AKSU^{1c} / Asst. Prof. Dr. Dilem Gülece ERMUTLU^{1d} / Asst. Prof. Dr. Burak BÜYÜKBAKİ² / Prof. Dr. Turgay DEPREM^{1e} / Prof. Dr. Şahin ASLAN^{1f}

¹Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, Kars, Turkey

²Kafkas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Wildlife and Ecology, Kars, Turkey

ORCID's: ^a rnkaratas@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6595-1999>, ^b: serapkoral@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8025-7137>, ^c: serapilhan01@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3100-498X>

^d: dilemermutlu@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6417-2133>,

²: burakbuyukbaki@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4770-8220>, ^e: histo0609@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5523-8150> ^f: sahinaslan0644@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4565-9832>

ABSTRACT

In birds, the spleen is a secondary lymphoid organ located at the junction of the proventriculus and the ventriculus; it is generally round in shape and enclosed in a capsule composed of connective tissue. Because there are no lymph nodes in the Bubo bubo, the spleen plays a crucial role as one of the key components of the immune system. This organ plays a role in vital functions such as blood filtration, the elimination of old red blood cells, and lymphocyte production. While distinct white pulp areas are clearly distinguishable in mammals, they are less evidenced in birds and are observed as clusters of lymphoid cells concentrated around the central artery. In this study, spleen tissues obtained from animals brought to the Wildlife Conservation, Rescue, Rehabilitation, Application, and Research Center at the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, due to various traumatic causes, but which could not be treated and were euthanized following clinical evaluations, were examined. The samples were dissected without any gender-based differentiation or grouping and fixed in a 10% formaldehyde solution. The tissues were then processed through routine histological procedures, embedded in paraffin, and 5-µm-thick sections were cut from each block onto chromalum-gelatin-coated slides. The sections were stained using Crossmon's triple staining method to assess the overall histological structure and using Periodic Acid-Schiff (PAS) staining to detect the presence of glycogen. Histological examinations revealed that the spleen is composed of fibrous connective tissue and is surrounded by a thick capsule containing smooth muscle cells and collagen fibers. It has been observed that the capsule sends trabeculae carrying large arteries and veins into the parenchyma. It was observed that the parenchyma exhibits a homogeneous distribution of white pulp and red pulp regions. It was noted that, unlike in mammals, the white pulp areas do not form distinct lymphoid follicles, and germinal centers could not be identified in these regions. In addition, the areas where the central artery and penicillar arterioles are located have been classified as white pulp. In the PAS staining performed, positive reactions were detected in the capsule, trabeculae, and around the blood vessels. In conclusion, this study has revealed the general histological and histochemical characteristics of the Puhu (Bubo bubo) spleen; it is believed that the findings will contribute to comparative evaluations with other avian species and support the existing body of knowledge in the literature.

Keywords: Bubo bubo, Histology, Histochemical, Spleen,

**PAYDAŞ OLARAK HAYVAN TEMSİLİNİN BİR HALKLA İLİŞKİLER ARACINA DÖNÜŞMESİ
ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME****Öğr. Gör. Dr. Mine BAŞTA****HBV Üniversitesi, İletişim (Halkla İlişkiler ve Tanıtım), mine.basta@hbv.edu.tr, ORCID NO:0000-0003-2058-6048****Özet**

İlk olarak 1963 yılında ortaya atılan ve daha çok kurum, kuruluş, organizasyonların amaçlarını başarmalarında etkili olabilecek ve/veya etkilenebilecek bireyler, gruplar olarak tanımlanan “paydaş” kavramı, günümüz koşulları göz önüne alındığında farklı bir ivme kazanması gerektiği görüşü değerlendirilebilir. Eleştirel hayvan çalışmaları ve eleştirel halkla ilişkiler kavramları, yapıları itibarıyla hayvanları olağan olarak ele alınışından farklı bir biçimde değerlendirerek konumlandırmaktadır.

Günümüzde insan olmayan hayvanların sosyal ve bilişsel dünyasının düşünülenden çok daha zengin ve karmaşık olduğu çeşitli türler üzerinde yapılan bilimsel çalışmalarla ortaya çıkmıştır ve halen de çıkmaya devam etmektedir. Bilimin işaret ettiği ve adeta çığır açan pek çok gelişme insanoğlunu, hayvanları doğrudan paydaş olarak ele alma zorunluluğuna götürmektedir. Eleştirel hayvan çalışmaları, hayvan hakları savunuculuğu gibi alanlar bugün artık üzerinde durulması zorunlu olan alanlar haline gelmiştir.

Küresel dönüşümler ve krizler, ekolojik sistem riskleri, iklim krizleri gibi pek çok etmen, bugün hayvanların bulundukları konumdan farklı bir konumda değerlendirilmeleri gerektiğinin altını çiziyor. Hayvanların paydaş olarak kabul edilmesi temelinde bir halkla ilişkiler aracına dönüşmesi savından hareketle ortaya çıkan çalışma ile; hayvanlar farklı bir bakış açısı ile ele alınıyor. Bu temelde geliştirilecek çeşitli halkla ilişkiler stratejileri ve taktikleri ile; konuyla ilgili insanmerkezci politikaların hayvanlar lehine iyileştirilmesine ve politika değişikliklerinin gerçekleşmesine katkıda bulunulabileceği öngörülüyor.

Anahtar Kelimeler: paydaş, hayvan, halkla ilişkiler.

**AN EVALUATION OF HOW ANIMAL REPRESENTATION AS STAKEHOLDERS HAS
TRANSFORMED INTO A PUBLIC RELATIONS TOOL****Lecturer Dr. Mine BAŞTA****HBV Üniversitesi, İletişim (Halkla İlişkiler ve Tanıtım), mine.basta@hbv.edu.tr, ORCID NO:0000-0003-2058-6048****Abstract**

The concept of “stakeholder,” first introduced in 1963 and generally defined as individuals or groups who can influence and/or be influenced by the achievement of the goals of institutions, organizations, and establishments, may be considered to need a different impetus given today's conditions. The concepts of critical animal studies and critical public relations, by their very nature, position animals in a way that differs from their usual treatment.

Today, scientific studies conducted on various species have revealed, and continue to reveal, that the social and cognitive worlds of non-human animals are far richer and more complex than previously thought. Many groundbreaking developments indicated by science are leading humankind to consider animals as direct stakeholders. Fields such as critical animal studies and animal rights advocacy have now become areas that absolutely require attention.

Global transformations and crises, ecological system risks, and climate crises are just some of the factors that underscore the need to consider animals from a different perspective than they currently are. This study, which stems from the argument that animals can become a public relations tool by being considered as stakeholders, examines animals from a different perspective. It is envisioned that various public relations strategies and tactics developed on this basis can contribute to improving anthropocentric policies in favor of animals and bringing about policy changes.

Keywords: stakeholder, animal, public relations.

**ÜLKE İMAJINI GÜÇLENDİREN BİR İLETİŞİM ARACI OLARAK ARAMA KURTARMA
KÖPEKLERİ****Öğr. Gör. Dr. Mine BAŞTA****HBV Üniversitesi, İletişim (Halkla İlişkiler ve Tanıtım), mine.basta@hbv.edu.tr, ORCID NO:0000-0003-2058-6048****Özet**

İmaj kavramı, bugün bireylerin, kurum ve kuruluşların olduğu kadar ülkelerin de geliştirmesi gereken elzem hususların başında gelir. Kişisel imajın olduğu kadar ülke boyutundaki imajın önemi günden güne artmaktadır. Değişen dünya koşulları, pek çok parametre ile açıklanabilecek olan ülke imajına yeni yaklaşım biçimleri geliştirerek eklemlemeyi şart koşturmaktadır. Ülke coğrafyası, jeopolitik konum, inanç, dil, ırk, sosyo-ekonomik ve siyasi yapı, tarihi, kültürü, sanatsal yapısı, dış politika, spor başarıları, bilgi ve deneyimler, sanayinin durumu, üretim unsurları gibi pek çok faktörün ülke imajını etkilediği bilinmektedir. Ülke imajı ülkenin dış politikadaki konumuna, saygınlığına ve nasıl bir izlenim elde edildiğine doğrudan etki eder. Ülkeler arası sağlıklı iletişim gerçekleştirerek, sempati ve destek kazanımı elde etmede imaj yönetiminin payı yadsınamaz.

Arama kurtarma köpekleri; enkaz, çığ, orman, su gibi zorlu alanlarda deprem, kaybolma ya da doğal afet durumlarında yüksek becerileri sayesinde pek çok insanın yapamayacağı işleri yapmakta ve elde edemeyeceği başarılarla imza atmaktadırlar. Özellikle deprem gibi doğal felaketlerde kullanılan arama kurtarma köpekleri enkaz altına girerek hem çok sayıda insan yaşamı kurtarıp can kaybının önüne geçmekte, hem ülkeler arası iş birliği, yardım ve dayanışma sağlayarak iletişimi güçlendirmekte hem de ülke imajına pozitif yönde önemli katkılar sunmaktadır. Çalışmada, ülke imajına doğrudan katkı sunan arama kurtarma köpeklerinin bir iletişim aracı olarak incelenip değerlendirilmesi yanında, literatürde bu alanda mevcut olan boşluğun da doldurulması amaçlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: imaj, ülke imajı, arama kurtarma köpekleri, iletişim.

SEARCH AND RESCUE DOGS AS A COMMUNICATION TOOL THAT STRENGTHENS A COUNTRY'S IMAGE**Lecturer Dr. Mine BAŞTA****HBV Üniversitesi, İletişim (Halkla İlişkiler ve Tanıtım), mine.basta@hbv.edu.tr, ORCID NO:0000-0003-2058-6048****Abstract**

The concept of image is one of the most essential aspects that individuals, institutions, organizations, and even countries need to develop today. Personal image, as well as national image, is becoming increasingly important. Changing global conditions necessitate developing and integrating new approaches to understanding a country's image, which can be explained by numerous parameters. It is known that many factors influence a country's image, including its geography, geopolitical location, beliefs, language, race, socio-economic and political structure, history, culture, artistic structure, foreign policy, sporting achievements, knowledge and experience, the state of its industry, and factors of production. A country's image directly influences its position in foreign policy, its prestige, and the impression it makes. Image management plays an undeniable role in fostering healthy communication between countries and gaining sympathy and support.

Search and rescue dogs, thanks to their high skills in challenging areas such as rubble, avalanches, forests, and water, perform tasks that many people cannot and achieve successes that many cannot in earthquake, missing person, or natural disaster situations. Search and rescue dogs, especially used in natural disasters such as earthquakes, enter the rubble, saving many lives and preventing loss of life, while also strengthening communication by providing cooperation, aid and solidarity between countries, and making significant positive contributions to the country's image. This study aims to examine and evaluate search and rescue dogs as a communication tool that directly contributes to a country's image, as well as to fill the existing gap in the literature in this field.

Keywords: image, country image, search and rescue dogs, communication.

**TARIM ATIKLARININ FONKSİYONEL MALZEMELERE SÜRDÜRÜLEBİLİR DÖNÜŞÜMÜ:
MISIR KABUĞUNUN ÇOK DİSİPLİNLİ KARAKTERİZASYONU VE ADSORPSİYON
PERFORMANSI****Dr. Öğretim Üyesi Muhammed ONAY****Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,****Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü, muhammed.onay@ozal.edu.tr,****ORCID 0000-0002-4276-0425****Özet**

Suda biriken ağır metal kirliliği, çevre ve insan sağlığı için kritik bir tehdit oluşturmakta ve geleneksel arıtma yöntemlerinin yüksek maliyetleri sürdürülebilir çözümler gerektirmektedir. Bu noktada adsorpsiyon yöntemi; uygulama kolaylığı, yüksek verimliliği ve adsorbanın geri kazanılabilir olması nedeniyle diğer teknikler arasında öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, tarımsal bir atık olan mısır kabuğunun, kurşun (Pb II) ve bakır (Cu II) iyonlarını giderme kapasitesi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Malzemenin fizikokimyasal yapısı SEM, XRD ve FT-IR analizleri ile karakterize edilmiştir. SEM görüntüleri pürüzlü ve gözenekli bir yüzey yapısını doğrulamıştır. XRD sonuçlarına göre mısır kabuğunun karakteristik Selüloz I yapısında olduğu ve kristal yapıların varlığı belirlenmiştir. FT-IR spektrumu, metalleri tutabilen yoğun hidroksil (3326 cm^{-1}) ve karbonil (1653 cm^{-1}) gruplarının varlığını ortaya koymuştur. Kesikli (batch) adsorpsiyon deneylerinde 2 g/L adsorbent dozu ve pH 5.5'te, mısır kabuğunun kurşun iyonlarını %88.5 verimle (22.12 mg/g kapasite) ve bakır iyonlarını ise %74.2 verimle giderdiği saptanmıştır. Giderim sürecinin hızını ve mekanizmasını anlamak için deneysel veriler Yalancı Birinci Derece ve Yalancı İkinci Derece kinetik modellere uygulanmıştır. Bulgular, adsorpsiyon sürecinin Yalancı İkinci Derece kinetik modeline ($R^2 > 0.99$) büyük oranda uyum sağladığını ve metal iyonlarının mısır kabuğu yüzeyindeki aktif bölgelerle kimyasal olarak bağlandığını göstermiştir. Bu bulgular, mısır kabuğunun düşük maliyetli, çevre dostu ve verimli bir biyo-adsorban olarak sürdürülebilir atık su arıtımında büyük bir potansiyele sahip olduğunu kanıtlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mısır kabuğu, Ağır metal, Adsorpsiyon kinetiği, Karakterizasyon, Yalancı İkinci Derece model.

SUSTAINABLE TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL WASTE INTO FUNCTIONAL MATERIALS: MULTIDISCIPLINARY CHARACTERIZATION AND ADSORPTION PERFORMANCE OF CORN HUSK**Assistant Professor Dr. Muhammed ONAY****Malatya Turgut Özal University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,****Department of Engineering Basic Sciences, muhammed.onay@ozal.edu.tr,****ORCID 0000-0002-4276-0425****Abstract**

Heavy metal pollution accumulating in water poses a critical threat to the environment and human health, and the high costs of traditional treatment methods necessitate sustainable solutions. At this point, the adsorption method stands out among other techniques due to its ease of application, high efficiency, and the recoverability of the adsorbent. In this study, the capacity of corn husk, an agricultural waste, to remove lead (Pb II) and copper (Cu II) ions was comprehensively investigated. The physicochemical structure of the material was characterized by SEM, XRD, and FT-IR analyses. SEM images confirmed a rough and porous surface structure. According to the XRD results, the corn husk has a characteristic Cellulose I structure and the presence of crystalline structures has been determined. The FT-IR spectrum revealed the presence of dense hydroxyl (3326 cm^{-1}) and carbonyl (1653 cm^{-1}) groups capable of retaining metals. In batch adsorption experiments, at an adsorbent dose of 2 g/L and pH 5.5, corn husk was found to remove lead ions with 88.5% efficiency (22.12 mg/g capacity) and copper ions with 74.2% efficiency. To understand the speed and mechanism of the removal process, experimental data were applied to pseudo-first-order and pseudo-second-order kinetic models. The findings showed that the adsorption process largely fit the pseudo-second-order kinetic model ($R^2 > 0.99$) and that metal ions chemically bind to the active sites on the corn husk surface. These findings demonstrate that corn husk has great potential in sustainable wastewater treatment as a low-cost, environmentally friendly, and efficient bio-adsorbent.

Keywords: Corn husk, Heavy metal, Adsorption kinetics, Characterization, Pseudo second order model.

1. GİRİŞ

Hızlı endüstriyelleşme, kontrolsüz madencilik faaliyetleri ve kentsel atıkların yönetilememesi, dünya genelinde su kaynaklarının ağır metallerle kirlenmesine yol açan en kritik çevresel sorunlardan biri haline gelmiştir (Santos vd., 2025). Ağır metaller, biyolojik olarak parçalanamayan ve besin zinciri yoluyla canlı bünyesinde biriken (biyoakümülyasyon) maddeler oldukları için ekosistem üzerinde kalıcı hasarlar bırakmaktadır. Özellikle kurşun (Pb II) ve bakır (Cu II) gibi iyonlar, içme suyu sistemlerine karıştığında sinir sistemi bozuklukları, böbrek yetmezliği ve karaciğer hasarı gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır (Tu Nguyen vd., 2022). Bu nedenle, sanayi atık sularının deşarj edilmeden önce bu toksik metallerden arındırılması yasal bir zorunluluktur.

Geleneksel su arıtma yöntemleri arasında kimyasal çöktürme, iyon değişimi, membran filtrasyonu ve elektrokoagülasyon gibi teknikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin çoğu yüksek işletme maliyetleri, enerji yoğun süreçler ve temizlenmesi zor ikincil atık çamur üretimi gibi dezavantajlara sahiptir (Zimmerman vd., 2021). Son yıllarda "Yeşil Kimya" prensipleri çerçevesinde, düşük maliyetli, yenilenebilir ve çevreye zarar vermeyen alternatif temizleme yöntemlerine olan ilgi artmıştır. Bu noktada adsorpsiyon yöntemi; uygulama kolaylığı, yüksek verimliliği ve adsorbanın geri kazanılabilir olması nedeniyle diğer teknikler arasında öne çıkmaktadır (Al-Ghouti & Da'ana, 2020).

Adsorpsiyon işlemlerinde en yaygın kullanılan malzeme aktif karbon olsa da, üretim maliyetinin yüksek olması araştırmacıları tarımsal atıklara yönelmiştir. Tarımsal yan ürünler, özellikle de mısır kabuğu, dünya genelinde her yıl milyonlarca ton üretilen ve genellikle tarlalarda yakılarak imha edilen atıklardır. Literatürde mısır kabuğunun yüksek selüloz ve hemiselüloz içeriğine sahip olduğu, bu yapının ise yüzeyde çok sayıda aktif fonksiyonel grup (özellikle -OH ve -COOH) barındırdığı bilinmektedir (Venkatesan vd., 2024). Bu fonksiyonel gruplar, metal iyonlarını yüzeye çekmek için birer "bağlayıcı bölge" (binding site) görevi görmektedir (Panchal vd., 2023).

Ancak mısır kabuğunun arıtma potansiyeli, sadece kimyasal yapısıyla değil, aynı zamanda fiziksel gözenekliliği ve kristal yapısıyla da doğrudan ilişkilidir. Mevcut çalışmaların birçoğu sadece giderim yüzdesine odaklanırken, malzemenin karakterizasyon özellikleri ile adsorpsiyon hızı (kinetiği) arasındaki mekanizmanın tam olarak açıklanması hala güncel bir araştırma konusudur (Yan vd., 2020). Bu çalışmanın temel amacı, ham mısır kabuğunun fizikokimyasal özelliklerini SEM, XRD ve FT-IR teknikleriyle detaylı bir şekilde karakterize etmek ve bu özelliklerin Pb(II) ve Cu(II) iyonlarının giderim hızı üzerindeki etkisini incelemektir. Elde edilen bulgular, bu atığın sudaki kirlilikle mücadelede sürdürülebilir bir biomateryal olarak kullanımına dair somut veriler sunacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Adsorbentin Hazırlanması

Malatya ili Doğanşehir ilçesi yerel tarım alanlarından mısır kabuğu örnekleri temin edilmiştir. Safsızlıkları gidermek için biyokütle, deiyonize su ile tekrar tekrar yıkanmıştır ve 80°C'de 24 saat boyunca fırında kurutulmuştur. Bu örnekler, düzgün yüzey alanı ve kolay filtrasyon sağlayabilmek için 0,25–0,50 mm partikül boyut aralığına kadar öğütülerek elendikten sonra deneysel çalışmalarda kullanılmıştır.

2.2. Karakterizasyon Tekniği

Yüzey topografisi 20,00 kV'de SEM ile incelenmiştir. Kristalinite ve faz bileşimi, 5° - 80° aralığında 2θ aralığında XRD kullanılarak belirlenmiştir. Fonksiyonel gruplar, 4000-650 cm⁻¹ aralığında ATR modunda FT-IR spektroskopisi kullanılarak tanımlanmıştır.

2.3. Adsorpsiyon Deneyleri

Adsorpsiyon denemeleri, 100 mL'lik erlenmayerlerde, 2 g/L adsorban dozu kullanılarak kesikli (batch) sistemde gerçekleştirilmiştir. Başlangıç metal konsantrasyonu 50 mg/L, denge pH'ı 5.5 olarak sabitlenmiştir. Karıştırma işlemi termostatik çalkalayıcıda 150 rpm hızla 120 dakika boyunca sürdürülmüştür.

Mısır kabuğunun (MK) ağır metal giderim ilişkisini belirlemek için adsorpsiyon kapasitesi (q_e) ve giderim verimi (R%) aşağıdaki 1 ve 2 numaralı eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır:

$$q_e = \frac{C_0 - C_e}{W} \times V \quad (1)$$

$$R(\%) = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100 \quad (2)$$

Yukardaki eşitliklerde:

C_0 : Başlangıç metal konsantrasyonu (mg/L)

C_e : Dengedeki metal konsantrasyonu (mg/L)

V : Çözelti hacmi (L)

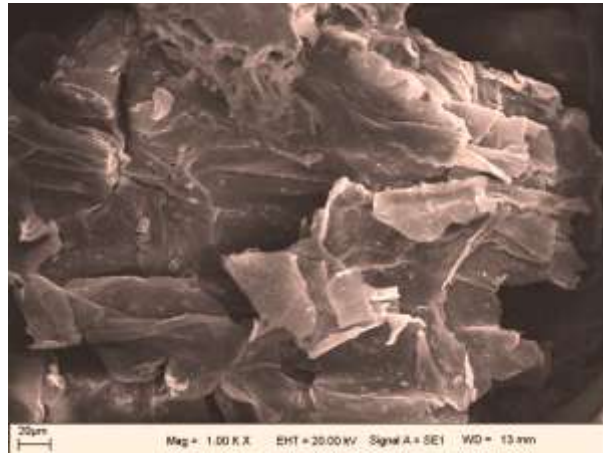
W : Kullanılan adsorban miktarı (g)

3. BULGULAR

Çalışmanıza ilişkin bulguları bu kısma yazınız. Eğer çalışmanızda tablo ve şekil kullanacaksanız aşağıda verilen örneklere göre düzenleyiniz.

3.1. Morfolojik ve Yapısal Değerlendirme (SEM ve XRD)

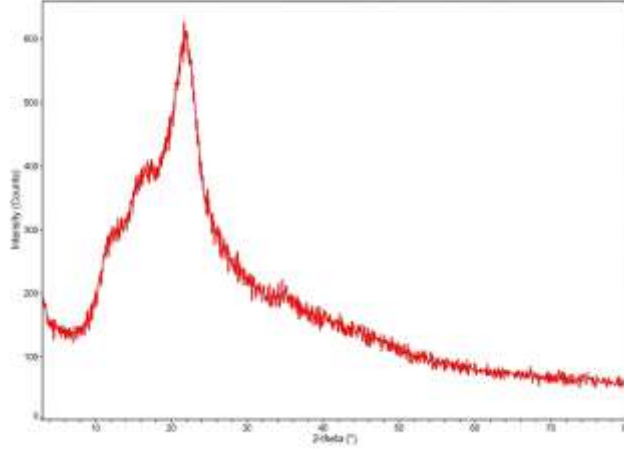
SEM analizinden elde edilen mikrograflar (**Şekil 1**), mısır kabuğunun homojen olmayan, oldukça pürüzlü ve lifli bir yüzey mimarisine sahip olduğunu göstermektedir. Yüzeyde gözlenen bu girintili çıkıntılı yapı ve mikro ölçekli boşluklar, metal iyonlarının fiziksel olarak tutunabileceği (pore-filling) geniş bir efektif alan sunmaktadır. Literatürde bu tür biyokütlelerin yüzey pürüzlülüğünün, adsorpsiyon kapasitesini artıran temel bir fiziksel faktör olduğu belirtilmektedir (Yan vd., 2020).



Şekil 1 Mısır kabuğu yüzeyinin taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri.

Bu fiziksel yapının sağlamlığı XRD paternleri (**Şekil 2**) ile desteklenmiştir. $2\theta = 22.1^\circ$ civarında gözlenen belirgin pik, mısır kabuğunun karakteristik Selüloz I yapısında olduğunu kanıtlamaktadır. Kristal yapının

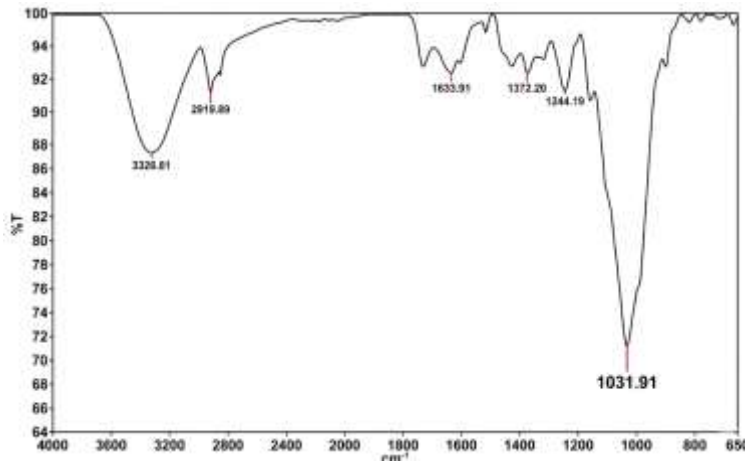
varlığı, malzemenin sulu çözeltilerde şişme veya çözünme yapmadan mekanik bütünlüğünü korumasını sağlar. Bu durum, mısır kabuğunun endüstriyel atık su filtrelerinde dayanıklı bir biyolojik bariyer olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Foroushani vd., 2025).



Şekil 2 Mısır kabuğunun kristal yapısını ve selülozik iskeletini gösteren X-ışını kırınım (XRD) deseni.

3.2. Yüzey Kimyası ve Bağlanma Mekanizmaları (FT-IR)

Adsorpsiyonun sadece fiziksel değil, aynı zamanda kimyasal bir süreç olduğunu anlamak için FT-IR spektrumu (Şekil 3) incelenmiştir. 3326 cm^{-1} bandındaki genişleme, lignoselülozik yapıdaki hidroksil (-OH) gruplarının yoğunluğunu işaret eder. 1653 cm^{-1} bandındaki pik ise karbonil (C=O) gruplarının varlığını doğrular. Deney sonrasında bu piklerin şiddetindeki değişimler, metal iyonlarının bu oksijen zengini gruplarla şelasyon (chelation) yaparak yüzeye bağlandığını düşündürmektedir (Panchal vd. 2023). Bu bulgular, mısır kabuğunun yüzeyinin adeta bir "kimyasal mıknatıs" gibi çalışarak kurşun ve bakır iyonlarını yakaladığını kanıtlamaktadır.



Şekil 3 Mısır kabuğu yüzeyindeki aktif fonksiyonel grupların (-OH, C=O) belirlendiği FT-IR spektrumu.

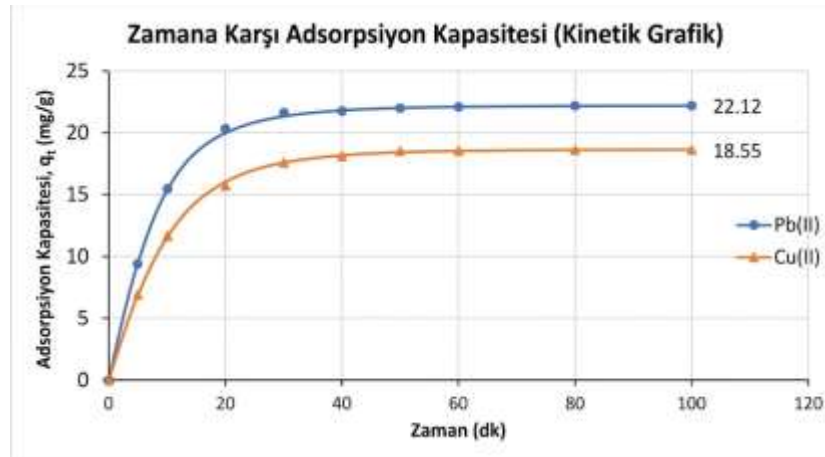
3.3. Adsorpsiyon Performansı ve Kinetik Modelleme

Yapılan deneyler sonucunda, mısır kabuğunun Kurşun (Pb II) iyonlarına karşı Bakır (Cu II) iyonlarına göre daha yüksek bir ilgi (affinite) gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 1). Kurşun için elde edilen %88.5'lik giderim oranı, Kurşunun iyonik yarıçapının daha büyük olması ve yüzeydeki aktif bölgelere daha kolay uyum sağlamasıyla açıklanabilir (Tu Nguyen vd. 2022).

Tablo 1. Mısır kabuğunun Kurşun (Pb II) ve Bakır (Cu II) iyonları için adsorpsiyon kapasitesi ve giderim verimleri ($C_0 = 50$ mg/L, Adsorban dozu = 2 g/L, pH = 5.5) ve literatürden kadmiyum ile karşılaştırılması.

Kirletici Metal	Başlangıç Kons. (mg/L)	Giderim Verimi (%)	Adsorpsiyon Kapasitesi (qe, mg/g)
Kurşun(Pb ²⁺)	50	88.5	22.12
Bakır(Cu ²⁺)	50	74.2	18.55
Kadmiyum(Cd ²⁺) (Zimmerman vd., 2021)	50	62.0	15.50

Adsorpsiyonun zamana karşı değişimi (Şekil 4) incelendiğinde, sürecin ilk 30 dakikasında çok hızlı bir tutunma gerçekleştiği, 60. dakikadan itibaren ise dengelenmeye başladığı görülmüştür. Deneysel verilerin Yalancı İkinci Derece (Pseudo Second Order) kinetik modeline yüksek korelasyonla ($R^2 > 0.99$) uyması, sürecin hız sınırlayıcı basamağının "kemisorpsiyon" (kimyasal adsorpsiyon) olduğunu göstermektedir. Yani metaller, mısır kabuğu yüzeyindeki fonksiyonel gruplarla sadece temas etmekle kalmıyor, onlarla güçlü kimyasal bağlar kuruyor (Wang & Guo, 2023). Bu hızlı kinetik yapı, mısır kabuğunun acil su arıtma senaryolarında dahi etkili bir çözüm sunabileceğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4 Pb(II) ve Cu(II) adsorpsiyonunun zamana karşı değişimi ve Yalancı İkinci Derece kinetik model uyumu.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, tarımsal bir atık olan mısır kabuğunun, sudaki toksik ağır metallerin (Pb II ve Cu II) gideriminde yüksek performanslı, düşük maliyetli ve çevre dostu bir biyo-adsorban olarak kullanılabileceğini açıkça ortaya koymuştur. Yapılan kapsamlı karakterizasyon ve adsorpsiyon testleri sonucunda şu temel bulgulara ulaşılmıştır:

Yapısal Analiz: SEM ve XRD verileri, mısır kabuğunun hem fiziksel olarak gözenekli bir yüzeye hem de sulu çözeltelerde yapısal bütünlüğünü koruyan sağlam bir selülozik iskelete sahip olduğunu kanıtlamıştır.

Kimyasal Etki: FT-IR analizleri, yüzeydeki hidroksil (-OH) ve karbonil (C=O) gruplarının metal iyonlarını yakalayan ana "aktif bölgeler" olduğunu göstermiştir.

Yüksek Verim: Tek basamaklı bir adsorpsiyon işlemiyle, kurşun iyonlarının %88.5'i, bakır iyonlarının ise %74.2'si sudan başarıyla uzaklaştırılmıştır. Kurşun için elde edilen **22.12 mg/g** kapasite, bu atığın endüstriyel potansiyelini doğrulamaktadır.

Hızlı Kinetik: Adsorpsiyon sürecinin **Yalancı İkinci Derece** modeline uyması, sürecin hızlı gerçekleştiğini ve metallerin yüzeye güçlü kimyasal bağlarla tutunduğunu ispatlamıştır. Özellikle ilk 30-60 dakikadaki yüksek giderim hızı, pratik uygulamalar için büyük avantaj sağlamaktadır.

Sonuç olarak, mısır kabuğu sadece bir "atık" değil, su kirliliğiyle mücadelede kullanılabilecek değerli bir "hammadde" adaydır. Bu malzemenin kullanılması, hem tarımsal atıkların yakılarak çevre kirliliği yaratmasını engelleyecek hem de pahalı arıtma yöntemlerine sürdürülebilir bir alternatif sunacaktır. Gelecekteki çalışmalar, bu biyo-adsorbanın daha büyük ölçekli sürekli akışlı sistemlerdeki performansının incelenmesine ve farklı metal karışımları üzerindeki etkisinin araştırılmasına odaklanmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Malatya Turgut Özal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 26G11 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- **Al-Ghouti, M. A., & Da'ana, D. A. (2020).** Guidelines for the use and interpretation of adsorption isotherm models: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 393, 122383.
- **Foroushani, M. Y., Foroushani, A. Y., & Yarahmadi, H. (2025).** Sustainable Adsorption of Nickel and Chromium from Aqueous Solutions by Plant-Based Adsorbent. *Water, Air, & Soil Pollution*, 236(8), 480.
- **Panchal, B., Zhao, Q., Liu, B., Sun, Y., Zhao, C., Bian, K., ... & Wang, J. (2023).** Surface area and porosity development of catalyst using agricultural waste Chestnut shell biomass as a bio-source for ethyl oleate production. *Molecular Catalysis*, 548, 113458.
- **Santos, M., Rebola, S., & Evtuguin, D. V. (2025).** Soil remediation: current approaches and emerging bio-based trends. *Soil Systems*, 9(2), 35.
- **Tu Nguyen, M., Binh Nguyen, T., Khoi Dang, K., Luu, T., Hung Thach, P., Lan Phuong Nguyen, K., & Quan Nguyen, H. (2022).** Current and potential uses of agricultural by-products and waste in main food sectors in Vietnam—A circular economy perspective. In *Circular economy and waste valorisation: Theory and practice from an international perspective* (pp. 131-151). Cham: Springer International Publishing.
- **Venkatesan, K., Sundarababu, J., & Anandan, S. S. (2024).** The recent developments of green and sustainable chemistry in multidimensional way: current trends and challenges. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 17(1), 2312848.
- **Wang, J., & Guo, X. (2023).** Adsorption kinetics and isotherm models of heavy metals by various adsorbents: An overview. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 53(21), 1837-1865.
- **Yan, J., Oyediji, O., Leal, J. H., Donohoe, B. S., Semelsberger, T. A., Li, C., ... & Tanjore, D. (2020).** Characterizing variability in lignocellulosic biomass: a review. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(22), 8059-8085.
- **Zimmerman, J. B., Anastas, P. T., Erythropel, H. C., & Leitner, W. (2021).** Designing for a green chemistry future. *Science*, 367(6476), 397-400.

SPOR BRANŞINA GÖRE BİREYLERİN MUTLULUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ**Dr. Fuat Orkun TAPŞIN 1/ Dr. Sabit SELVİ 2****1Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri, fuat_orkun@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-6374-534X****2Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri, sabitselvi@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5858-2558****Özet**

Bu araştırmanın amacı, spor branşına göre bireylerin mutluluk düzeylerinin çeşitli demografik değişkenler açısından incelenmesidir. Araştırma nicel araştırma yöntemlerinden tarama deseni ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini, 2025–2026 yılı içerisinde Kocaeli ilinin İzmit ilçesinde bulunan spor kompleksleri ve spor alanlarında aktif olarak spor yapan 18 yaş ve üzeri bireyler oluşturmaktadır. Örneklem grubunu, kolayda örnekleme yöntemiyle seçilen ve gönüllü olarak araştırmaya katılan toplam 124 birey (75 erkek, 49 kadın) oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak, cinsiyet, yaş, eğitim durumu, çalışma durumu, spor branşı ve spor yapma sıklığı değişkenlerini içeren kişisel bilgi formu ile Hills ve Argyle (2002) tarafından geliştirilen ve Türkçe uyarlaması Doğan ve Akıncı-Çötök (2011) tarafından yapılan 7 maddelik Mutluluk Ölçeği kullanılmıştır. Ölçeğin bu araştırmadaki Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0,88 olarak hesaplanmıştır. Verilerin analizi SPSS 25.00 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiş, normal dağılım varsayımı sağlandığından parametrik testler uygulanmıştır. Araştırma bulgularına göre; cinsiyet, yaş, çalışma durumu, spor branşı ve spor yapma sıklığı değişkenlerine göre bireylerin mutluluk puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Eğitim durumu değişkenine göre ise üniversite mezunu bireylerin mutluluk puanlarının lise mezunlarına kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, mutluluk düzeyinin bazı demografik değişkenlere göre farklılaşabildiğini, ancak spor branşı türünün mutluluk üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Spor Branşı, Mutluluk, Mutluluk Düzeyi, Spor Katılımı

AN EXAMINATION OF INDIVIDUAL'S LEVELS OF HAPPINESS BY SPORT**Dr. Fuat Orkun TAPŞIN 1/ Dr. Sabit SELVİ 2****1Kocaeli University, Sports Sciences, fuat_orkun@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-6374-534X****2Kocaeli University, Sports Sciences, sabitselvi@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5858-2558****Abstract**

The aim of this research is to examine the happiness levels of individuals according to their sport branch in terms of various demographic variables. The research was conducted using a survey design, a quantitative research method. The population of the study consists of individuals aged 18 and over who actively participate in sports in sports complexes and sports fields located in the İzmit district of Kocaeli province during the years 2025–2026. The sample group consists of a total of 124 individuals (75 men, 49 women) selected using the convenience sampling method and who voluntarily participated in the research. As data collection tools in the research, a personal information form including the variables of gender, age, education level, employment status, sport branch, and frequency of participation in sports, and the 7-item Happiness Scale developed by Hills and Argyle (2002) and adapted into Turkish by Doğan and Akıncı-Çötök (2011) were used. The Cronbach's alpha reliability coefficient of the scale in this research was calculated as 0.88. Data analysis was performed using the SPSS 25.00 software package, and parametric tests were applied as the assumption of normal distribution was met. According to the research findings, there was no statistically significant difference in happiness scores among individuals based on gender, age, employment status, sport branch, and frequency of participation in sports. However, based on educational attainment, it was determined that university graduates had significantly higher happiness scores compared to high school graduates. The results indicate that happiness levels can vary according to some demographic variables, but the type of sport branch does not have a decisive effect on happiness.

Keywords: Sport, Happiness, Happiness Level, Sports Participation

1. GİRİŞ

Spor; bireysel ya da takım halinde gerçekleştirilen, önceden belirlenmiş kurallara dayanan, zaman, mekân ve uygulama biçimi açısından farklılıklar gösterebilen, ardışık etkinlikler şeklinde yürütülen ve çoğunlukla müsabaka kapsamında organize edilen faaliyetler bütünüdür (Küçük ve Koç, 2004). Spor, bireylerin bedensel sağlığını destekleyen, zihinsel gelişimini güçlendiren ve sosyal uyumunu artıran önemli bir alandır (Gözeller ve ark., 2025). Günümüzde spor, toplumun önemli bir kesiminin doğrudan ya da dolaylı biçimde yer aldığı fiziksel etkinlikler bütünü olarak ifade edilebilir (Atmaca ve Çeviker, 2021). Spor, yaşamın ayrılmaz bir parçası olup bireyin hem gerçek hem de sosyal yaşamıyla doğal bir bağ içerisinde (Ünsal ve Ramazanoğlu, 2013).

Mutluluk; bireyin hayata bakış açısını yansıtan iyimser tutumları, ahlaki değerleri ve içinde bulunduğu sosyo-kültürel yapı ile ilişkilendirilen çok boyutlu bir kavram olarak ele alınmaktadır (Wojcik ve ark., 2015). Bu kavramın bireyde gelişim gösterebilmesi, kişisel farklılıklara bağlı olarak değişen ilgi alanlarının, beklentilerin ve gereksinimlerin karşılanmasına bağlıdır (Kangal, 2013). Fiziksel ve ruhsal açıdan sağlıklı, dinç ve dengeli bir beden yapısına sahip olmak, bireyin kendini mutlu hissetmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Düzenli olarak spor yapan bireylerin kendilerini daha mutlu hissettikleri ifade edilmektedir (Uslu ve Özlü, 2022). Bu durum, bireylerin mutluluğa daha kolay ve doğal bir şekilde ulaşmalarını sağlamaktadır (Yamaner, 2002). Gelişim temelli yaklaşımlar mutluluğu; bireyin kendini gerçekleştirmesi, sahip olduğu potansiyeli ve güçlü yönleri etkin biçimde kullanabilmesi, yaşama anlam yüklemesi ve erdemli bir yaşam sürmesiyle ilişkilendirmektedir (Koydemir ve Mısır, 2015). Ayrıca yapılan çalışmalar, mutlu bireylerin yaşamda karşılaştıkları olayları algılama, değerlendirme ve bu olaylara verdikleri tepkiler açısından daha az mutlu bireylerden farklılaştığını ortaya koymaktadır (Lyubomirsky, 2001).

Literatür incelendiğinde spor katılımı ile mutluluk arasındaki ilişkiyi ele alan birçok çalışma bulunmasına rağmen, spor branşlarına göre mutluluk düzeylerini karşılaştıran araştırmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, bireylerin katıldıkları spor branşlarına göre mutluluk düzeylerinin incelenmesi, hem akademik literatüre katkı sağlamak hem de spor politikaları, rekreasyon planlaması ve bireylerin doğru branşa yönlendirilmesi açısından önemli görülmektedir.

2. YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, çalışmanın hedefleri ve kapsamı doğrultusunda nicel araştırma yaklaşımlarından biri olan tarama deseni tercih edilmiştir. Tarama deseni, belirli bir evren ya da örneklemin sahip olduğu özellikleri ortaya koymak amacıyla veri toplamaya dayalı araştırmaları ifade etmektedir (Büyüköztürk ve ark., 2015). Nicel araştırma süreçlerinde bu desen, hem deneysel hem de deneysel olmayan çalışmalarda yaygın biçimde kullanılabilmektedir (Bekman, 2022).

Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evrenini, 2025–2026 yılı içerisinde Kocaeli ilinin izmit ilçesinde bulunan spor kompleksleri, spor salonları ve çeşitli spor alanlarında aktif olarak takım veya bireysel spor yapan 18 yaş ve üzeri bireyler oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi ise evrenden kolayda örnekleme yöntemi ile seçilen, gönüllülük esasına göre araştırmaya katılmayı kabul eden 75 erkek ve 49 kadın olmak üzere toplam 124 katılımcı oluşturmaktadır. Araştırmaya haftada en az 1 gün spor yaptığını beyan eden bireyler dahil edilmiş, veri toplama sürecini eksik dolduran katılımcılar araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır.

Tablo 1. Örneklem grubuna ait demografik özellikler

	Alt Gruplar	N	%
Cinsiyet	Kadın	49	39,5
	Erkek	75	60,5
Yaş	18-25	46	37,1
	26-31	47	37,9
	32 yaş ve üzeri	31	25,0
Eğitim Durumu	Lise	46	37,1
	Üniversite	78	62,9
Çalışma Durumu	Çalışmıyorum	63	50,8
	Çalışıyorum	61	49,2
Spor Branşınız	Bireysel Sporlar	68	54,8
	Takım Sporları	56	45,2
Spor Yapma Sıklığı	1 gün	72	58,1
	2 gün	28	22,6
	3 gün ve üzeri	24	19,4

Tablo 1 incelendiğinde, araştırmaya katılan bireylerin %39,5'inin (n=49) kadın, %60,5'inin (n=75) erkek olduğu görülmektedir. Katılımcıların yaş dağılımına bakıldığında, %37,1'inin (n=46) 18–25 yaş aralığında, %37,9'unun (n=47) 26–31 yaş aralığında ve %25,0'inin (n=31) 32 yaş ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Eğitim durumuna göre katılımcıların %37,1'inin (n=46) lise, %62,9'unun (n=78) üniversite mezunu olduğu saptanmıştır. Çalışma durumuna göre bireylerin %50,8'inin (n=63) çalışmadığı, %49,2'sinin (n=61) çalıştığı görülmektedir. Spor branşı açısından katılımcıların %54,8'inin (n=68) bireysel sporlarla, %45,2'sinin (n=56) takım sporlarıyla ilgilendiği belirlenmiştir. Spor yapma sıklığına göre ise bireylerin %58,1'inin (n=72) haftada 1 gün, %22,6'sının (n=28) haftada 2 gün ve %19,4'ünün (n=24) haftada 3 gün ve üzeri spor yaptığı tespit edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak, literatür doğrultusunda hazırlanan ve cinsiyet, yaş, eğitim durumu, çalışma durumu, spor branşı ve spor yapma sıklığı değişkenlerini içeren 6 soruluk kişisel bilgi formu ile 7 maddeden oluşan mutluluk ölçeği kullanılmıştır.

Mutluluk Ölçeği

Hills ve Argyle (2002) tarafından geliştirilen ölçme aracının Türkçe uyarlaması, Doğan ve Akıncı-Çötök (2011) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ölçek toplamda 7 maddeden oluşmakta olup 5'li Likert derecelendirme sistemine sahiptir. Ölçekten elde edilebilecek en yüksek puan 35, en düşük puan ise 7'dir. Güvenirlik analizleri sonucunda Cronbach alfa katsayısı 0,88 olarak rapor edilmiştir. Ölçekte ters kodlanan herhangi bir madde bulunmamaktadır.

Verilerin Analizi

Araştırma verilerinin analizi SPSS 25.00 istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu, çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenerek değerlendirilmiş ve bu değerlerin +1.5 ile -1.5 aralığında olduğu belirlenmiştir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin +1.5 ve -1.5 sınırları içinde yer alması, verilerin normal dağılım gösterdiğini ifade etmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Verilerin normal dağılım özelliği göstermesi nedeniyle analizlerde parametrik testlerden yararlanılmıştır. Bu kapsamda, iki grup karşılaştırmalarında Bağımsız Örneklem t-Testi, ikiden fazla grup karşılaştırmalarında ise Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır. ANOVA sonucunda anlamlı farklılık belirlenen değişkenlerde, farkın kaynağını ortaya koymak amacıyla Scheffé çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 2. Araştırmaya katılan bireylerin mutluluk durumlarına ait tanımlayıcı istatistikler

	N	Minimum	Maksimum	Ort	S
Mutluluk	124	10,00	31,00	19,58	4,05

Tablo 2’de araştırmaya katılan bireylerin mutluluk düzeylerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler sunulmuştur. Katılımcıların mutluluk puanlarının minimum değeri 10,00, maksimum değeri 31,00 olarak belirlenmiştir. Mutluluk değişkenine ait aritmetik ortalama 19,58, standart sapma ise 4,05 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Araştırmaya katılan bireylerin cinsiyet, eğitim durumu, çalışma durumu ve spor branşı durumuna göre bağımsız t testi analiz sonuçları

		N	X	Ss	t	p
Cinsiyet	Kadın	49	19,57	4,10	-0,020	,984
	Erkek	75	19,58	4,04		
Eğitim Durumu	Lise	46	19,02	4,13	-2,011	,047
	Üniversite	78	20,52	3,75		
Çalışma Durumu	Çalışmıyorum	63	19,88	4,22	,860	,391
	Çalışıyorum	61	19,26	3,86		
Spor Branşınız	Bireysel Sporlar	68	19,97	3,55	1,183	,239
	Takım Sporları	56	19,10	4,56		

Tablo 3’te araştırmaya katılan bireylerin cinsiyet, eğitim durumu, çalışma durumu ve spor branşı değişkenlerine göre mutluluk puanlarının bağımsız örneklem t-testi sonuçları sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre, cinsiyet değişkenine göre mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>,05$). Eğitim durumu değişkenine göre yapılan karşılaştırmada, üniversite mezunu bireylerin mutluluk puan ortalamalarının ($\bar{X}=20,52$) lise mezunu bireylere ($\bar{X}=19,02$) göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<,05$). Çalışma durumu değişkenine göre mutluluk puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>,05$). Spor branşı değişkenine göre yapılan analizlerde ise bireysel sporlarla uğraşanlar ile takım sporlarıyla uğraşan bireylerin mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür ($p>,05$).

Tablo 4. Araştırmaya katılan bireylerin yaş ve spor yapma sıklığı durumuna göre Anova sonuçları

		N	X	Ss	F	p
Yaş	18-25	46	18,89	3,43	1,467	,235
	26-31	47	20,31	4,50		
	32 yaş ve üzeri	31	19,48	4,10		
Spor Yapma Sıklığı	1 gün	72	19,58	3,85	,226	,798
	2 gün	28	19,92	4,073		
	3 gün ve üzeri	24	19,16	4,69		

Tablo 4’te araştırmaya katılan bireylerin yaş ve spor yapma sıklığı değişkenlerine göre mutluluk puanlarına ilişkin Tek Yönlü Varyans Analizi (Anova) sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçlarına göre, yaş grupları arasında mutluluk puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>,05$). Benzer şekilde, spor yapma sıklığı değişkenine göre yapılan Anova sonucunda, bireylerin mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>,05$).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Spor branşına göre araştırmaya katılan bireylerin cinsiyet değişkenine göre mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bu bulgu, literatürde yer alan ve cinsiyetin mutluluk düzeyi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını ortaya koyan bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir (Aksoy ve ark., 2017;

Eroğlu ve Parlar, 2018; Cantez, 2018; Demir ve Murat, 2017). Bununla birlikte, Yıldız (2015) ile Ulukan ve ark. (2020) kadınların mutluluk düzeylerinin erkeklere göre daha yüksek olduğunu belirtirken, Doğan ve ark. (2018) ile Akın ve Şentürk (2012) erkeklerin mutluluk düzeylerinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu farklı sonuçlar, cinsiyetin mutluluk üzerindeki etkisinin örneklem özellikleri ve araştırma bağlamına göre değişebileceğini düşündürmüştür.

Eğitim durumu değişkenine göre yapılan karşılaştırmada, üniversite mezunu bireylerin mutluluk puan ortalamalarının lise mezunu bireylere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Mutluluğun belirleyici araçları arasında; serbest zamandan alınan tatmin, bireyin eğitim ve gelir seviyesi, evlilik ve fiziksel sağlık durumu olduğu belirtilmiştir (Karaçar, 2019). Araştırmaların önemli bir kısmı eğitimin mutluluk düzeyini artırıcı bir rol oynadığını ortaya koysa da, eğitim ile mutluluk arasındaki neden-sonuç ilişkisinin hangi yönde işlediği konusunda literatürde ortak bir görüş bulunmadığı belirtilmektedir (Cuñado ve Gracia, 2012). Eğitim-mutluluk ilişkisi, daha donanımlı bireylerin genellikle daha iyi çalışma koşullarına sahip olmalarına karşın, görece daha düşük yaşam memnuniyeti bildirmeleri nedeniyle tartışmalı bir alan olduğu belirtilmiştir (Yinanç ve ark., 2020). Bu durumun, eğitilmiş bireylerin beklenti düzeylerinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Albert ve Davia, 2005). Öte yandan, eğitim seviyesi arttıkça bireylerin mutluluk düzeylerinin de yükseldiğini gösteren çalışmaların bulunduğu da rapor edilmiştir (Frey ve Stutzer, 2000). Ancak Ayyıldız ve Sunay (2021) yapmış oldukları çalışmada eğitim durumu ile mutluluk arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucunu bulmuşlardır. Bu araştırma sonuçlarına bakıldığında eğitim durumunun mutluluk için önemli bir değişken olduğunu düşündürmüştür.

Çalışma durumu değişkenine göre mutluluk puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Spor branşı değişkenine göre yapılan istatistiksel analizler sonucunda, bireysel sporlarla uğraşan bireyler ile takım sporlarıyla uğraşan bireylerin mutluluk puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Alanyazında, spor yapan bireylerin spor yapmayan bireylere kıyasla daha yüksek mutluluk düzeylerine sahip olduğunu ortaya koyan çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Demir ve Duman, 2019). Ancak Köse ve ark. (2019), öznel mutluluk düzeyi ile spor branşı arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Köroğlu ve ark. (2023) tarafından spor lisesinde öğrenim gören öğrenciler üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, öğrencilerin tercih ettikleri spor branşlarına göre mutluluk düzeylerinin anlamlı düzeyde farklılaşmadığı belirlenmiştir. Bu bulgu, mevcut araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Öte yandan Deveci ve ark. (2021), mutluluk ölçeği puanlarına göre “dans” branşı ile “futbol, voleybol ve atletizm” branşları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu ve dans branşıyla ilgilenen bireylerin mutluluk puanlarının diğer branşlara göre daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

Yaş değişkeni analiz sonuçlarına göre, yaş grupları arasında mutluluk puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Mutluluk düzeyinin yaşamın farklı evrelerinde değişkenlik gösterebildiği, ancak bireyin genel mutluluk düzeyini öngörmeye yaş faktörünün doğrudan belirleyici bir rol oynamadığı ortaya konmuştur (Myers ve Diener, 1997). Habibzadeh ve Allahvirdiyani (2011), ilköğretim öğretmenleri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada ekonomik ve ekonomik dışı unsurların mutluluk üzerindeki etkisini ele almış; elde edilen bulgular doğrultusunda yaş değişkenine göre mutluluk düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. Eryılmaz ve Ercan (2011) ise farklı yaş gruplarını kapsayan araştırmalarında, ergenler ve yetişkinlerin mutluluk düzeylerinin genç yetişkinlere kıyasla daha yüksek olduğunu, genç yetişkinlerin ise görece daha düşük mutluluk düzeyi sergilediğini ortaya koymuştur. Düzgün (2016) tarafından ortaokul öğretmenleriyle yürütülen çalışmada ise mutluluk düzeyi ile sınıf yönetimi becerileri arasındaki ilişki incelenmiş; araştırma sonucunda 51 yaş ve üzerindeki öğretmenlerin mutluluk düzeylerinin diğer yaş gruplarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Akyüz ve ark. (2017) üniversite öğrencileri üzerine yapmış oldukları çalışmada yaş ile mutluluk arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucunu bulmuşlardır.

Doğan ve ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada yaş ile mutluluk arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucunu bulmuşlardır. Bu araştırma sonuçları çalışmamızla paralellik göstermektedir. Yapılan bu araştırmada her ne kadar yaş ile mutluluk arasında anlamlı bir farklılık bulunmasa da konuyla ilgili yapılmış çalışmalarda yaşın mutluluk için önemli bir değişken olduğunu düşündürmüştür.

Spor yapma sıklığı değişkenine göre mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Cinsiyet değişkenine göre mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, bu doğrultuda spor ortamlarında mutluluğu artırmaya yönelik uygulamaların cinsiyete dayalı ayrımlar yapılmadan tüm bireyleri kapsayacak biçimde planlanması önerilmektedir. Eğitim durumu değişkenine göre mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur, bu nedenle özellikle daha düşük eğitim düzeyine sahip bireylerin mutluluk düzeylerini destekleyici bilgilendirici ve eğitsel spor programlarının yaygınlaştırılması önerilmektedir. Çalışma durumu değişkenine göre mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, bu doğrultuda spor faaliyetlerinin çalışan ve çalışmayan bireylerin katılımını kolaylaştıracak esnek ve erişilebilir şekilde düzenlenmesi önerilmektedir. Spor branşı değişkenine göre mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, bu nedenle bireylerin mutluluk düzeylerini artırmak amacıyla spor branşı seçiminde bireysel ilgi ve tercihlere dayalı uygulamaların desteklenmesi önerilmektedir. Yaş değişkenine göre mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, bu doğrultuda spor programlarının farklı yaş gruplarını kapsayacak şekilde yaşa duyarlı ancak ayrımcı olmayan biçimde planlanması önerilmektedir. Spor yapma sıklığı değişkenine göre mutluluk puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, bu nedenle sporun sıklığından ziyade bireylerin spordan aldıkları doyumunu artırmaya yönelik nitelikli uygulamaların geliştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akın, H. B., & Şentürk, E. (2012). Bireylerin mutluluk düzeylerinin ordinal lojistik regresyon analizi ile incelenmesi. *Öneri Dergisi*, 10(37), 183-193.
- Aksoy, A.B., Güngör Aytaç, A., & Kaytez, N. (2017). Üniversite öğrencilerinin mutluluk ve alçakgönüllülük düzeylerinin bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 25(3), 1119-1132.
- Akyüz, H., Yaşartürk, F., Aydın, İ., Zorba, E., & Türkmen, M. (2017). Üniversite öğrencilerinin yaşam kalitesi ve mutluluk düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(Special Issue 2), 253-262.
- Albert, C., & Davia, M. A. (2005). Education, Wages and Job Satisfaction. In Epunet Conference.
- Atmaca, G., & Çeviker, A. (2021). Sosyo-demografik değişkenlerine göre spor merkezlerine üye kadınların mutluluk düzeylerinin incelenmesi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 103-112.
- Ayyıldız, E., & Sunay, H. (2021). Bireylerin fiziksel aktiviteye katılım durumlarına göre mutluluk ve duygusal düzenlemede öz-yeterlik düzeylerinin incelenmesi. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 19(4), 230-240.
- Bekman M. (2022). Halkla ilişkiler uygulamalarında nicel araştırma yöntemi: ilişkisel tarama modeli. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*. 6(16), 238-258.
- Büyüköztürk Ş., Çakmak Kılıç E., Akgün ÖE., Karadeniz Ş., & Demirel F. (2015). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (Baskı 19.) Pegem Akademi. Ankara.
- Cantez, E. (2018). Üniversite öğrencilerinin mutluluk, psikolojik sağlamlık ve öz yeterlik düzeyleri arasındaki ilişki. *Aydın İnsan ve Toplum Dergisi*, 4(2): 61-76.
- Cuñado, J., & de Gracia, F. P. (2012). Does Education Affect Happiness? Evidence for Spain. *Social Indicators Research*, 108(1), 185-196.
- Demir, K., & Duman, S. (2019). Bireylerin spor yapma durumlarıyla, benlik saygıları ve mutluluk düzeyleri arasındaki ilişkisinin incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(4), 437-449.
- Demir, R., & Murat, M. (2017). Öğretmen adaylarının mutluluk, iyimserlik, yaşam anlamı ve yaşam doyumlarının incelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 7(13): 347-378. <https://doi.org/10.26466/opus.347656>.
- Deveci, M. E., Tez, Ö. Y., & Gürbüz, P. G. (2021). Çocuk sporcuların rekreasyonel egzersize katılım motivasyonu ve mutluluk düzeylerinin incelenmesi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 4(3), 402-411.
- Doğan T., & Çötök NA. (2011). Oxford mutluluk ölçeği kısa formunun Türkçe uyarlaması: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*. 4(36), 165-170.
- Doğan, E., Yılmaz, A. K., Kabadayı, M., & Mayda, M. H. (2018). Spor bilimleri öğrencileri ile farklı fakültelerde okuyan öğrencilerin sosyalleşme ve mutluluk düzeylerinin incelenmesi. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, (22), 403-411.
- Düzgün, O. (2016). Ortaokulda görev yapmakta olan öğretmenlerin mutluluk düzeyleri ile sınıf yönetimi becerileri arasındaki ilişki. Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Eğitim Yönetimi Teftişi Planlaması ve Ekonomisi Bilim Dalı, Tokat.
- Eroğlu, F. & Parlar, H. (2018). Evli kadın ve erkeklerde psikolojik iyi oluşun ebeveyn tutumuna etkisinin incelenmesi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt: 17, Sayı: 33.
- Eryılmaz, A. & Ercan, L. (2011). Öznel iyi oluşun cinsiyet, yaş grupları ve kişilik özellikleri açısından incelenmesi. *Türk Psikolojik Danışma Ve Rehberlik Dergisi*, Cilt 4, Sayı 36, ss.139-151. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/200005>.
- Frey, B. S., & Stutzer, A. (2000). Maximising Happiness?. *German Economic Review*, 1(2), 145-167.
- Gözeller, A. B., Atılı, A., & Subak, G. E. (2025). Fiziksel, Psikolojik ve Sosyal Boyutlarıyla Erken Spor Uzmanlaşmasının Olumsuz Etkileri. *Kafkas Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 5(2), 1-18.

- Habibzadeh, S. & Allahvirdiyani, K. (2011). Effects of economic and non economic factors on happiness on primary school teachers and Urmia University professors. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Cilt 30, ss.2050-2051. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.397>
- Hills P., & Argyle M. (2002). The Oxford Happiness Questionnaire: a compact scale for the measurement of psychological well-being. *Personality and Individual Differences*, 33(7), 1073-1082.
- Kangal, A. (2013). Mutluluk Üzerine Kavramsal Bir Değerlendirme ve Türk Hane Halkı İçin Bazı Sonuçlar. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 214-233.
- Karaçar, E. (2019). Spor fakültesinde okuyan öğrencilerin rekreatif faaliyetlere karşı ilgi ve mutluluk düzeyleri: *Sinop Üniversitesi Örneği. Spor ve Rekreasyon Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 58-70.
- Koydemir, S., & Mısır, S. (2015). Benlik kurguları ve mutluluk: deneysel bir hazırlama çalışması. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*. 5(44): 49-60.
- Köroğlu, M., Abanoz, H. A., Yentürk, B., & Çelik, G. Ö. (2023). Spor lisesinde okuyan öğrencilerin mutluluk ve öz yeterlilik düzeylerinin incelenmesi. *Kafkas Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3(3), 70-92.
- Köse, B., Uzun, M., Özlü, K., Çelik, N. M., & Erbaş, Ü. (2019). Spor bilimlerinde okuyan öğrencilerin öznel mutluluk ve zindelik düzeylerinin bazı değişkenlere göre incelenmesi (Ankara Üniversitesi Örneği). *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 3(2), 22-29.
- Küçük, V., & Koç, H. (2004). Psiko-Sosyal Gelişim Süreci İçerisinde İnsan ve Spor İlişkisi Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (9), <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpusbe/issue/4752/65286>.
- Lyubomirsky, S. (2001). Why are some people happier than others? The role of cognitive and motivational processes in well-being. *American Psychologist*. 56: 239– 249.
- Myers, D. G., & Diener, E. (1997). La poursuite scientifique du bonheur. *Revue québécoise de psychologie*, 18(2), 13-28.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). Using multivariate statistics 6th Edition. Boston: Pearson, 37-42.
- Ulukan, M., Şahinler, Y., & Eynur, B.R. (2020). Beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencilerinin mutluluk düzeylerinin incelenmesi, ERPA International Congresses on Education, Book of Abstracts, ISBN: 978-605-83418-8-3, 28.
- Uslu, E., & Özlü, K. (2022). Ortaokul öğrencilerinin beden eğitimi ve spor dersine yönelik tutumları ile beden eğitimi dersindeki mutluluk düzeylerinin incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 7(3), 287-306.
- Ünsal, B. & Ramazanoğlu, F. (2013). Spor medyasının toplum üzerindeki sosyolojik etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, ISSN, 2146-9199.
- Wojcik, S., Hovasapian, A., Graham, J., Motyl, M., & Ditto, P. (2015). Conservatives report, but liberals display, greater happiness. *Bilim*, 1243-1246.
- Yamaner, F. (2002). *Beden eğitimi ve spora giriş*. Emek Matbaacılık ve Reklamcılık, 10.
- Yıldız, Y. (2015). Spor yapan ve spor yapmayan üniversite öğrencilerinin sosyalleşme ve mutluluk düzeylerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Sıtkı Koçman Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Muğla.
- Yinanç, A., Çevik, N. K., & Kantar, G. (2020). Türkiye’de eğitim ve sosyal göstergelerin mutluluk ile ilişkisi. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 5(2), 50-60.

TAKIM VEYA BİREYSEL SPORLARLA İLGİLENEN GENÇ BİREYLERİN BİREYSEL VE SOSYAL SORUMLULUK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ**Dr. Sabit SELVİ 1/ Dr. Fuat Orkun TAPŞIN 2****1Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri, sabitselvi@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5858-2558****2Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri, fuat_orkun@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-6374-534X****Özet**

Bu araştırmanın amacı, takım veya bireysel sporlarla ilgilenen genç bireylerin bireysel ve sosyal sorumluluk düzeylerini incelemektir. Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden kesitsel ve karşılaştırmalı tarama modeli kullanılarak Sakarya ili Adapazarı ilçesindeki spor komplekslerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini 14–17 yaş aralığında spor yapan genç bireyler oluştururken, örneklemi kolayda örnekleme yöntemi ile seçilen 120 gönüllü katılımcı (87 erkek, 33 kız) oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde demografik bilgi formu ile Li ve ark. (2008) tarafından geliştirilen ve Filiz ve Demirhan (2015) tarafından Türkçeye uyarlanan 14 maddelik Bireysel ve Sosyal Sorumluluk Ölçeği kullanılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 26 programı kullanılmış, normallik analizi sonucunda verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiş ve bu nedenle Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testleri uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre cinsiyet değişkeni açısından sosyal sorumluluk düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmazken, bireysel sorumluluk düzeylerinde erkekler lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Yaş değişkenine göre hem sosyal sorumluluk hem de bireysel sorumluluk düzeylerinde anlamlı farklılıklar bulunmuş ve bu farklılıkların 16–17 yaş grubu lehine olduğu tespit edilmiştir. Spor yapma süresi değişkeni açısından sosyal sorumluluk düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmuş, bu farklılığın 3 yıl ve üzeri spor yapan grup lehine olduğu belirlenmiştir. Spor branşı değişkenine göre sosyal sorumluluk düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmazken, bireysel sorumluluk düzeylerinde takım sporlarıyla ilgilenen grup lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yaş, spor yapma süresi ve spor branşının bazı sorumluluk alt boyutları üzerinde etkili olduğu, özellikle daha ileri yaş grubunda yer alan, uzun süre spor yapan ve takım sporlarıyla ilgilenen genç bireylerin belirli sorumluluk düzeylerinde daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gençlik, Spor, Sorumluluk, Takım sporları, Bireysel sporlar

**AN EXAMINATION OF THE LEVELS OF PERSONEL AND SOCİEAL RESPONSİBİLİTY AMONG
YOUNG PEOPLE INVOLVED IN TEAM OR INDİVİDUAL SPORTS****Dr. Sabit SELVİ 1/ Dr. Fuat Orkun TAPŞIN 2****1Kocaeli University, Sports Sciences, sabitselvi@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5858-2558****2Kocaeli University, Sports Sciences, fuat_orkun@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-6374-534X****Abstract**

The aim of this study is to examine the levels of individual and social responsibility among young individuals involved in team or individual sports. The research was conducted in sports complexes in Adapazarı district of Sakarya province using a cross-sectional and comparative survey model from quantitative research methods. The population consisted of young individuals aged 14–17 who participate in sports, while the sample consisted of 120 volunteer participants (87 males, 33 females) selected using convenience sampling. A demographic information form and the 14-item Individual and Social Responsibility Scale developed by Li et al. (2008) and adapted into Turkish by Filiz and Demirhan (2015) were used in the data collection process. SPSS 26 program was used for data analysis. Normality analysis revealed that the data did not show a normal distribution; therefore, Mann Whitney U and Kruskal Wallis tests were applied. According to the research results, while there was no significant difference in social responsibility levels in terms of gender, a significant difference was found in individual responsibility levels in favor of males. Significant differences were found in both social and individual responsibility levels according to the age variable, with these differences favoring the 16-17 age group. Regarding the duration of participation in sports, a significant difference was found in social responsibility levels, favoring the group that participated in sports for 3 years or more. While no significant difference was found in social responsibility levels according to the sport branch variable, a significant difference was found in individual responsibility levels, favoring the group involved in team sports. In conclusion, it was determined that age, duration of participation in sports, and sport branch have an effect on some sub-dimensions of responsibility, and that young individuals in older age groups, those who have participated in sports for a long time, and those involved in team sports have higher values in certain responsibility levels.

Keywords: Youth, Sport, Responsibility, Team sports, Individual sports

1. GİRİŞ

Spor, bireylerin fiziksel gelişimlerinin yanı sıra psikolojik ve sosyal gelişimlerine de önemli katkılar sağlayan çok boyutlu bir olgudur (Kılıç ve Arslan, 2018). Günümüzde sporun yalnızca performans ve rekabet odaklı bir etkinlik olmadığı; aynı zamanda bireylerin değerler, tutumlar ve davranışlar geliştirmesinde etkili bir sosyalizasyon aracı olduğu kabul edilmektedir (Bilir, 2020). Bu bağlamda spor ortamları, bireylerin sorumluluk alma, iş birliği yapma, kurallara uyma ve sosyal ilişkiler geliştirme gibi önemli becerileri kazandıkları alanlar olarak öne çıkmaktadır (Akgül ve Dinç, 2024; Kaplan ve Çetinkaya, 2014).

Bireysel ve sosyal sorumluluk kavramları, bireyin hem kendisine hem de topluma karşı görevlerini yerine getirmesiyle ilişkilidir (Filiz ve Demirhan, 2015). Bireysel sorumluluk, bireyin kendi davranışlarını kontrol edebilmesi ve görevlerini yerine getirmesi anlamına gelirken (Özen, 2010) sosyal sorumluluk, bireyin çevresine karşı duyarlı olması, başkalarına saygı göstermesi ve toplumsal kurallara uygun davranması olarak ifade edilmektedir (Özcan, 2021). Bu kavramlar özellikle eğitim ve spor ortamlarında bireyin gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır (Tapşın ve Karagün, 2017).

Sporlar genel olarak bireysel ve takım sporları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bireysel sporlar, bireyin performansının ön planda olduğu ve başarının doğrudan bireyin kendi çabasına bağlı olduğu spor türleridir. Bu tür sporların insanın, bireysel becerisini, irade gelişimini, özgüven kazanma ve mücadele etme gibi özelliklerini geliştirir (Arslan ve ark., 2021). Buna karşılık takım sporları, bireylerin birlikte hareket ettiği ve ortak hedefler doğrultusunda iş birliği yaptığı spor türleridir. Takım sporlarının ise sosyal etkileşim, iletişim ve grup sorumluluğu gibi becerilerin gelişimine katkı sağladığı ifade edilmektedir (Brinkley ve ark., 2017).

Literatürde spor katılımının bireylerin sosyal gelişimi üzerindeki etkisini ele alan çalışmalar, spor yapan bireylerin sosyal uyum, iş birliği ve sorumluluk gibi davranışlarda daha olumlu düzeyler sergilediklerini ortaya koymaktadır (Yıldız ve Çetin, 2018; Orhan, 2019). Özellikle genç bireyler üzerinde gerçekleştirilen araştırmalar, sporun disiplin, saygı ve sorumluluk gibi olumlu davranışların gelişimini desteklediğini göstermektedir (Camiré ve ark., 2014; Aykara ve Albayrak, 2016).

Bu araştırmanın amacı, takım veya bireysel sporlarla ilgilenen genç bireylerin bireysel ve sosyal sorumluluk düzeylerini incelemektir. Elde edilecek bulguların, sporun genç bireylerin sorumluluk gelişimi ve bu alandaki çalışmalara katkı sağlaması beklenmektedir.

2. YÖNTEM

Araştırma Modeli, Örneklem ve Evren

Bu araştırmanın amacı, takım veya bireysel sporlarla ilgilenen genç bireylerin bireysel ve sosyal sorumluluk düzeylerinin incelenmesidir. Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden kesitsel ve karşılaştırmalı tarama modeli kullanılarak yürütülmüştür. Araştırma, Sakarya ili Adapazarı ilçesinde bulunan spor komplekslerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini, Sakarya ilinde bireysel veya takım sporlarıyla ilgilenen 14–17 yaş aralığındaki genç bireyler oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi ise bu evrenden kolayda örnekleme yöntemi ile seçilen toplam 120 gönüllü katılımcı oluşturmaktadır. Katılımcıların 87'si erkek, 33'ü kızdır. Araştırmada uygulama öncesinde spor komplekslerinden kurum izinleri sağlanmıştır. Ayrıca veri toplama sürecinde öncelikle katılımcıların velilerinden bilgilendirilmiş onam alınmış, daha sonra genç bireylerin gönüllü katılımı sağlanmıştır. Veriler, yüz yüze anket yöntemi ile toplanmıştır.

Tablo 1. Araştırmaya katılan genç bireylerin demografik değişkenlerine ait analiz sonuçları

	Gruplar	Frekans (f)	Yüzde (%)
Yaş	14-15	53	44,2
	16-17	67	55,8
Cinsiyet	Kız	33	27,5
	Erkek	87	72,5
Spor Yapma Süresi	1 yıl ve altı	39	32,5
	2 yıl	45	37,5
	3 yıl ve üzeri	36	30,0
Spor Branşınız	Takım sporları	27	22,5
	Bireysel sporlar	93	77,5

Tablo 1'e göre araştırmaya katılan genç bireylerin demografik özellikleri incelendiğinde, katılımcıların %44,2'sinin 14-15 yaş grubunda, %55,8'inin ise 16-17 yaş grubunda yer aldığı görülmektedir. Cinsiyet dağılımına bakıldığında örneklemin büyük çoğunluğunu %72,5 oranıyla erkeklerin oluşturduğu, kız katılımcıların oranının ise %27,5 olduğu belirlenmiştir. Spor yapma süresi açısından katılımcıların %32,5'inin 1 yıl ve altı, %37,5'inin 2 yıl ve %30,0'inin 3 yıl ve üzeri süredir spor yaptığı görülmektedir. Spor branşı değişkenine göre ise katılımcıların %22,5'i takım sporlarıyla, %77,5'i ise bireysel sporlarla ilgilenmektedir.

Veri Toplama Araçları

Literatür bilgileri ışığında hazırlanan 4 soruluk bilgi anketi ile Li ve ark. (2008) tarafından geliştirilen ve Türkçe uyarlaması Filiz ve Demirhan (2015) tarafından yapılan 14 maddelik Bireysel ve Sosyal Sorumluluk Ölçeği uygulanmıştır.

Bireysel ve Sosyal Sorumluluk Ölçeği

Ölçek, Li ve ark. (2008) tarafından geliştirilmiş olup Türkçeye uyarlama çalışması Filiz ve Demirhan (2015) tarafından gerçekleştirilmiştir. Toplam 14 maddeden oluşan bu ölçekte, bireysel ve sosyal sorumluluk davranışlarını değerlendirmeye yönelik ifadeler yer almaktadır. Maddeler, "Hiçbir zaman (1)", "Bazen (2)", "Genellikle (3)" ve "Her zaman (4)" seçeneklerinden oluşan 4'lü Likert tipi derecelendirme ile puanlanmaktadır. Ölçekte bulunan maddelerin 13'ü olumlu (1-13. maddeler), 1'i ise olumsuz (14. madde) yapıdadır. Ölçeğin orijinal formu iki alt boyuttan oluşmakta olup, ilk 7 madde sosyal sorumluluğu, son 7 madde ise bireysel sorumluluğu temsil etmektedir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde SPSS 26 istatistik paket programı kullanılmıştır. Katılımcıların demografik özelliklerinin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır. Yapılan normallik testi sonucunda verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiş, bu doğrultuda analizlerde parametrik olmayan testler uygulanmıştır. İki grup arasındaki karşılaştırmalarda Mann Whitney U testi uygulanırken, üç ve daha fazla grubun karşılaştırılmasında ise Kruskal Wallis testinden faydalanılmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 2. Araştırmaya katılan genç bireylerin yaş, cinsiyet ve spor branşı ilgilenme durumuna göre bireysel ve sosyal sorumluluk düzeylerinin Mann Whitney U testi sonuçları

	Cinsiyet	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Z	P
Sosyal Sorumluluk	Kız	33	58,59	1933,50	-,374	708
	Erkek	87	61,22	5326,50		
Bireysel Sorumluluk	Kız	33	44,95	14983,50	-3,037	,002*
	Erkek	87	66,40	5776,50		
	Yaş	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Z	P
Sosyal Sorumluluk	14-15	53	50,76	2690,50	-2,754	,006*
	16-17	67	68,20	4569,50		
Bireysel Sorumluluk	14-15	53	48,64	2578,00	-3,345	,001*
	16-17	67	69,88	4682,0		
	Spor Branşınız	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Z	P
Sosyal Sorumluluk	Takım sporları	27	68,50	1849,50	-1,371	,170
	Bireysel sporlar	93	58,18	5410,50		
Bireysel Sorumluluk	Takım sporları	27	76,33	2061,00	-2,706	,007*
	Bireysel sporlar	93	55,90	5199,00		

*p<0,05

Tablo 2'ye göre cinsiyet değişkeni açısından sosyal sorumluluk düzeylerinde kız (N=33, Mean Rank=58,59, Sum of Ranks=1933,50) ve erkek (N=87, Mean Rank=61,22, Sum of Ranks=5326,50) katılımcılar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Z=-0,374, p=0,708). Bireysel sorumluluk düzeylerinde ise erkeklerin (Mean Rank=66,40) kızlara (Mean Rank=44,95) göre daha yüksek değerlere sahip olduğu ve farkın erkekler lehine olduğu belirlenmiştir (Z=-3,037, p=0,002).

Yaş değişkenine göre sosyal sorumluluk düzeylerinde 16-17 yaş grubunun (N=67, Mean Rank=68,20) 14-15 yaş grubuna (N=53, Mean Rank=50,76) göre daha yüksek olduğu ve farkın 16-17 yaş grubu lehine olduğu bulunmuştur (Z=-2,754, p=0,006). Bireysel sorumluluk düzeylerinde de 16-17 yaş grubunun (Mean Rank=69,88) 14-15 yaş grubuna (Mean Rank=48,64) göre daha yüksek olduğu ve farkın 16-17 yaş grubu lehine olduğu belirlenmiştir (Z=-3,345, p=0,001).

Spor branşı değişkenine göre sosyal sorumluluk düzeylerinde takım sporları (N=27, Mean Rank=68,50) ile bireysel sporlar (N=93, Mean Rank=58,18) arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (Z=-1,371, p=0,170). Bireysel sorumluluk düzeylerinde ise takım sporlarıyla ilgilenen bireylerin (Mean Rank=76,33) bireysel sporlarla ilgilenenlere (Mean Rank=55,90) göre daha yüksek değerlere sahip olduğu ve farkın takım sporları lehine olduğu belirlenmiştir (Z=-2,706, p=0,007).

Tablo 3. Araştırmaya katılan genç bireylerin spor branşı değişkenine göre Kruskal Wallis testi analiz sonuçları

	Spor Branşı	N	Mean Rank	Chi-Square	P	Farkın Kaynağı
Sosyal Sorumluluk	1 yıl ve altı ¹	39	45,70	13,325	,001*	1-3
	2 yıl ²	45	68,63			
	3 yıl ve üzeri ³	36	70,08			
Bireysel Sorumluluk	1 yıl ve altı	39	53,23	3,429	,180	
	2 yıl	45	60,80			
	3 yıl ve üzeri	36	68,00			

Tablo 3'e göre spor yapma süresi değişkeni açısından Kruskal Wallis testi sonuçları incelenmiştir. Sosyal sorumluluk düzeylerinde 1 yıl ve altı (N=39, Mean Rank=45,70), 2 yıl (N=45, Mean Rank=68,63) ve 3 yıl ve üzeri (N=36, Mean Rank=70,08) grupları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur (Chi-Square=13,325, p=0,001). Farkın kaynağının 1 yıl ve altı ile 3 yıl ve üzeri grupları arasında olduğu belirlenmiştir. Bireysel sorumluluk düzeylerinde ise 1 yıl ve altı (Mean Rank=53,23), 2 yıl (Mean Rank=60,80) ve 3 yıl ve üzeri (Mean Rank=68,00) grupları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (Chi-Square=3,429, p=0,180).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırmaya katılan genç bireylerin cinsiyet değişkenine göre sosyal sorumluluk düzeylerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Buna karşın, bireysel sorumluluk düzeylerinde anlamlı bir farklılık olduğu ve bu farklılığın erkekler lehine olduğu belirlenmiştir. İlgili literatür incelendiğinde, erkek bireylerin sosyal sorumluluk faaliyetlerine katılım konusunda daha istekli oldukları ifade edilmektedir (Jones, 2020). Bu eğilimin, toplumsal cinsiyet rolleri çerçevesinde erkeklerin daha fazla liderlik üstlenmeye ve aktif biçimde yer almaya yönlendirilmesinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Akgül ve Dinç, 2024). Bununla birlikte, Özcan (2021) yapmış olduğu çalışmada sosyal sorumluluk düzeylerinin cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Öte yandan, Buğdaycı (2019) araştırmasında, kadınların kişisel ve sosyal sorumluluk davranışlarının erkeklere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu araştırma sonuçlarına bakıldığında cinsiyetin bireysel ve sosyal sorumluluk düzeylerinde önemli bir değişken olduğunu düşündürmüştür.

Araştırma sonuçlarına göre, yaş değişkeni açısından hem sosyal sorumluluk hem de bireysel sorumluluk düzeylerinde anlamlı farklılıklar bulunmuş ve bu farklılıkların 16-17 yaş grubu lehine olduğu belirlenmiştir. Sorumluluk, bireyin hayat süreci içerisinde gelişen bir değer olarak görülmekte ve yaşın ilerlemesiyle birlikte artma eğilimi gösterebilmektedir (Çalışkan ve Yıldırım, 2020). Bu bağlamda, sorumluluk duygusunun erken dönemlerde kazanılmaya başlandığı ve yaşam boyunca devam eden bir gelişim süreci olduğu belirtilmektedir (Sezer ve ark., 2017). Tapşın ve Karagün (2017) tarafından yapılan çalışmada da yaş arttıkça bireysel ve sosyal sorumluluk düzeylerinde anlamlı artış olduğu rapor edilmiştir. Bu araştırma sonuçlarına bakıldığında sorumluluk düzeylerinin yaşla birlikte gelişim gösterebileceğini düşündürmüştür.

Spor branşı değişkeni açısından yapılan analizlerde, sosyal sorumluluk düzeylerinde anlamlı bir farklılık bulunmazken, bireysel sorumluluk düzeylerinin anlamlı düzeyde farklılaştığı ve bu farklılığın takım sporlarıyla ilgilenen genç bireyler lehine olduğu belirlenmiştir. Konuya ilişkin literatür incelendiğinde, mevcut çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmektedir. Bununla birlikte Karatarla ve Polat (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, aktif spor yapan bireyler ile spor yapmayan bireyler karşılaştırılmış; sosyal sorumluluk ve liderlik becerileri bakımından spor yapmayan bireylerin daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öte yandan, rekreatif içerikli spor programlarının benlik saygısını artırdığı ve buna bağlı olarak bireylerin sorumluluk duygularının gelişimini desteklediği çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (Başaran, 2016; Ekeland ve ark., 2005). Bu araştırma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, spor katılımının sorumluluk gelişimi üzerindeki etkisinin branş türü ve katılım biçimine göre farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

Spor yapma süresi değişkenine göre sosyal sorumluluk düzeylerinin anlamlı farklılık gösterdiği bireysel sorumluluk düzeylerinin ise anlamlı farklılık göstermediği sonucu bulunmuştur. Sosyal sorumluluk düzeylerinde ortaya çıkan anlamlı farklılığın, 1 yıl ve altı ile 3 yıl ve üzeri spor yapma süresine sahip gruplar arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu araştırmada spor yapma süresinin arttıkça sosyal sorumluluk puanlarını yükseldiği görülmüştür.

Sonuç olarak; cinsiyet değişkenine göre sosyal sorumluluk düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmazken, bireysel sorumluluk düzeylerinde erkekler lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Yaş değişkenine göre hem sosyal sorumluluk hem de bireysel sorumluluk düzeylerinde anlamlı farklılıklar bulunmuş ve bu farklılıkların 16–17 yaş grubu lehine olduğu tespit edilmiştir. Spor yapma süresi değişkenine göre sosyal sorumluluk düzeylerinde anlamlı farklılık olduğu, bireysel sorumluluk düzeylerinde ise anlamlı farklılık bulunmadığı belirlenmiştir. Sosyal sorumluluk düzeylerindeki farklılığın 1 yıl ve altı ile 3 yıl ve üzeri spor yapma süresine sahip gruplar arasında olduğu görülmüştür. Spor branşı değişkenine göre sosyal sorumluluk düzeylerinde anlamlı farklılık bulunmazken, bireysel sorumluluk düzeylerinde takım sporları lehine anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu araştırma sonuçları doğrultusunda, sporun bireylerin sorumluluk düzeyleri ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Özellikle yaş, spor yapma süresi ve spor branşı gibi değişkenlerin bazı sorumluluk boyutlarında farklılıklarla ilişkili olabileceği dikkate alınarak, genç bireylerin spor katılımını destekleyici uygulamaların artırılması önerilmektedir. Ayrıca takım ve bireysel sporların kazandırabileceği farklı sorumluluk becerileri göz önünde bulundurularak, spor programlarının bu doğrultuda planlanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akgül, F., & Dinç, F. (2024). Spor yapan ve yapmayan lise öğrencilerinin bireysel ve sosyal sorumluluk durumlarının incelenmesi: doğanhisar örneği. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17(3), 347-360.
- Arslan, E., Özkan, Z., & Kızılet, A. (2021). Bireysel ve takım sporunu yapanların bu spora başlamalarına etki eden unsurlar ve beklentileri. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 6(3), 222-231.
- Aykara, A., & Albayrak, H. (2016). Olumlu gençlik gelişimi yaklaşımı açısından spor etkinliklerine katılımın gençlere yansımaları. *Toplum ve Sosyal Hizmet*, 27(1), 77-100.
- Başaran, Z. (2016). The effect of sportive and cultural activities on the self-esteem and hope of the children who have tendency to involve in a crime. *Educational Research and Reviews*. 11(14), 1324- 1330.
- Bilir, H. (2020). Sporun Toplumsal İşlevi: Sosyolojik Bir Yaklaşım. Journal of Aksaray University. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4).
- Brinkley, A., McDermott, H., & Munir, F. (2017). What benefits does team sport hold for the workplace? A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 35(2), 136-148.
- Buğdaycı, S. (2019). Examining personal and social responsibility levels of secondary school students. *Universal Journal of Educational Research*, 7(1), 206-210. DOI:10.13189/ujer.2019.070126.
- Camiré, M., Trudel, P. ve Forneris, T. (2014). Examining how model youth sport coaches learn to facilitate positive youth development, *Physical Education and Sport Pedagogy*, 19(1), 1-17.
- Çalışkan, H. & Yıldırım, Y. (2020). Seçmeli hukuk ve adalet dersinin ortaokul öğrencilerinin adil olma ve sorumluluk değerlerine etkisi. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 4(2), 34-48.
- Ekeland E, Heian F.& Hagen K.B. (2005). Can exercise improve self esteem in children and young people? a systematic review of randomised controlled trials. *British Journal Of Sports Medicine*. 39(11), 792–798.
- Filiz, B., & Demirhan, G. (2015). Bireysel ve sosyal sorumluluk ölçeği'nin (BSS-Ö) Türk diline uyarlanma çalışması. *Spor Bilimleri Dergisi*, 26(2), 51-64.
- Jones D. (2020). Gender differences in social responsibility engagement: an analysis of student participation in community projects. *Social Psychology Quarterly*. 48(1), 87-104.
- Kaplan, Y., & Çetinkaya, G. (2014). Spor yoluyla toplumsallaşma-yeniden toplumsallaşma süreci. *International Journal of Sport Culture and Science*, 2(Special Issue 2), 120-125.
- Karatarla, G., & Polat, E. (2020). Üniversite öğrencilerinin aktif spor yapma durumları ve farklı diğer değişkenlere göre 21. yüzyıl becerilerinin incelenmesi. *International Journal of Social Science Research*, 9(2), 109-122.
- Kılıç M, Arslan A. (2018). Parçalanmış aileye mensup lise öğrencilerinin sosyalleşmesinde sporun etkisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 17(66), 505-517.
- Li, W., Wright, P. M., Rukavina, P. B., & Pickering, M. (2008). Measuring students' perceptions of personal and social responsibility and the relationship to intrinsic motivation in urban physical education. *Journal of teaching in Physical Education*, 27(2), 167-178.
- Orhan, R. (2019). Çocuk gelişiminde fiziksel aktivite ve sporun önemi. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 157-176.
- Özcan, M. (2021). Ortaokul öğrencilerinin sosyal sorumluluk düzeyleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(1), 291-302.

- Özen, Y. (2010). Kişisel sorumluluk bağlamında öznel ve psikolojik iyi oluş sosyal psikolojik bir değerlendirme. *Dicle üniversitesi sosyal bilimler enstitüsü dergisi*, (4), 46-58.
- Sezer, A., Çoban, O. & Akşit, İ. (2017). Öğretmenlerin sorumluluk değeri algılarının incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 122-144. DOI:10.29065/usakead.285941
- Tapşın, F. O., & Karagün, E., (2017). Lise Öğrencilerinde Spor Durumuna Göre BireyselSosyal Sorumluluk Duygusu: Adapazarı Örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 132-138.
- Yıldız, E., & Çetin, Z. (2018). Sporun psiko-motor gelişim ve sosyal gelişime etkisi. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, 5(2), 54-66.

FARKLI MÜZİK TÜRLERİNİN GENÇ GÜREŞÇİLERDE TOPARLANMAYA ETKİSİ**Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet İsmail TOSUN¹/ BegümUZUN²****1Hitit Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor, mehmetismailtosun@hitit.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-3158-3942****2Hitit Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor,
begummuzun@gmail.com, ORCID: 0009-0008-5567-3882****Özet**

Amaç: Güreş, tekrarlayan yüksek şiddetli eforlar ve kısa toparlanma aralıkları nedeniyle etkili toparlanma stratejilerinin önemli olduğu bir mücadele sporudur. Bu çalışmanın amacı, farklı müzik türlerinin genç erkek güreşçilerde egzersiz sonrası erken dönem kalp atım hızı toparlanması üzerindeki etkilerini incelemektir.

Yöntem: Araştırma randomize çapraz desenli olarak yürütüldü. Çalışmaya 14–16 yaş aralığında, ortalama 3–4 yıldır düzenli güreş antrenmanı yapan 14 erkek sporcu dahil edildi. Etik kurul onayı alındıktan sonra her katılımcı dört farklı toparlanma protokolünü rastgele sırayla tamamladı: klasik müzik, pop müzik, rock müzik ve müziksiz kontrol. Tüm protokollerde sporcular standart ısınmanın ardından motorize koşu bandında 30 dakika sabit hızda koştu. Koşu sonrası toparlanma pasif olarak gerçekleştirildi. Kalp atım hızı Polar Verity Sense sensörü ile takip edildi ve egzersizin hemen sonrası (0. dakika), toparlanmanın 1. ve 3. dakikalarında kaydedildi. Erken dönem toparlanma yanıtı, 0–3. dakika arasındaki kalp atım hızı düşüşü üzerinden değerlendirildi. Veriler iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA ve Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalarla analiz edildi.

Bulgular: Egzersiz sonrası 0. dakika kalp atım hızı değerleri protokoller arasında oldukça benzerdi. Buna karşın toparlanma sürecinde kalp atım hızı düşüşü protokollere göre farklılaştı. En yüksek 0–3. dakika kalp atım hızı düşüşü klasik müzik protokolünde gözlemlendi (59.36 ± 2.31 bpm). Bunu pop müzik (57.71 ± 2.05 bpm), kontrol (57.00 ± 2.00 bpm) ve rock müzik (54.43 ± 2.14 bpm) izledi. Protokol, zaman ve protokol $\times$ zaman etkileşimi anlamlı bulundu ($p < 0.001$).

Sonuç: Bulgular, klasik müzik eşliğinde gerçekleştirilen pasif toparlanmanın genç güreşçilerde erken dönem kardiyovasküler toparlanmayı diğer protokollere kıyasla daha olumlu destekleyebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, müzik protokollerinin etkisi temel toparlanma stratejilerini tamamlayıcı nitelikte değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Güreş; Toparlanma, Müzik, Kalp atım hızı.

THE EFFECT OF DIFFERENT MUSIC GENRES ON RECOVERY IN YOUNG WRESTLERS**Asst. Prof. Mehmet İsmail TOSUN¹/ Begüm UZUN²****¹Hitit University, Faculty of Sport Sciences, Department of Physical Education and Sports, Çorum, Türkiye, mehmetismailtosun@hitit.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3158-3942****²Hitit University, Faculty of Sport Sciences, Department of Physical Education and Sports, Çorum, Türkiye, begummuzun@gmail.com, ORCID: 0009-0008-5567-3882****Abstract**

Purpose: Wrestling is a combat sport in which effective recovery strategies are important due to repeated high-intensity efforts and short recovery intervals. The aim of this study was to examine the effects of different music genres on early post-exercise heart rate recovery in young male wrestlers.

Methods: The study was conducted using a randomized crossover design. Fourteen male athletes aged 14–16 years, each with at least three years of regular wrestling training experience, were included. After ethical approval was obtained, each participant completed four different recovery protocols in a randomized order: classical music, pop music, rock music, and a no-music control condition. In all protocols, athletes performed a 30-minute treadmill run at a constant speed following a standardized warm-up. Post-exercise recovery was performed passively. Heart rate was monitored using a Polar Verity Sense sensor and recorded immediately after exercise (0 min) and at the 1st and 3rd minutes of recovery. Early recovery response was evaluated based on the decrease in heart rate from 0 to 3 minutes. Data were analyzed using two-way repeated-measures ANOVA and Bonferroni-adjusted pairwise comparisons.

Results: Heart rate values immediately after exercise were highly similar across protocols. However, the decrease in heart rate during recovery differed according to protocol. The greatest 0–3 min heart rate reduction was observed in the classical music protocol (59.36 ± 2.31 bpm), followed by pop music (57.71 ± 2.05 bpm), control (57.00 ± 2.00 bpm), and rock music (54.43 ± 2.14 bpm). Significant effects were found for protocol, time, and the protocol $\times$ time interaction ($p < 0.001$).

Conclusion: The findings suggest that passive recovery accompanied by classical music may support early cardiovascular recovery in young wrestlers more favorably than the other protocols. Nevertheless, music-based recovery protocols should be considered as complementary to fundamental recovery strategies.

Keywords: Wrestling; Recovery; Music; Heart rate.

BİSİKLET BİLGİSAYARLARINDA İLERİ TEKNOLOJİ KULLANIMININ SPORCU PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**(GARMİN EDGE 1040 ÖRNEĞİ)****Dr, Onur ÖZTÜRK¹/ Prof. Dr, Betül AKYOL²**¹Bağımsız Araştırmacı, Spor Bilimleri, onur_ozturk_44@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-7630-6861²İnönü Üniversitesi, Spor Bilimleri, betul.akyol@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3836-1317**Özet**

Spor teknolojilerindeki dijitalleşme, bisiklet sporunu fiziksel bir aktivite olmanın ötesine taşıyarak veriye dayalı bir performans yönetimi disiplinine dönüştürmüştür. Yüksek hassasiyetli GPS cihazları ve fizyolojik takip sistemleri, sporcuların antrenman verimliliği ile sürüş güvenliğini optimize etme sürecinde önemli birer bileşen haline gelmiştir. Araştırmanın Amacı: Garmin Edge 1040 model bisiklet bilgisayarının sunduğu teknik özelliklerin sporcu performansı üzerindeki potansiyel avantajlarını analiz etmek ve bu teknolojilerin kullanılmaması durumunda ortaya çıkabilecek olası dezavantajları bilimsel bir perspektifle değerlendirmektir. Yöntem: Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden olan doküman analizi tekniği kullanılmıştır. Çalışmanın veri seti, üretici firmanın ürün teknik özellikleri, kullanım kılavuzları ve resmi performans metriklerinden elde edilmiştir. Elde edilen veriler, tarafsızlığı sağlamak amacıyla spor teknolojileri alanındaki ikincil literatür ve kullanıcı deneyimlerine dayalı akademik çalışmalarla desteklenerek sentezlenmiştir. Bulgular: Yapılan incelemeler neticesinde cihazın sunduğu temel teknolojik katkılar şu şekilde saptanmıştır. İlk olarak fizyolojik yönetim açısından, Real-Time Stamina özelliğinin, sporcunun anlık enerji rezervini izleyerek efor yönetimini daha kontrollü hale getirmeye yardımcı olduğu görülmüştür. stratejik planlama açısından, Power Guide ve ClimbPro gibi özelliklerin, parkur zorluğunu önceden görselleştirerek sporcunun bilişsel yükünü yönetmesine ve stratejik efor dağılımı yapmasına katkı sağlayabileceği saptanmıştır. Son olarak navigasyonel veri ve güvenlik açısından, Multi-band GNSS teknolojisinin, zorlu çevresel koşullarda yüksek konum doğruluğu sağladığı, Varia entegrasyonu ve olay tespit sistemlerinin ise proaktif bir güvenlik katmanı oluşturarak kaza risklerini azaltmaya yardımcı olabileceği belirlenmiştir. Sonuç: Araştırma sonuçları, Garmin Edge 1040 kullanımının sürüş esnasındaki belirsizlikleri azaltarak performansı daha ölçülebilir ve yönetilebilir bir değişkene dönüştürdüğünü göstermektedir. Bu tür teknolojilerin kullanımı, enerji yönetiminde verimlilik, antrenman yükünün optimizasyonu ve sürüş güvenliğinin artırılması noktasında sporcuya avantajlar sunmaktadır. Öte yandan, bu teknolojilerin kullanılmaması durumunda sporcuların, efor yönetiminde hatalar, aşırı antrenman yüklenmesi ve çevresel risklere karşı farkındalık eksikliği gibi potansiyel dezavantajlarla karşılaşabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bisiklet Teknolojileri, Performans Analizi, Garmin Edge 1040, Efor Yönetimi, Veri Güvenliği.

THE EFFECTS OF ADVANCED TECHNOLOGY USE IN CYCLING COMPUTERS ON ATHLETE PERFORMANCE

(THE CASE OF GARMIN EDGE 1040)

Dr, Onur ÖZTÜRK¹/ Prof. Dr, Betül AKYOL²

¹Independent Researcher, Sport Sciences, onur_ozturk_44@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-7630-6861

²Inonu University, Sport Sciences, betul.akyol@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3836-1317

Abstract

The digitalization of sports technologies has transformed cycling beyond a physical activity into a data-driven performance management discipline. High-precision GPS devices and physiological tracking systems have become essential components in the process of optimizing athletes' training efficiency and ride safety. Aim of the Research: To analyze the potential advantages of the technical features offered by the Garmin Edge 1040 cycling computer on athlete performance and to evaluate the possible disadvantages that may arise in the absence of such technologies from a scientific perspective. Method: The document analysis technique, one of the qualitative research methods, was employed in the study. The dataset was obtained from the manufacturer's technical specifications, user manuals, and official performance metrics. To ensure objectivity, the data were synthesized by supporting them with secondary literature in the field of sports technologies and academic studies based on user experiences. Findings: As a result of the examinations, the core technological contributions of the device were identified as follows: Firstly, in terms of physiological management, it was observed that the Real-Time Stamina feature helps make effort management more controlled by monitoring the athlete's instantaneous energy reserves. Regarding strategic planning, it was determined that features such as Power Guide and ClimbPro contribute to managing the athlete's cognitive load and strategic effort distribution by pre-visualizing course difficulty. Finally, in terms of navigational data and safety, it was found that Multi-band GNSS technology provides high positioning accuracy in challenging environmental conditions, while Varia integration and incident detection systems help reduce accident risks by creating a proactive safety layer. Conclusion: The research results indicate that the use of Garmin Edge 1040 transforms performance into a more measurable and manageable variable by reducing uncertainties during the ride. The use of such technologies offers advantages to the athlete in terms of efficiency in energy management, optimization of training load, and enhancement of riding safety. On the other hand, it is evaluated that in the absence of these technologies, athletes may encounter potential disadvantages such as errors in effort management, overtraining, and a lack of awareness against environmental risks.

Keywords: Cycling Technologies, Performance Analysis, Garmin Edge 1040, Effort Management, Data Security.

GİRİŞ

Sürdürülebilir ulaşımın en temel ve ekolojik modeli olan bisiklet kullanımı (Dutta ve Dontiboyina, 2016), dijital dönüşümün etkisiyle fiziksel bir eylem olmanın ötesine geçerek karmaşık bir ‘antropoteknik sistem’ halini almıştır. Bisiklet sporunun bu teknolojik evrimi, performansın ölçülmesinden sürüş güvenliğine kadar her aşamada veri odaklı bir disiplini zorunlu kılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri’nde her gün ortalama iki bisikletçinin kaza sonucu hayatını kaybetmesi gibi trajik istatistikler (Siddiqui, 2021), bisiklet bilgisayarlarının ürettiği verilerin sadece birer antrenman metriği değil, aynı zamanda hayati bir adli ve güvenlik bileşeni olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Garmin Edge 1040 gibi ileri nesil cihazlar, sunduğu yüksek hassasiyetli GPS çözümleri ve fizyolojik takip sistemleri ile bu ekosistemin merkezinde yer almaktadır.

Veri Hassasiyeti ve Konumsal Belirsizlik Sorunu

Bisiklet bilgisayarları, hız, konum ve rota kullanımı gibi zengin veri setleri sunsa da, bu verilerin doğruluğu gerçek dünya koşullarında ciddi sınırlamalarla karşı karşıyadır. Literatürde, taşınabilir GPS cihazlarının yoğun kentsel ve kırsal alanlarda 5.76 ft ile 13.66 ft (1.75 - 4.16 m) arasında değişen mutlak hata paylarına sahip olduğu saptanmıştır (Desai ve ark., 2021). Siegmund ve ark. (2024) ise dinamik sürüş koşullarında bu belirsizliğin ± 8.04 metreye kadar çıkabildiğini, bunun da kaza rekonstrüksiyonu gibi hassas analizlerde sınırlılık yarattığını vurgulamıştır.

Özellikle ivmelenme, yavaşlama ve dur-kalk anlarındaki veri sapmaları, mikromobilite araçlarının analizinde kritik bir sorun teşkil etmektedir. Engleman ve ark. (2022), dinamik sürüş aşamalarında cihazların ortalama 6.68 ft/yaklaşık 2.04 m sapma gösterdiğini saptarken, Siddiqui (2021), Garmin Edge 530 gibi yaygın modellerin hız verisinde %10.83, konum verisinde ise 21.78 ft/yaklaşık 6.64 m hata yapabildiğini, duruş anlarında ise ‘veri ortalaması alma’ eğilimi nedeniyle sporcunun hareketini hatalı yansıtabildiğini kanıtlamıştır. Bu bilimsel veriler ışığında Garmin Edge 1040’ta kullanılan Multi-band GNSS (Çok Bantlı Uydu Sistemi) teknolojisi, konumsal belirsizliği (GPS kayma) minimize ederek hem adli güvenilirliği hem de performans doğruluğunu sağlayan bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.

Performansın Yeni Boyutu: Dayanıklılık ve Enerji Yönetimi

Modern spor bilimi araştırmaları, dayanıklılık performansının sadece VO2 max veya FTP gibi geleneksel parametrelerle açıklanamayacağını göstermektedir. Barsumyan ve ark. (2025), ‘dayanıklılık’ kavramını bu geleneksel metriklerden bağımsız bir fizyolojik değişken olarak tanımlamış ve yüksek iş yükü (1000 kJ) sonrası sporcu kapasitesinde yaşanan %10’luk düşüşün ancak ileri düzey algoritmalarla izlenebileceğini ortaya koymuştur. Bu noktada Matyja ve ark. (2022), profesyonel bisiklet bilgisayarlarının barometrik altimetre ve GPS verileriyle elektrikli bisikletlerin enerji verimliliğini dahi ölçebilecek bir ‘bilimsel enstrüman’ kapasitesine sahip olduğunu belirtmiştir. Garmin Edge 1040, bu bilimsel altyapıyı Real-Time Stamina ve Power Guide gibi özelliklerle pratik bir uygulamaya dönüştürerek, sporcunun yorgunluğa bağlı performans kaybını dijital olarak modellemesine ve eforunu bilimsel veriye dayalı olarak dağıtmasına olanak tanımaktadır.

Bilişsel Yük ve Proaktif Güvenlik Entegrasyonu

Bisikletçiler için rotada kalma, yabancı coğrafyalarda yol bulma ve trafik risklerini yönetme süreçleri ciddi bir bilişsel yük oluşturmaktadır (Dutta ve Dontiboyina, 2016). NaviRide projesiyle temelleri atılan ‘akıllı rehberlik ve kaza tespiti’ vizyonu, günümüzde Varia Radar uyumluluğu ve ClimbPro gibi teknolojilerle bir ‘güvenlik ve strateji katmanı’ halini almıştır. Tırmanış eğimlerinin önceden görselleştirilmesi ve arkadan gelen araçların dijital olarak uyarılması, sporcunun dışsal belirsizliklerden kurtulup tamamen sürüş kalitesine odaklanmasını sağlamaktadır.

Mevcut çalışma kapsamında seçilen cihaz olan Edge 1040, bisiklet teknolojilerinde ‘veriye dayalı performans yönetimi’ dönemini başlatan Multi-band GNSS ve Real-Time Stamina gibi temel özellikleri ilk kez bir araya

getiren model olması ve pil ömrü/doğruluk dengesinde hala endüstri standardını temsil etmesi nedeniyle seçilmiştir.



Şekil 1. Garmin Edge 1040

Kaynak: Garmin, 2026

Bu araştırmanın amacı, Garmin Edge 1040 model bisiklet bilgisayarının sunduğu ileri teknolojik özelliklerin sporcu performansı, efor yönetimi ve sürüş güvenliği üzerindeki etkilerini bilimsel bir perspektifle analiz etmek ve bu teknolojilerin dijitalleşen spor ekosistemindeki stratejik rolünü değerlendirmektir. Bu veriler ışığında, ileri teknoloji kullanımının modern bisiklet sporundaki vazgeçilmez rolü doküman analizi yöntemiyle incelenecektir. Çalışma, bu teknolojilerin kullanılmaması durumunda sporcuların karşılaşılabileceği stratejik hatalar, konum kaynaklı belirsizlikler ve güvenlik zafiyetleri üzerine bilimsel bir perspektif sunmayı hedeflemektedir.

2. YÖNTEM

Araştırmanın Amacı

Araştırmanın temel amacı, Garmin Edge 1040 bisiklet bilgisayarının sunduğu teknik özelliklerin (Multi-band GNSS, Real-Time Stamina, Power Guide vb.) sporcu performansı, sürüş güvenliği ve veri doğruluğu üzerindeki potansiyel avantajlarını analiz etmektir. Bu tür teknolojilerin kullanılmaması durumunda ortaya çıkabilecek olası dezavantajları bilimsel bir perspektifle değerlendirmektir (Garmin, 2026)

Araştırmanın Deseni

Bu araştırma, nitel araştırma desenlerinden biri olan doküman analizi yöntemiyle tasarlanmıştır. Doküman analizi, araştırılması hedeflenen olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsayan sistematik bir süreçtir. Araştırma, Garmin Edge 1040 modelinin sunduğu ileri teknolojilerin sporcu performansı üzerindeki etkilerini, mevcut bilimsel literatür ve teknik veriler ışığında betimsel ve analitik bir yaklaşımla incelemeyi hedeflenmiştir (Bowen, 2009; Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Veri Toplama Aracı

Üretici Verileri ve Teknik Spesifikasyonlar, Garmin firmasının Edge 1040 modeline ait resmi ürün teknik özellikleri, kullanıcı kılavuzları, sensör doğruluk beyanları ve cihazın çalışma algoritmalarını içeren resmi

dokümanlar. Elde edilen veriler, içerik analizi ve karşılaştırmalı sentez yöntemleriyle çözümlenmiştir (Garmin, 2026).

3. BULGULAR

Enerji Yönetimi ve Fizyolojik Verimlilik

Cihazın sunduğu Real-Time Stamina ve Power Guide gibi ileri düzey özellikler, sporcunun biyolojik sınırlarını dijital ve izlenebilir bir göstergeye dönüştürmektedir. Bu teknolojiyi kullanmanın temel avantajı, sporcunun vücudundaki biyolojik ‘yakıtın’ ne zaman tükeneceğini matematiksel olarak görebilmesidir. Bu sayede yarışın başlangıç safhasında gereksiz efor sarf etmek yerine, mevcut gücünü parkur geneline homojen bir şekilde dağıtarak laktat eşliğini aşmadan maksimum verimle finişe ulaşabilir. Aksine, bu teknolojiden mahrum kalan bir sporcu tamamen öznel hislerine güvenmek zorunda kalmaktadır. Adrenalin etkisiyle yarışın başında kapasitesinin üzerinde güç harcanması, yarışın son kilometrelerinde ‘bonking’ olarak tabir edilen ani enerji tükenmesine ve performansın dramatik bir şekilde çökmesine neden olabilmektedir.

Antrenman Bilimi ve Gelişim Takibi

VO2 Max, antrenman durumu ve toparlanma danışmanı gibi fonksiyonlar, sporcunun gelişim sürecini dinamik olarak izlemektedir. Cihazın sağladığı veriye dayalı yönlendirmeler sayesinde sporcu, dinlenme veya yüksek yoğunluklu çalışma kararlarını bilimsel verilere dayanarak vermektedir. Bu da aşırı antrenman riskini minimize ederek her antrenman seansının belirli bir amaca hizmet etmesini sağlar. Bu teknolojilerin kullanılmadığı senaryolarda gelişim süreci belirsizleşmekte ve sporcu çok çalıştığını düşünse dahi ‘verimsiz bölgede’ antrenman yapma riskiyle karşı karşıya kalmaktadır. Dinlenme sürelerinin doğru ayarlanamaması ise uzun vadede kronik sakatlıklara veya performans duraklamalarına zemin hazırlamaktadır.

Psikolojik Eşik ve Zihinsel Yönetim

ClimbPro özelliği, sporcunun karşı karşıya olduğu fiziksel zorluğun boyutunu önceden görselleştirerek mental bir hazırlık imkanı sunar. Bisiklet sporunda belirsizlik, sporcu motivasyonu üzerindeki en büyük engeldir. ClimbPro ile tırmanışın bitimine kalan mesafeyi ve eğim değişimlerini bilmek, sporcunun ‘acı çekeceği’ süreyi öngörmesini sağlayarak dayanıklılık eşliğini yukarı çekmektedir. Bu özelliğin eksikliğinde, tırmanışın bitiş noktasına dair belirsizlik efor yönetimini imkansız kılmaktadır. Örneğin, yokuşun biteceğini varsayarak erken sprint atan bir sporcu, tırmanışın devam ettiğini gördüğünde ciddi bir mental çöküş ve erken pes etme eğilimi yaşayabilmektedir.

Güvenlik ve Risk Analizi

Multi-band GNSS, Varia Radar desteği ve entegre olay tespit sistemleri, sürüş esnasında proaktif bir güvenlik katmanı oluşturmaktadır. Varia Radar aracılığıyla arkadan yaklaşan araçların henüz görüş alanına girmeden uyarılması, sporcunun sürekli arkasına bakma ihtiyacını ortadan kaldırarak sürüş çizgisine ve tekniğine odaklanmasını sağlar. Teknoloji desteği olmayan sürüşlerde ise trafiği kontrol etmek amacıyla yapılan fiziksel hareketler sürüş dengesini bozabilmekte ve boyun yorgunluğu yaratabilmektedir. Ayrıca, ıssız rotalarda yapılan yalnız antrenmanlarda olası bir kaza durumunda cihazın otomatik olarak konum bildirilmesi, yardım çağırma süresini kısaltarak hayati bir koruma kalkanı sağlamaktadır.

Beslenme ve Hidrasyon Stratejisi

Cihaz, sporcunun harcadığı kalori ve tahmini terleme oranına dayanarak kişiselleştirilmiş su ve gıda hatırlatıcıları oluşturmaktadır. Yoğun fiziksel konsantrasyon altında sporcuların beslenme ihtiyaçlarını ihmal etme eğilimi, bu dijital uyarılar sayesinde engellenmekte ve vücudun homeostazi dengesi korunmaktadır. Bu tür bir takip mekanizmasının yokluğunda, susuzluk hissi ancak vücut dehidre olduktan sonra ortaya çıkmaktadır, bu

aşamadan sonra tüketilen sıvının emilimi zaman alacağı için kas krampları, odaklanma sorunları ve ani performans kayıpları **kaçınılmaz hale gelmektedir.**

Tablo 1. Garmin Edge 1040 Kullanıcı Avantajları ve Kullanmayan İçin Riskleri

Özellik	Kullanıcı Avantajı	Kullanmayan İçin Risk
Power Guide	Matematiksel yarış stratejisi	Stratejisiz, kontrolsüz güç kullanımı
ClimbPro	Mental hazırlık ve efor planlama	Belirsizliğe bağlı erken tükenme
GNSS (Hassas GPS)	Kaybolmadan, en doğru veriyle sürüş	Yanlış hız/mesafe verisi ve kaybolma
Recovery Advisor	Sakatlıktan korunma ve gelişim	Overtraining ve kronik yorgunluk

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, ileri nesil bisiklet bilgisayarlarının yalnızca veri kayıt cihazları değil, aynı zamanda performansı optimize eden ve güvenliği proaktif olarak yöneten ‘stratejik karar destek sistemleri’ olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, teknolojinin bisiklet sporundaki dönüştürücü etkisini, veri hassasiyeti, fizyolojik yönetim ve bilimsel/adli güvenilirlik olmak üzere üç temel boyutta somutlaştırmaktadır.

İlk olarak, veri hassasiyeti ve konumsal doğruluk boyutu ele alındığında, literatürde vurgulanan GPS konumlandırma hatalarının dinamik sürüş koşullarındaki (özellikle ivmelenme ve yavaşlama anları) değişkenliği, cihaz güvenilirliği açısından kritik bir eşiktir (Engleman ve ark., 2022, Siddiqui, 2021). Literatürde saptanan bu yüksek GPS hata payları, sporcunun gerçek performans metrikleri ile cihaz verisi arasında sapmalara neden olmaktadır. Ancak çalışmamızda incelenen Garmin Edge 1040’ın çok bantlı (Multi-band) uydu sistemi, Desai ve ark. (2021) ile Siegmund ve ark. (2024) tarafından saptanan operasyonel hataları ve konumsal belirsizlikleri minimize ederek, sporcuya sağlanan verinin bilimsel geçerliliğini ve sahadaki hassasiyetini en üst düzeye çıkarmaktadır.

İkinci olarak, fizyolojik performans ve efor yönetimi açısından, geleneksel laboratuvar testlerinden bağımsız olarak gelişen yorgunluk direncinin anlık takibi, dayanıklılık sporlarında yeni bir paradigma sunmaktadır. Barsumyan ve ark. (2025) tarafından vurgulanan yorgunluğa bağlı performans kayıpları ve bu dinamik süreçlerin izlenmesi gerekliliği, cihazın sunduğu ‘Real-Time Stamina’ modellemeleriyle somut bir efor dağılım stratejisine dönüşmektedir. Bu teknoloji, sporcunun tükenme eşiğini ve yorgunluk direncini veriye dayalı olarak yönetmesine olanak tanıyarak, kontrolsüz güç kullanımı riskini ortadan kaldırmaktadır.

Son olarak, cihazın sunduğu imkanlar bilimsel ve adli değerlendirme süreçleri bakımından stratejik bir potansiyel taşımaktadır. Matyja ve ark. (2022) tarafından belirtildiği üzere, bu cihazların enerji verimliliği ölçümü gibi ileri düzey süreçlerde birer ‘bilimsel enstrüman’ olarak kullanılması, teknolojinin spor sınırlarını aştığını kanıtlamaktadır. Özellikle Siddiqui (2021) ve Siegmund ve ark. (2024) tarafından incelenen veri doğruluğu parametreleri, kaza analizlerindeki yüksek veri güvenilirliği ile birleştğinde, bu sistemlerin adli bilişim ve mühendislik disiplinleri için de kıymetli birer veri kaynağı olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, Garmin Edge 1040 özelinde incelenen bu teknolojiler, veri sapmalarını en aza indirerek, yorgunluk yönetimini dijitalleştirerek ve sürüş güvenliğini proaktif bir zemine oturtarak modern bisiklet sporunu fiziksel bir aktivite olmanın ötesine taşımıştır. Bu tür ileri teknoloji kullanımı, performansı daha ölçülebilir, yönetilebilir ve güvenli bir disiplin haline getirirken, bu imkanlardan yoksun kalmanın sporcuları efor yönetimi hataları, konum kaynaklı belirsizlikler ve güvenlik zafiyetleri gibi dezavantajlarla karşı karşıya bıraktığı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Barsumyan, A., Soost, C., Shyla, R. et al. (2025). Durability as an independent parameter of endurance performance in cycling. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 17, 192. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01238-8>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. Qualitative research journal, 9(2), 27-40.
- Desai, E., Wang, P., Suway, J., & Engleman, K. (2021). Bicycle GPS Positional Accuracy. SAE Technical Paper.
- Dutta, P., & Dontiboyina, U. S. G. V. (2016, February). NaviRide: Smart bicycle computer with GPS waypoint indicators. In 2016 Second International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology (CICT) (pp. 472-477). IEEE.
- Engleman, K., Vega, H., Suway, J., & Desai, E. (2022). Positional Accuracy of Portable GPS Devices during Different Ride Conditions. SAE International Journal of Advances and Current Practices in Mobility, 4(2022-01-0828), 2478-2492
- Garmin. (2026). *Garmin Edge 1040*. 21 Nisan 2026 tarihinde <https://www.garmin.com.tr/garmin-edge-1040> adresinden edinilmiştir.
- Matyja, T., Kubik, A., & Stanik, Z. (2022). Possibility to use professional bicycle computers for the scientific evaluation of electric bikes: trajectory, distance, and slope data. Energies, 15(3), 758.
- Siddiqui, O. (2021). Evaluating the accuracy and reliability of bicycle GPS devices. SAE International Journal of Advances and Current Practices in Mobility, 3(6), 3093-3114.
- Siegmund, G. P., Miller, I. L., Booth, G., & Lawrence, J. M. (2024). Quantifying Uncertainty in Bicycle-Computer Position Measurements. SAE International Journal of Advances and Current Practices in Mobility, 7(2024-01-2486), 660-671.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

DİJİTAL SPOR EKOSİSTEMLERİNDE AKTİF ULAŞIMDA KUŞAKLAR ARASI TEKNOLOJİ ADAPTASYONU VE ÇEVRESEL KOŞULLARIN FİZİKSEL AKTİVİTE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Dr, Onur ÖZTÜRK¹/ Prof. Dr, Betül AKYOL²

¹Bağımsız Araştırmacı, Spor Bilimleri, onur_ozturk_44@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-7630-6861

²İnönü Üniversitesi, Spor Bilimleri, betul.akyol@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3836-1317

Özet

Geleneksel egzersiz takibi yöntemleri genellikle performans odaklı aktivitelere yoğunlaşırken, ulaşım amaçlı fiziksel aktivitelerin (bisikletle işe gidiş-dönüş vb.) toplam fiziksel aktivite hacmi üzerindeki etkisi çoğu zaman ölçülememektedir. Strava Metro gibi dijital ekosistemler, bu ‘rutin’ aktiviteleri toplu ve anonim verilere dönüştürerek kentsel hareketlilik ve spor bilimleri için geniş kapsamlı bir veri havuzu sunmaktadır. Araştırmanın Amacı: Strava Metro 2025 verileri ışığında aktif ulaşım alışkanlıklarını kuşaklar arası farklar, coğrafi ve iklimsel faktörler ve teknolojik araç (E-bisiklet) kullanımı değişkenleri üzerinden analiz etmektir. Yöntem ve Veri Toplama Aracı: Araştırmada ikincil veri analizi yöntemi kullanılmıştır. Temel veri kaynağı, Strava Metro tarafından Ocak-Aralık 2025 dönemini kapsayan, dünya genelinde kaydedilmiş 550 milyon millik bisikletle ulaşım verisinden derlenen ‘2025 Strava Metro: Commute Report’tur. Veriler, yaş grupları, küresel segmentler ve ekstrem hava koşullarındaki (4°C altı ve 27°C üstü) aktivite oranları üzerinden betimsel olarak incelenmiştir. Bulgular: ilk olarak kuşaklar arası farklar açısından, Gen (kuşak) Z kuşağının bisikletle ulaşım aktivitesi kaydetme olasılığının, Boomers kuşağına göre %21 daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca Gen (kuşak) Z’nin e-bisikletle ulaşım tamamlama oranı diğer nesillere göre daha yüksektir. İkinci olarak aktif ulaşım oranları açısından, Belçika, %43 ile bisikletçilerin en az bir ulaşım aktivitesi kaydettiği ülke olarak öne çıkmaktadır. İzlanda ise e-bisiklet kullanan ulaşımçıların payında dünya lideridir. Üçüncü olarak iklimsel dayanıklılık açısından, Finlandiya (%22) ve İsveç (%18) gibi Kuzey Avrupa ülkeleri, 4°C’nin altındaki sıcaklıklarda dahi yüksek sürüş oranlarını koruyarak zorlu hava koşullarında egzersiz sürekliliğini kanıtlamıştır. Sıcak iklimlerde ise Japonya (%25) ve Brezilya (%23), 27°C üstü sıcaklıklarda en yüksek aktivite oranına sahip bölgelerdir. Son olarak küresel segmentler açısından, Stockholm’deki ‘Västerbron’ segmentindeki sürüşlerin %77’sinin ulaşım amaçlı olması, belirli rotaların topluluk temelli ulaşım ağlarına dönüştüğünü göstermektedir. Sonuç: Strava Metro 2025 verileri, bisikletle ulaşımın dünya genelinde ‘görünmez’ olmaktan çıkıp ölçülebilir bir fiziksel aktivite modeline dönüştüğünü göstermektedir. Gen (kuşak) Z grubunun yüksek kayıt oranı, genç neslin rutin ulaşım aktivitelerini dijital ekosisteme entegre etmeye daha yatkın olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, kentsel altyapı planlamasının yanı sıra spor bilimciler için ‘günlük fiziksel aktivite hacmi’ analizlerinde aktif ulaşım verilerinin kritik bir parametre olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Aktif Ulaşım, Strava Metro, Kuşaklar Arası Farklar, Egzersiz Sürekliliği.

**INTERGENERATIONAL TECHNOLOGY ADAPTATION IN ACTIVE TRANSPORTATION
WITHIN DIGITAL SPORTS ECOSYSTEMS AND THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL
CONDITIONS ON PHYSICAL ACTIVITY SUSTAINABILITY****Dr, Onur ÖZTÜRK¹/ Prof. Dr, Betül AKYOL²****¹Independent Researcher, Sport Sciences, onur_ozturk_44@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-7630-6861****²Inonu University, Sport Sciences, betul.akyol@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3836-1317****Abstract**

Traditional exercise tracking methods often focus on performance-oriented activities, frequently failing to measure the impact of active commuting (cycling to and from work, etc.) on total physical activity volume. Digital ecosystems such as Strava Metro transform these ‘routine’ activities into aggregated and anonymized data, providing a comprehensive data pool for urban mobility and sports sciences. Research Purpose: This study aims to analyze active transportation habits based on the Strava Metro 2025 data, considering variables such as generational differences, geographical and climatic factors, and the use of technological tools (E-bikes). Method and Data Collection Tool: The study utilizes secondary data analysis. The primary data source is the ‘2025 Strava Metro: Commute Report,’ compiled from 550 million miles of recorded cycling commute data worldwide between January and December 2025. The data were descriptively analyzed based on age groups, global segments, and activity rates during extreme weather conditions (below 4°C and above 27°C). Findings: Firstly, regarding generational differences, it was found that Gen Z is 21% more likely to record a cycling commute activity compared to the Boomer generation. Additionally, Gen Z’s e-bike commute completion rate is higher than that of other generations. Secondly, in terms of active transportation rates, Belgium stands out as the country where 43% of cyclists recorded at least one commute activity. Iceland is the global leader in the share of commuters using e-bikes. Thirdly, regarding climatic resilience, Northern European countries such as Finland (22%) and Sweden (18%) maintained high riding rates even at temperatures below 4°C, proving exercise consistency in challenging weather conditions. In warm climates, Japan (25%) and Brazil (23%) are the regions with the highest activity rates at temperatures above 27°C. Finally, in terms of global segments, the fact that 77% of rides on the ‘Västerbron’ segment in Stockholm are for commuting purposes indicates that specific routes have transformed into community-based transportation networks. Conclusion: Strava Metro 2025 data demonstrate that cycling commuting is shifting from being ‘invisible’ to becoming a measurable physical activity model worldwide. The high recording rate of the Gen Z group reveals that the younger generation is more inclined to integrate routine transportation activities into the digital ecosystem. The findings emphasize that active transportation data should be evaluated as a critical parameter in ‘daily physical activity volume’ analysis for sports scientists, as well as for urban infrastructure planning.

Keywords: Active Transportation, Strava Metro, Generational Differences, Exercise Consistency.

GİRİŞ

Strava Metro, popüler egzersiz uygulaması Strava'nın, kullanıcılarından gelen anonimleştirilmiş ve toplulaştırılmış verileri şehir plancıları, yerel yönetimler ve ulaşım mühendisleriyle paylaştığı özel bir veri platformudur. Milyonlarca bisiklet kullanıcılarının uygulamaya kaydettiği rotalar, birleşerek devasa bir 'şehir hareketlilik haritası' oluşturmaktadır.

Modern spor bilimleri ve kentsel planlama stratejilerinde aktif ulaşım, fiziksel inaktiviteyle mücadelede ve sürdürülebilir 'akıllı mobilite' hedeflerine ulaşılmasında anahtar bir parametre olarak kabul edilmektedir. Ancak özellikle gelişmekte olan şehirlerde bisiklet kullanım paternlerinin izlenmesi, geleneksel veri toplama yöntemlerinin yüksek maliyeti ve düşük mekânsal çözünürlüğü nedeniyle uzun süre yetersiz kalmıştır (Musakwa & Selala, 2016). Günümüzde Strava Metro gibi dijital spor ekosistemleri, kullanıcı kaynaklı büyük verileri anonimleştirerek sokak düzeyinde yüksek çözünürlüklü hareketlilik modelleri sunmakta ve 'görünmez' rutin aktiviteleri kanıta dayalı ulaşım planlaması için ölçülebilir bir fiziksel aktivite hacmine dönüştürmektedir (Sun ve ark., 2017a, Lee & Sener, 2021).

Dijital öz-izleme pratiklerinin yaygınlaşması, fiziksel aktiviteyi sosyal ve aktif bir pratik haline getirmiştir. Rivers (2020), Strava'nın veri ve topluluk ekseninde kendine has 'motivasyonel olanaklar' yarattığını belirtirken, Couture (2021), bu ekosistemin bedensel öz-disiplini ödüllendiren teknoloji aracılı gözetim mekanizmaları sunduğunu savunmaktadır. Ancak bu dijitalleşme süreci homojen değildir. Strava kullanıcı profilinin toplam popülasyona kıyasla bisikletçilere, erkeklere ve orta yaş grubuna doğru bir sapma gösterdiği ve bu durumun veri temsiliyeti üzerinde sınırlamalar yarattığı saptanmıştır (Venter ve ark., 2023). Öte yandan, aktif ulaşımın sürdürülebilirliği güvenlik ve maruziyet dengesine dayanmaktadır. Ferster ve ark. (2021), Strava verilerinin altyapı eksikliği olan bölgelerdeki riskleri tespit etmede kritik bir 'maruziyet düzeltme aracı' olduğunu kanıtlarken, Sun ve Mobasher (2017), ulaşım amaçlı bisiklet kullanıcılarının rekreasyonel kullanıcılara göre daha yüksek hava kirliliğine maruz kaldığını ortaya koymuştur.

Fiziksel aktivite sürdürülebilirliği üzerindeki dışsal riskler kadar içsel ve biyolojik bariyerler de belirleyicidir. Yol bağlantıları ve düşük trafik hacmi bisiklet sürüşünü teşvik eden çevresel karakteristikler olarak öne çıkarken (Sun ve ark., 2017b), menstrüel döngü semptomları (Bruinvels ve ark., 2021) ve yüksek egzersiz hacminin yarattığı fizyolojik etkiler (Baranauskas ve ark., 2023) egzersiz sürekliliğini kısıtlayabilmektedir. Dolayısıyla aktif ulaşım, teknolojik adaptasyon, altyapı güvenliği, çevresel riskler ve biyolojik süreçlerin karmaşık bir etkileşimi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Strava Metro'nun temel özellikleri 4 başlıkta kullanıcılarına sunmaktadır.

Toplanılan Veriyi 'Kamu Yararına' Dönüştürmesi

Normalde Strava, bireysel performansınızı takip ettiğiniz bir sosyal ağdır. Strava Metro ise bu verideki kişisel bilgileri (isim, tam başlangıç/bitiş noktası vb.) temizler ve veriyi 'nerede, ne zaman, hangi yöne ve ne sıklıkta' hareket edildiğini gösteren bir ulaşım analiz aracına dönüştürmektedir.

Bisikletçileri Görünür Kılmak

Yerel yönetimler yani belediyeler genellikle sadece ana caddelere koydukları sayaçlarla bisiklet trafiğini ölçebilirler. Ancak Strava Metro, insanların ara sokaklarda, parklarda veya patika yollarda nasıl hareket ettiğini gösterir. Bu, şehir plancılarının 'burada aslında çok bisikletli var, buraya bir yol yapmalıyız' demesini sağlar.

Isı Haritaları ve Akıllı Kararlar

Platform, şehirlerdeki en yoğun rotaları görselleştiren ısı haritaları sunar. Bu haritalar sayesinde:

- Hangi kavşaklarda bisikletçilerin çok beklediği,

- Hangi yolların tehlikeli olduğu için tercih edilmediği,
- Yeni yapılan bir bisiklet yolunun trafik hacmini ne kadar artırdığı kanıta dayalı olarak ölçülebilir.

Ücretsiz Bir Hizmettir

Strava, 2020 yılından itibaren Metro verilerini ‘aktif ulaşımı desteklemek ve karbon ayak izini azaltmak’ amacıyla şehir plancılarına ve sivil toplum kuruluşlarına ücretsiz olarak sunmaya başlamıştır. Bugün dünya çapında 4.000'den fazla kurum bu veriyi kullanmaktadır.



Görsel 1. Strava Metro

Kaynak: <https://Metro.strava.com/>

Geleneksel ulaşım planlaması genellikle otomobil odaklıdır. Strava Metro ise insan odaklıdır. Bir şehrin gerçekte nasıl ‘nefes aldığını’, insanların işe giderken hangi rotaları kullandığını ve altyapıdaki eksiklikleri doğrudan kullanıcı deneyimi üzerinden raporlamaktadır. Bu açıdan mevcut çalışmada strava Metro tarafından yayınlanan 550 milyon yıllık veri, işte bu platformun sağladığı, bireysel sporun toplumsal bir faydaya dönüştüğü noktadır.



Görsel 1. Strava Metro (New York bisikletçilerin sürüş alışışı)

Kaynak: Bikeradar, (2014)

Bu araştırma, Strava Metro 2025 verileri ışığında aktif ulaşım alışkanlıklarını kuşaklar arası teknoloji adaptasyonu, e-bisiklet kullanımı ve ekstrem çevresel koşulların fiziksel aktivite sürdürülebilirliği üzerindeki etkisi üzerinden analiz etmeyi amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu araştırma, büyük veri setleri üzerinden kentsel hareketlilik ve fiziksel aktivite modellerini inceleyen bir ikincil veri analizi çalışmasıdır. Çalışmada, dijital spor ekosistemlerinden elde edilen kitle kaynaklı verilerin betimsel analizi ve literatürdeki teorik çerçevelerle sentezlenmesi yöntemine dayalı bir vaka analizi yaklaşımı benimsenmiştir (Johnston, 2014, Vartanian, 2010).

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın temel veri kaynağını, Strava Metro tarafından yayımlanan ve Ocak 2025 – Aralık 2025 dönemini kapsayan ‘2025 Strava Metro: Commute Report’ oluşturmaktadır. Veri seti, dünya genelinde Strava kullanıcıları tarafından kaydedilen yaklaşık 550 milyon millik/~ 885 milyon km bisikletli ulaşım aktivitesinden derlenmiştir. Örnekleme, platformun gizlilik politikaları gereği anonimleştirilmiş, yalnızca ‘ulaşım’ olarak etiketlenmiş ve paylaşım izni verilmiş küresel verileri içermektedir. Çalışmada kullanılan veriler 4 başlık altında incelenmiştir (Strava, 2026).

- Demografik Değişkenler: Kuşaklar arası farkları belirlemek amacıyla Gen Z ve Boomers yaş gruplarının aktivite kayıt oranları.
- Teknolojik Değişkenler: E-bisiklet (elektrik destekli bisiklet) kullanım oranları ve bu araçların ulaşım tamamlama üzerindeki etkisi.
- Çevresel ve İklimsel Değişkenler: Ekstrem hava koşulları olarak tanımlanan 4°C altı (düşük sıcaklık direnci) ve 27°C üstü (termal stres direnci) sıcaklıklardaki sürüş frekansları.
- Mekânsal Değişkenler: Küresel düzeyde öne çıkan segmentler (Örn: Stockholm Västerbron) üzerinden ulaşım amaçlı kullanım yoğunlukları.

3. BULGULAR

Demografik Açından (Kuşak Analizi)

Yapılan analizler, kuşaklar arasında dijital veri paylaşımı ve kayıt tutma alışkanlıklarında belirgin bir ayrışma olduğunu ortaya koymaktadır. Raporda, ‘dijital yerli’ olarak kabul edilen Gen Z kullanıcılarının, Boomer kuşağına kıyasla %21 oranında daha az aktivite kaydı tuttuğu görülmektedir. Bu durum, genç kuşakların rutin fiziksel aktivitelerin dijital platformlar aracılığıyla oyunlaştırılmasına karşı bir direnç geliştirdiğini veya veri gizliliği hususunda yaşlı kuşaklara göre daha seçici ve temkinli bir tutum sergilediğini göstermektedir. Bu veri, yaşlı kuşakların dijital platformlarda neden daha aktif veri paylaştığına dair önemli bir gösterge sunmaktadır.

Veri Bağışçılığı ve Sosyal Fayda Açısından

Çalışma kapsamında incelenen veriler, bireysel hareketliliğin kolektif bir değere dönüşümünü ‘Invisible to Visible’ (Görünmezden Görünürlüğe) vurgusuyla ele almaktadır. Strava’nın dünya genelinde 4.000’den fazla iş ortağıyla veri paylaşması, platformun basit bir spor uygulamasından öte, makro ölçekli bir yönetim aracına dönüştüğünü kanıtlamaktadır. Bireylerin kişisel egzersiz verileri, anonimleştirilerek altyapı planlaması ve kentsel düzenlemeler gibi kamusal çıkar odaklı süreçlerde kullanılmakta, böylece kişisel efor, toplumsal bir veri bağışçılığı modeline dönüşmüştür.

Çevresel Koşullara Karşı Sosyal Direnç Açısından

Araştırma bulguları, ekstrem hava koşullarının fiziksel aktivite paylaşımını durdurmadığını, aksine belirli coğrafyalarda bu durumun bir sosyal direnç simgesi haline geldiğini göstermektedir. Finlandiya’da %22, Japonya’da ise %25 oranında kullanıcının aşırı iklim koşullarına rağmen sürüşlerine devam etmesi, iklim

zorluklarının sporcular arasında paylaşılan bir kimlik yarattığını kanıtlamaktadır. Bu durum, kentsel hareketliliğin sadece fiziksel bir eylem değil, aynı zamanda çevresel koşullara karşı geliştirilen toplumsal bir duruş olduğunu da desteklemektedir.

Toplam Etki

2025 yılı verilerine göre sistem genelinde ulaşılan toplam mesafe 550 milyon mil olarak kaydedilmiştir. Küresel ölçekteki bu hareketlilik, dünyanın çevresini yaklaşık 22.000 kez dönmeye eşdeğer bir fiziksel aktivite hacmini temsil etmektedir. Bu devasa veri seti, kentsel hareketlilik modellerinin incelenmesinde kullanılan ikincil veri analizinin ne denli geniş bir örneklem grubuna dayandığını ve elde edilen sonuçların istatistiksel gücünü açıkça ortaya koymaktadır.

E-Bike Trendi

Teknolojik adaptasyonun sosyal kabulü açısından bakıldığında, mikro-mobilite araçlarının kullanımı dikkat çekici bir ivme kazanmıştır. Özellikle İzlanda'nın %43'lük e-bisiklet kullanım oranıyla bu alanda lider olması, sürdürülebilir ulaşım teknolojilerinin toplumsal düzeyde benimsenme hızını yansıtmaktadır. Bu veri noktası, bisiklet kullanımının sadece bir spor aktivitesi olmaktan çıkıp, teknoloji destekli bir kentsel ulaşım modeline dönüştüğünün en somut göstergelerinden biridir.

Segment Gücü

Dijital rotaların fiziksel topluluklar üzerindeki etkisi, spesifik lokasyon analizleri üzerinden net bir şekilde okunabilmektedir. Stockholm'deki 'Västerbron' segmentinde gerçekleşen geçişlerin %77'sinin işe gidiş-geliş amaçlı olması, dijital bir rotanın fiziksel dünyada nasıl bir ulaşım koridoru ve fonksiyonel bir topluluk yarattığını kanıtlamaktadır. Bu bulgu, dijital haritalama ve segmentasyonun, kent sakinlerinin günlük fiziksel rutinlerini ve mekânsal tercihlerini nasıl optimize ettiğini doğrular niteliktedir.

Bu çalışma, dijital spor ekosistemlerinin sağladığı veriler aracılığıyla aktif ulaşımın kuşaklar arası teknoloji adaptasyonu, e-bisiklet kullanımı ve çevresel direnç ekseninde nasıl şekillendiğini analiz etmektedir. Bulgular, Strava Metro verilerinin sadece kentsel bir ölçüm aracı değil, aynı zamanda toplumsal davranış kalıplarını yansıtan dinamik bir 'sosyal veri madenciliği' kaynağı olduğunu kanıtlamaktadır.

4. TARTIŞMA

Bu çalışma, dijital spor ekosistemlerinin sağladığı veriler aracılığıyla aktif ulaşımın kuşaklar arası teknoloji adaptasyonu, e-bisiklet kullanımı ve çevresel direnç ekseninde nasıl şekillendiğini analiz etmektedir. Bulgular, Strava Metro verilerinin sadece kentsel bir ölçüm aracı değil, aynı zamanda toplumsal davranış kalıplarını yansıtan dinamik bir 'sosyal veri madenciliği' kaynağı olduğunu kanıtlamaktadır.

Kuşaklar Arası Dijital Adaptasyon

Araştırmada Gen Z'nin bisikletle ulaşım aktivitesi kaydetme olasılığının Boomers kuşağına göre %21 daha yüksek çıkması, Rivers (2020) tarafından tanımlanan 'motivasyonel olanaklar' ve Couture (2021) tarafından vurgulanan 'dijital öz-gözetim' mekanizmalarıyla açıklanabilir. Gen genç nesil, rutin ulaşım faaliyetlerini dijital bir 'onay' ve 'sosyal ağ' parçası haline getirmeye daha yatkındır. Bu durum, Venter ve ark. (2023) tarafından belirtilen 'orta yaş sapmasının' 2025 yılı itibarıyla yeni kuşakların ekosisteme dahil olmasıyla dengelenmeye başladığını göstermektedir.

E-Bisiklet Teknolojisi ve Biyolojik Sağlık Dengesi

İzlanda'nın e-bisiklet kullanımında dünya lideri olması ve Gen Z'nin bu teknolojiye olan yüksek adaptasyonu, aktif ulaşımın sürdürülebilirliği için kritik bir bulgudur. Baranauskas ve ark. (2023) ile Bruinvels ve ark. (2021), yüksek hacimli ve yoğun egzersizlerin özellikle kadın sağlığı üzerindeki biyolojik bariyerlerine dikkat

çekmiştir. E-bisiklet teknolojisi, fiziksel eforu optimize ederek bu biyolojik riskleri minimize etme ve daha geniş demografik grupların (yaşlılar, sağlık kısıtlılığı olanlar) aktif ulaşım ekosistemine dahil olma potansiyelini artırmaktadır.

Çevresel Koşullara Karşı Mekânsal ve Fizyolojik Direnç

Finlandiya (%22) ve İsveç'in (%18) dondurucu sıcaklıklara rağmen sergilediği sürüş sürekliliği, aktif ulaşımın sadece fiziksel bir aktivite değil, aynı zamanda kentsel bir kültür ve 'sosyal dayanıklılık' biçimi olduğunu göstermektedir. Öte yandan, Japonya ve Brezilya'daki yüksek sıcaklık direnci, Sun ve Mobasheri (2017) tarafından tartışılan hava kirliliği maruziyetiyle birlikte değerlendirildiğinde, iklimsel stresörlere rağmen bireylerin 'ulaşım zorunluluğu' veya 'topluluk motivasyonu' nedeniyle aktif kalmaya devam ettiği söylenebilir. Ferster ve ark. (2021) tarafından vurgulanan 'maruziyet düzeltmesi' perspektifiyle bakıldığında, bu bölgelerdeki yüksek aktivite oranları, kentsel altyapının iklimsel risklere göre (gölgeleme, soğuk hava yolları vb.) yeniden tasarlanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Strava Metro 2025 verileri üzerinden yapılan bu analiz, aktif ulaşımın dünya genelinde 'görünmez' olmaktan çıkıp kanıta dayalı bir fiziksel aktivite modeline dönüştüğünü göstermektedir. Çalışmanın temel sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

Teknolojik Dönüşüm: Gen Z grubunun yüksek dijital kayıt oranı, rutin ulaşım aktivitelerinin dijitalleşen spor ekosistemine entegre edildiğini ve bu durumun gelecekteki kentsel planlamalar için zengin bir veri kaynağı oluşturacağını kanıtlamaktadır. **E-Bisikletin Kolaylaştırıcı Rolü:** E-bisiklet kullanımı, fiziksel aktivite önündeki biyolojik ve coğrafi bariyerleri esneterek egzersiz sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır. **İklimsel ve Altyapısal Direnç:** Kuzey Avrupa ve tropikal iklimlerdeki aktivite sürekliliği, bireylerin ekstrem koşullarda dahi fiziksel aktiviteyi sürdürme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu durum, yerel yönetimlerin iklim direncine sahip bisiklet yolları inşa etmesi gerektiğini vurgulamaktadır. **Veri Odaklı Planlama:** Strava verileri, Musakwa ve Selala (2016) tarafından belirtilen 'akıllı mobilite' hedefleri için paha biçilemez bir araçtır. Ancak Venter ve ark. (2023) uyarısı doğrultusunda, bu verilerin düşük gelirli ve teknolojiye erişimi kısıtlı grupları kapsayacak şekilde diğer ölçüm yöntemleriyle desteklenmesi elzemdir.

Öneriler: Gelecek çalışmalarda, aktif ulaşım verilerinin hava kirliliği sensörleri ve biyolojik ölçüm araçlarıyla entegre edilmesi, 'sağlıklı aktif ulaşım' sınırlarının belirlenmesi açısından önemlidir.

KAYNAKLAR

- Baranauskas, M. N., Freemas, J. A., Carter, S. J., Blodgett, J. M., Pedlar, C. R., & Bruinvels, G. (2023). Amenorrhea and oligomenorrhea risk related to exercise training volume and intensity: Findings from 3705 participants recruited via the STRAVA™ exercise application. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 26(8), 405–409. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2023.06.012>
- Bikeradar, (2014), <https://www.bikeradar.com/features/routes-and-rides/strava-Metro-heatmaps-benefit-transportation-groups>
- Bruinvels, G., Goldsmith, E., Blagrove, R., Simpkin, A., Lewis, N., Morton, K., ... & Pedlar, C. (2021). Prevalence and frequency of menstrual cycle symptoms are associated with availability to train and compete: A study of 6812 exercising women recruited using the Strava exercise app. *British Journal of Sports Medicine*, 55(8), 438–443. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102792>
- Couture, J. (2021). Reflections from the ‘Strava-sphere’: Kudos, community, and (self-) surveillance on a social network for athletes. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 13(1), 184–200. <https://doi.org/10.1080/2159676X.2020.1836509>
- Ferster, C., Nelson, T., Laberee, K., & Winters, M. (2021). Mapping bicycling exposure and safety risk using Strava Metro. *Applied Geography*, 127, 102388. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102388>
- Johnston, M. P. (2014). Secondary data analysis: A method of which the time has come. *Qualitative and quantitative methods in libraries*, 3(3), 619–626.
- Lee, K., & Sener, I. N. (2021). Strava Metro data for bicycle monitoring: A literature review. *Transport Reviews*, 41(1), 27–47. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1806085>
- Musakwa, W., & Selala, K. M. (2016). Mapping cycling patterns and trends using Strava Metro data in the city of Johannesburg, South Africa. *Data in Brief*, 9, 898–905. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2016.11.002>
- Rivers, D. J. (2020). Strava as a discursive field of practice: Technological affordances and mediated cycling motivations. *Discourse, Context & Media*, 34, 100345. <https://doi.org/10.1016/j.dcm.2019.100345>
- Strava, (2026). <https://press.strava.com/articles/strava-publishes-its-inaugural-strava-Metro-commute-report-revealing-cycle-commuting-trends-in-2025>
- Sun, Y., & Mobasheri, A. (2017a). Utilizing crowdsourced data for studies of cycling and air pollution exposure: A case study using Strava data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(3), 274. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030274>
- Sun, Y., Du, Y., Wang, Y., & Zhuang, L. (2017b). Examining associations of environmental characteristics with recreational cycling behaviour by street-level Strava data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 644. <https://doi.org/10.3390/ijerph14060644>
- Vartanian, T. P. (2010). *Secondary data analysis*. Oxford University Press.
- Venter, Z. S., Gundersen, V., Scott, S. L., & Barton, D. N. (2023). Bias and precision of crowdsourced recreational activity data from Strava. *Landscape and Urban Planning*, 232, 104686. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104686>

SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN ÖZNEL MUTLULUK DÜZEYLERİNİN BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ**Dr. Recep AYHAN, Prof. Dr. Turan ÇETİNKAYA****BHM Otelcilik Akra Fit, Spor Bilimleri, bahadir7121@gmail.com, 0000-0002-6577-1266****Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Spor Bilimleri, turancetinkaya@windowslive.com, 0000-0001-6363-5300.****Özet**

Bu çalışmanın amacı, spor bilimleri öğrencilerinin öznel mutluluk düzeylerini incelemek ve öznel mutluluk düzeylerinin cinsiyet, yaş ve sınıf değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemektir. Araştırmanın örneklemini 206 spor bilimleri öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Lyubomirsky ve Lepper tarafından geliştirilen, Türkçe'ye Akın ve Satıcı tarafından uyarlanan Öznel Mutluluk Ölçeği kullanılmıştır. Dört maddeden oluşan ölçek, 7'li Likert tipi derecelendirme ile uygulanmıştır. Verilerin analizinde betimsel istatistikler, bağımsız örneklem için t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin öznel mutluluk düzeylerinin genel olarak orta düzeyin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca cinsiyet, yaş ve sınıf değişkenlerine göre öznel mutluluk düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > .05$). Elde edilen bulgular, öznel mutluluğun demografik değişkenlerden ziyade bireysel ve psikososyal faktörlerle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Bu doğrultuda, spor bilimleri öğrencilerinin psikolojik iyi oluşlarını destekleyici sosyal ve akademik ortamların güçlendirilmesi önerilmektedir. Gelecek araştırmalarda öznel mutluluğun stres, akademik motivasyon ve sosyal destek gibi değişkenlerle birlikte ele alınması, alana yönelik daha kapsamlı sonuçların elde edilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Öznel Mutluluk, Spor Bilimleri, Sporcu Öğrenciler.

**AN EXAMINATION OF THE SUBJECTIVE HAPPINESS LEVELS OF SPORTS SCIENCES
FACULTY STUDENTS IN TERMS OF SOME VARIABLES****Dr. Recep AYHAN, Prof. Dr. Turan ÇETİNKAYA****BHM Otels Akra Fit, Sport Sciences, bahadir7121@gmail.com, 0000-0002-6577-1266****Kırşehir Ahi Evran Universty, Sport Sciences, turancetinkaya@windowslive.com, 0000-0001-6363-5300.****Abstract**

The aim of this study is to examine the subjective happiness levels of sports science students and to determine whether these levels differ according to gender, age, and class variables. The sample of the study consists of 206 sports science students. The Subjective Happiness Scale, developed by Lyubomirsky and Lepper and adapted into Turkish by Akın and Satıcı, was used as the data collection tool. The scale, consisting of four items, was administered using a 7-point Likert scale. Descriptive statistics, independent samples t-test, and one-way analysis of variance (ANOVA) were used in the analysis of the data. According to the research results, it was determined that the subjective happiness levels of the students were above the moderate level. In addition, no statistically significant difference was found between the subjective happiness levels according to gender, age, and class variables ($p > .05$). The findings indicate that subjective happiness may be related to individual and psychosocial factors rather than demographic variables.

Keywords: Subjective Happiness, Sports Sciences, Student Athletes.

GİRİŞ

Günümüzde bireylerin yaşamlarını yalnızca nesnel ölçütlerle değil, öznel değerlendirmelerle de ele alma eğilimi giderek artmaktadır. Bu bağlamda öznel mutluluk, bireyin yaşamına ilişkin genel değerlendirmesini ve duygusal deneyimlerini kapsayan temel bir psikolojik yapı olarak ele alınmaktadır. Pozitif psikoloji yaklaşımı, bireyin yalnızca psikopatolojik yönlerine değil, güçlü yanlarına, iyi oluşuna ve yaşam doyumuna odaklanması gerektiğini vurgulamaktadır (Seligman ve Csikszentmihalyi, 2000). Öznel mutluluk kavramı da bu yaklaşımın merkezinde yer almakta ve bireyin yaşam kalitesini anlamada önemli bir gösterge olarak değerlendirilmektedir.

Öznel mutluluk, bireyin yaşamını ne derece olumlu değerlendirdiğini ve günlük yaşantısında ne sıklıkla olumlu duygular deneyimlediğini ifade etmektedir (Lyubomirsky, King ve Diener, 2005). Bu kavram, bireyin sahip olduğu koşullardan çok, bu koşulları nasıl algıladığı ve yorumladığı ile ilişkilidir. Diener (1984), öznel mutluluğu bireyin yaşam doyumunu ve duygusal deneyimlerinin bilişsel değerlendirmesi olarak tanımlamakta; mutluluğun evrensel ancak öznel bir yapı olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle öznel mutluluk, bireyler arasında farklılık gösterebilen dinamik bir psikolojik süreç olarak ele alınmaktadır.

Üniversite dönemi, bireylerin akademik, sosyal ve duygusal açıdan önemli geçişler yaşadığı bir gelişim evresidir. Bu dönemde öğrenciler; akademik başarı baskısı, gelecek kaygısı, sosyal ilişkiler ve kimlik gelişimi gibi çok sayıda stres kaynağıyla karşı karşıya kalmaktadır. Bu durum, üniversite öğrencilerinin öznel mutluluk düzeylerini etkileyebilecek önemli bir bağlam oluşturmaktadır (Arnett, 2000). Yapılan araştırmalar, üniversite öğrencilerinin öznel mutluluk düzeylerinin psikolojik dayanıklılık, akademik motivasyon ve yaşam doyumunu ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Diener et al., 1999; Lyubomirsky et al., 2005).

Spor bilimleri alanında öğrenim gören öğrenciler ise üniversite yaşamına ek olarak yoğun fiziksel performans, rekabet, takım çalışması ve sürekli değerlendirilme gibi kendine özgü deneyimler yaşamaktadır. Fiziksel aktivite ve sporun bireyin psikolojik iyi oluşu ve mutluluk düzeyi üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Biddle ve Asare, 2011). Ancak sportif ortamların rekabetçi yapısı ve performans beklentileri, bazı durumlarda stres ve baskı düzeyini artırarak öznel mutluluğu olumsuz yönde de etkileyebilmektedir. Bu nedenle spor bilimleri öğrencilerinin öznel mutluluk düzeylerinin incelenmesi, bu grubun psikososyal özelliklerinin daha iyi anlaşılması açısından önem taşımaktadır.

Uluslararası literatürde öznel mutluluğun cinsiyet, yaş ve akademik düzey gibi demografik değişkenlerle ilişkisini inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bazı araştırmalar kadınların öznel mutluluk düzeylerinin erkeklere göre daha yüksek olduğunu bildirirken (Wood, Rhodes ve Whelan, 1989), bazı çalışmalar ise cinsiyetin öznel mutluluk üzerinde belirleyici bir faktör olmadığını ortaya koymaktadır (Diener et al., 1999). Benzer şekilde yaş ve akademik sınıf düzeyine ilişkin bulgular da tutarlı değildir ve bu değişkenlerin öznel mutluluk üzerindeki etkisinin bağlamsal faktörlere göre değişebileceği ifade edilmektedir.

Buna karşın, spor bilimleri öğrencilerini merkeze alan öznel mutluluk araştırmalarının sınırlı olduğu ve mevcut çalışmaların çoğunlukla genel üniversite öğrenci örneklemi üzerinden yürütüldüğü görülmektedir. Spor bilimleri öğrencilerinin eğitim süreçlerinin fiziksel, sosyal ve psikolojik boyutları dikkate alındığında, bu grubun öznel mutluluk düzeylerinin ayrı bir araştırma konusu olarak ele alınması gerekmektedir. Öznel mutluluğun belirlenmesi, öğrencilerin akademik ve mesleki gelişimlerini destekleyici müdahalelerin planlanmasına katkı sağlayabilir.

Bu araştırmanın amacı, spor bilimleri öğrencilerinin öznel mutluluk düzeylerini incelemek ve bu düzeylerin cinsiyet, yaş ve sınıf değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya koymaktır. Araştırmadan elde edilecek bulguların, spor bilimleri alanında öğrenim gören öğrencilerin psikolojik iyi oluşlarına ilişkin literatüre katkı sağlaması ve uygulamaya yönelik çıkarımlar sunması beklenmektedir.

YÖNTEM

Araştırma tarama (survey) modeli ile tasarlanarak, güvenilir ve geçerli bir ölçekle katılımcıların verileri toplanmıştır. Tarama araştırmaları, büyük bir gruptan bilgi toplamanın benzersiz bir yoludur. Bu tür araştırmanın yürütülmesinin kolay olduğuna dair yaygın bir algıya rağmen, anlamlı sonuçlar elde etmek için bir anketin kapsamlı bir planlama, zaman ve çabaya ihtiyacı vardır (Jones vd., 2013).

EVREN VE ÖRNEKLEM

Araştırmaya bir devlet üniversitesinin spor bilimleri fakültesinde farklı bölümlerde öğrenim gören 206 öğrenci katılmıştır.

VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmada veri toplama aracı olarak demografik değişkenlerin belirlenmesine yönelik kişisel bilgi formu ve Lyubomirsky ve Lepper (1999) tarafından geliştirilen ve Akın ve Satıcı (2011) tarafından Türkçe'ye uyarlanan "Öznel Mutluluk Ölçeği" 4 madde ve 7'li likert tipi derecelendirmeden oluşmaktadır. Ölçek tek boyutlu olup, 4. maddesi olumsuz ifade içerdiğinden analiz yapılmadan önce ters kodlanmıştır. Araştırma kapsamında ölçeğin Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı $\alpha=,838$ olarak hesaplanmıştır.

VERİLERİN ANALİZİ

Verilerin analizinde kullanılacak testleri belirlemek için basıklık ve çarpıklık değerlerinin yanında, Kolmogorov-Smirnov, Histogram, Plot Grafikleri ve Kayıp veri ve uç değer analizleri yapılarak incelenmiştir. (George and Mallery, 2019) normallik varsayımı için ± 2 aralığını kabul edilir olarak değerlendirmektedir. Bütün bu değerlendirmeler neticesinde verilerin normallik varsayımını sağladığı görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Ölçeklerin güvenilirlik ve çarpıklık-basıklık tablosu

Ölçek	Çarpıklık	Basıklık	Cronbach's Alpha
Öznel Mutluluk	0,169	0,337	0,838

BULGULAR

Tablo 2. Katılımcılara ait betimsel istatistikler

Değişkenler	Alt Değişkenler	F	%
Cinsiyet	Erkek	122	59,2
	Kadın	84	40,8
Yaş	18-20	96	46,6
	21-23	59	28,6
	24veustu	51	24,8
Sınıf	1.sınıf	57	27,7
	2.sınıf	66	32,0
	3.sınıf	32	15,5
	4.sınıf veuzatmalı	51	24,8

Tablo 3. Katılımcıların cinsiyet değişkenine göre öznel mutluluk düzeylerinin karşılaştırılmasına yönelik t testi sonuçları

Ölçek	Cinsiyet	n	x	ss	f	p
Öznel Mutluluk	Erkek	122	5,6189	1,25730	,764	0,435
	Kadın	84	5,4702	1,39459		

yapılan bağımsız örneklemeler t testi sonuçları sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre erkek öğrencilerin öznel mutluluk puan ortalamalarının ($\bar{x} = 5,62$), kadın öğrencilerin ortalamalarına ($\bar{x} = 5,47$) göre daha yüksek olduğu görülmekle birlikte, bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p > .05$).

Tablo 4. Katılımcıların yaş değişkenine göre öznel mutluluk düzeylerinin karşılaştırılmasına yönelik ANOVA testi sonuçları

Ölçek	Yaş	n	x	ss	f	p	Anlamlı fark
Öznel Mutluluk	18-20	96	5,5000	1,43820	,339	,713	----
	21-23	59	5,5424	1,12873			
	24veustu	51	5,6863	1,28242			

Tablo 4'te katılımcıların öznel mutluluk düzeylerinin yaş değişkenine göre karşılaştırılmasına yönelik yapılan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları yer almaktadır. Bulgular incelendiğinde, farklı yaş gruplarında yer alan öğrencilerin öznel mutluluk puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmektedir ($p > .05$).

Tablo 5. Katılımcıların sınıf değişkenine göre öznel mutluluk düzeylerinin karşılaştırılmasına yönelik ANOVA testi sonuçları

Ölçek	Sınıf	n	x	ss	f	p	Anlamlı fark
Öznel Mutluluk	1.sınıf	57	5,7500	1,51038	1,266	,287	----
	2.sınıf	66	5,5795	1,14452			
	3.sınıf	32	5,1875	1,35301			
	4.sınıf veuzatmalı	51	5,5490	1,24601			

Tablo 5'te katılımcıların öznel mutluluk düzeylerinin sınıf değişkenine göre karşılaştırılmasına ilişkin tek yönlü varyans analizi sonuçları sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre sınıf düzeyleri arasında öznel mutluluk puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p > .05$). Bununla birlikte birinci ve ikinci sınıf öğrencilerinin öznel mutluluk ortalamalarının diğer sınıf düzeylerine göre görece daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

TARTIŞMA

Bu araştırmada spor bilimleri öğrencilerinin öznel mutluluk düzeyleri incelenmiş ve bu düzeylerin cinsiyet, yaş ve sınıf değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığı ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin öznel mutluluk düzeylerinin genel olarak orta düzeyin üzerinde olduğunu, ancak cinsiyet, yaş ve sınıf değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, öznel mutluluğun demografik özelliklerden ziyade bireyin psikolojik ve çevresel kaynaklarıyla daha yakından ilişkili olabileceğine işaret etmektedir.

Cinsiyet değişkenine ilişkin bulgular incelendiğinde, erkek öğrencilerin öznel mutluluk puan ortalamalarının kadın öğrencilere göre görece daha yüksek olduğu görülmekle birlikte, bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Literatürde cinsiyet ve öznel mutluluk ilişkisine dair bulguların tutarlı olmadığı görülmektedir. Bazı çalışmalarda kadınların öznel mutluluk düzeylerinin daha yüksek olduğu rapor edilirken (Wood, Rhodes ve Whelan, 1989), bazı araştırmalar cinsiyetin öznel mutluluk üzerinde belirleyici bir faktör olmadığını ortaya koymaktadır (Diener et al., 1999; Lyubomirsky et al., 2005). Mevcut araştırma bulguları, spor bilimleri öğrencilerinin benzer akademik ve sportif deneyimlere sahip olmalarının, cinsiyete dayalı farklılıkları azaltmış olabileceğini düşündürmektedir. Özellikle fiziksel aktiviteye dayalı eğitim ortamlarının, psikolojik iyi oluş açısından her iki cinsiyet için benzer kazanımlar sunması bu sonucu açıklayabilir.

Yaş değişkenine göre yapılan analizlerde de öznel mutluluk düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durum, üniversite öğrencilerinin büyük ölçüde benzer gelişimsel dönemlerde yer almalarıyla ilişkilendirilebilir. Arnett'in (2000) "beliren yetişkinlik" kuramına göre üniversite yılları, bireylerin kimlik arayışı, özerklik ve gelecek planları açısından ortak deneyimler yaşadığı bir dönemdir. Bu bağlamda, yaş grupları arasındaki sınırlı farklılıklar, öznel mutluluk düzeylerinde anlamlı ayrışmaların ortaya çıkmasını engellemiş olabilir. Ayrıca Diener (1984), öznel mutluluğun kısa vadeli yaş değişimlerinden çok, bireyin yaşam koşullarını nasıl değerlendirdiğiyle ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Bu yönüyle elde edilen bulgular, literatürdeki kuramsal yaklaşımlarla uyum göstermektedir.

Sınıf düzeyi değişkenine ilişkin bulgular da öznel mutluluk düzeylerinin sınıf ilerledikçe doğrusal bir biçimde artmadığını ortaya koymuştur. Her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmasa da birinci ve ikinci sınıf öğrencilerinin öznel mutluluk ortalamalarının görece daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, üniversiteye yeni başlayan öğrencilerin beklenti düzeylerinin daha yüksek olması ve akademik sorumlulukların henüz yoğunlaşmamış olmasıyla açıklanabilir. Üst sınıflarda ise mezuniyet kaygısı, iş bulma stresi ve artan akademik yükümlülüklerin öznel mutluluk üzerinde baskı oluşturabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde, üniversite öğrencileri üzerinde yapılan bazı çalışmalarda akademik ilerleme ile birlikte stres düzeyinin arttığı ve bu durumun psikolojik iyi oluşu olumsuz etkileyebildiği belirtilmektedir (Bewick et al., 2010).

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu araştırmanın bulguları öznel mutluluğun demografik değişkenlerden çok bireyin psikolojik kaynakları, sosyal destek düzeyi ve yaşamını değerlendirme biçimiyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Pozitif psikoloji literatürü, öznel mutluluğun psikolojik dayanıklılık, öz-yeterlik ve yaşam doyumu gibi değişkenlerle güçlü ilişkiler içinde olduğunu ortaya koymaktadır (Seligman ve Csikszentmihalyi, 2000; Lyubomirsky et al., 2005). Spor bilimleri öğrencileri açısından bakıldığında, fiziksel aktivite ve sporun sağladığı psikolojik kazanımların öznel mutluluğu destekleyici bir rol oynadığı söylenebilir.

Bu bağlamda, spor bilimleri öğrencilerinin öznel mutluluk düzeylerini artırmaya yönelik müdahalelerin yalnızca demografik özelliklere odaklanmak yerine, öğrencilerin psikolojik iyi oluşlarını destekleyen sosyal ve akademik ortamların geliştirilmesine yönelmesi önem taşımaktadır. Gelecek araştırmalarda öznel mutluluğun; stres, akademik motivasyon, sosyal destek ve fiziksel aktivite düzeyi gibi değişkenlerle birlikte ele alınmasının, spor bilimleri alanındaki literatüre daha kapsamlı katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu araştırmada spor bilimleri öğrencilerinin öznel mutluluk düzeyleri incelenmiş ve öğrencilerin genel olarak orta düzeyin üzerinde bir öznel mutluluk düzeyine sahip oldukları belirlenmiştir. Cinsiyet, yaş ve sınıf değişkenlerine göre öznel mutluluk düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Elde edilen bu bulgular, öznel mutluluğun demografik değişkenlerden ziyade bireyin psikolojik ve çevresel kaynaklarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, spor bilimleri öğrencilerinin psikolojik iyi oluşlarını destekleyici sosyal ve akademik ortamların güçlendirilmesi önerilmektedir. Gelecek araştırmalarda öznel mutluluğun stres, akademik motivasyon ve sosyal destek gibi değişkenlerle birlikte ele alınması, alana yönelik daha kapsamlı sonuçların elde edilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Akın, A. ve Satici, S.A. (2011). Öznel mutluluk ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21, 65-77.
- Arnett, J. J. (2000). Emerging adulthood: A theory of development from the late teens through the twenties. American Psychologist, 55(5), 469–480. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.5.469>
- Bewick, B., Koutsopoulou, G., Miles, J., Slaa, E. ve Barkham, M. (2010). Changes in undergraduate students' psychological well-being as they progress through university. Studies in Higher Education, 35(6), 633–645. <https://doi.org/10.1080/03075070903216643>
- Biddle, S. J. H. ve Asare, M. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents: A review of reviews. British Journal of Sports Medicine, 45(11), 886–895. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090185>
- Diener, E. (1984). Subjective well-being. Psychological Bulletin, 95(3), 542–575. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.95.3.542>
- Diener, E., Suh, E. M., Lucas, R. E. ve Smith, H. L. (1999). Subjective well-being: Three decades of progress. Psychological Bulletin, 125(2), 276–302. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.2.276>
- George, D. and Mallery, P. (2019). IBM SPSS statistics 25 step by step: A simple guide and reference (Fifteenth edition). Routledge, Taylor and Francis Group.
- Jones, T., Baxter, M. and Khanduja, V. (2013). A quick guide to survey research. The Annals of The College of Surgeons <https://doi.org/10.1308/003588413X13511609956372>.
- Lyubomirsky, S. ve Lepper, H. S. (1999). A measure of subjective happiness: Preliminary reliability and construct validation. Social indicators research, 46(2), 137-155.
- Lyubomirsky, S., King, L. ve Diener, E. (2005). The benefits of frequent positive affect: Does happiness lead to success? Psychological Bulletin, 131(6), 803–855. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.6.803>
- Seligman, M. E. P. ve Csikszentmihalyi, M. (2000). Positive psychology: An introduction. American Psychologist, 55(1), 5–14. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.5>
- Wood, W., Rhodes, N. ve Whelan, M. (1989). Sex differences in positive well-being: A consideration of emotional style and marital status. Psychological Bulletin, 106(2), 249–264. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.106.2.249>.

**SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL KARŞILAŞTIRMA DÜZEYLERİNİN
BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ****Dr. Recep AYHAN, Prof. Dr. Turan ÇETİNKAYA****BHM Otelcilik Akra Fit, Spor Bilimleri, bahadir7121@gmail.com, 0000-0002-6577-1266****Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Spor Bilimleri, turancetinkaya@windowslive.com, 0000-0001-6363-5300.****Özet**

Bu araştırmanın amacı, Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin sosyal karşılaştırma düzeylerini incelemek ve bu düzeylerin cinsiyet, yaş ve sınıf değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemektir. Araştırmanın örneklemini 223 spor bilimleri fakültesi öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak Sosyal Karşılaştırma Ölçeği (SKÖ) kullanılmıştır. Ölçek, bireylerin kendilerini başkalarıyla karşılaştırdıklarında benlik algılarını değerlendirmeye yönelik olup, bu çalışma kapsamında iç tutarlılık katsayısı $\alpha = .81$ olarak bulunmuştur. Elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistikler, bağımsız örneklem t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin sosyal karşılaştırma düzeylerinin orta düzeyin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Cinsiyet değişkenine göre sosyal karşılaştırma düzeylerinde anlamlı bir farklılık bulunurken, yaş ve sınıf değişkenine göre anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Elde edilen bulgular, spor bilimleri öğrencilerinin benlik algılarının sosyal karşılaştırma süreçlerinden etkilendiğini göstermektedir. Araştırma bulguları doğrultusunda, Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin benlik algılarını ve psikolojik iyi oluşlarını destekleyici psikoeğitsel programların geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, sosyal karşılaştırma süreçlerini etkileyebilecek akademik stres, performans kaygısı ve sosyal destek gibi değişkenlerin gelecekteki çalışmalarda birlikte ele alınması, konuya ilişkin daha kapsamlı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Karşılaştırma, Spor Bilimleri, Sporcu Öğrenciler.

AN EXAMINATION OF THE SOCIAL COMPARISON LEVELS OF SPORTS SCIENCES FACULTY STUDENTS IN TERMS OF SOME VARIABLES**Dr. Recep AYHAN, Prof. Dr. Turan ÇETİNKAYA****BHM Otels Akra Fit, Sport Sciences, bahadir7121@gmail.com, 0000-0002-6577-1266****Kırşehir Ahi Evran Universty, Sport Sciences, turancetinkaya@windowslive.com, 0000-0001-6363-5300.****Abstract**

The aim of this study is to examine the levels of social comparison among students of the Faculty of Sports Sciences and to determine whether these levels differ according to gender, age, and class variables. The sample of the study consists of 223 students of the Faculty of Sports Sciences. The Social Comparison Scale (SCS) was used as the data collection tool. The scale aims to evaluate individuals' self-perceptions when comparing themselves to others, and in this study, the internal consistency coefficient was found to be $\alpha = .81$. Descriptive statistics, independent samples t-test, and one-way analysis of variance (ANOVA) were used in the analysis of the obtained data. According to the research findings, it was determined that the students' levels of social comparison were above the moderate level. While a significant difference was found in social comparison levels according to the gender variable, no significant difference was found according to the age and class variables. The findings indicate that the self-perceptions of sports science students are affected by social comparison processes.

Keywords: Social Comparison, Sports Sciences, Student Athletes.

GİRİŞ

Bireyler, kendilerini ve çevrelerini anlamlandırma sürecinde sıklıkla başkalarıyla karşılaştırmalar yapmaktadır. Bu karşılaştırmalar, bireyin benlik algısının şekillenmesinde, duygusal tepkilerinde ve davranış örüntülerinde önemli bir rol oynamaktadır. Sosyal karşılaştırma kuramı, bireylerin kendi yeteneklerini, görüşlerini ve kişisel özelliklerini değerlendirebilmek için başkalarını referans noktası olarak kullandıklarını ileri sürmektedir (Festinger, 1954). Bu süreç, bireyin psikolojik iyi oluşu açısından hem koruyucu hem de risk oluşturan bir işlev görebilmektedir.

Sosyal karşılaştırmalar, yukarıya doğru (kendinden daha iyi durumda olanlarla) ve aşağıya doğru (kendinden daha kötü durumda olanlarla) olmak üzere iki temel biçimde gerçekleşmektedir. Yukarıya doğru yapılan karşılaştırmalar birey için motive edici olabileceği gibi yetersizlik ve değersizlik duygularını da tetikleyebilmektedir. Buna karşılık, aşağıya doğru karşılaştırmalar benlik saygısını koruyucu bir işlev üstlenebilmekte, ancak uzun vadede gerçekçi olmayan benlik algılarının oluşmasına yol açabilmektedir (Buunk ve Gibbons, 2007). Bu yönüyle sosyal karşılaştırma süreçleri, bireyin kendini algılama biçimi ve psikolojik uyum düzeyiyle yakından ilişkilidir.

Üniversite öğrencileri, sosyal karşılaştırmaların yoğun olarak yaşandığı bir gelişim döneminde bulunmaktadır. Akademik başarı, fiziksel görünüm, sosyal ilişkiler ve gelecek beklentileri gibi çok sayıda alan, öğrencilerin kendilerini sürekli olarak başkalarıyla kıyaslamalarına zemin hazırlamaktadır. Özellikle genç yetişkinlik döneminde benlik algısının henüz tam olarak yerleşmemiş olması, sosyal karşılaştırmaların psikolojik etkilerini daha belirgin hale getirmektedir (Arnett, 2000). Yapılan araştırmalar, üniversite öğrencilerinde sosyal karşılaştırma eğilimlerinin depresyon, benlik saygısı ve yaşam doyumu ile anlamlı ilişkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır (Gibbons ve Buunk, 1999; Vogel et al., 2014).

Spor Bilimleri Fakültesi öğrencileri açısından sosyal karşılaştırma süreçleri daha da karmaşık bir yapı göstermektedir. Bu öğrenciler, yalnızca akademik başarı açısından değil; fiziksel yeterlilik, sportif performans ve beden imajı gibi alanlarda da yoğun karşılaştırmalara maruz kalmaktadır. Spor ortamları, rekabetin ve performans değerlendirmelerinin ön planda olduğu sosyal bağlamlar olarak bireylerin kendilerini sürekli olarak başkalarıyla kıyaslamalarına neden olabilmektedir. Literatürde sporcu ve sporla ilişkili bireylerde sosyal karşılaştırmaların benlik algısı ve psikolojik iyi oluş üzerinde önemli etkiler yarattığı belirtilmektedir (Halliwel ve Dittmar, 2005; Sabiston et al., 2007).

Bununla birlikte, sosyal karşılaştırma süreçlerinin spor bilimleri öğrencileri üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Mevcut araştırmaların büyük bir kısmı genel üniversite öğrencileri ya da ergen örneklemeleri üzerinde yoğunlaşmakta, spor alanına özgü dinamikler yeterince ele alınmamaktadır. Oysa spor bilimleri öğrencilerinin hem fiziksel hem de psikolojik değerlendirmelere daha sık maruz kalmaları, bu grubun sosyal karşılaştırma süreçleri açısından özel olarak incelenmesini gerekli kılmaktadır.

Bu bağlamda, bu araştırmanın amacı Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin sosyal karşılaştırma düzeylerini incelemek ve bu düzeylerin cinsiyet, yaş ve sınıf değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemektir. Elde edilecek bulguların, spor bilimleri öğrencilerinin benlik algılarını desteklemeye yönelik psikolojik ve eğitsel uygulamaların geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

YÖNTEM

Araştırma tarama (survey) modeli ile tasarlanarak, güvenilir ve geçerli bir ölçekle katılımcıların verileri toplanmıştır. Tarama araştırmaları, büyük bir gruptan bilgi toplamanın benzersiz bir yoludur. Bu tür araştırmanın yürütülmesinin kolay olduğuna dair yaygın bir algıya rağmen, anlamlı sonuçlar elde etmek için bir anketin kapsamlı bir planlama, zaman ve çabaya ihtiyacı vardır (Jones vd., 2013).

EVREN VE ÖRNEKLEM

Araştırmaya bir devlet üniversitesinin spor bilimleri fakültesinde farklı bölümlerde öğrenim gören 223 öğrenci katılmıştır.

VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmada veri toplama aracı olarak demografik değişkenlerin belirlenmesine yönelik kişisel bilgi formu ve kişinin başkaları ile kıyaslandığında kendini çeşitli boyutlarda nasıl algıladığını ölçen 1-6 arası Likert tarzında puanlanan, ergen ve yetişkinlere bireysel ya da grup olarak uygulanabilen Sosyal Karşılaştırma Ölçeği (SKÖ) kullanılmıştır (Allan ve Gilbert, 1991). Geçerlilik ve güvenilirliği Şahin, Durak ve Şahin (1993) tarafından yapılan çalışmada ölçeğin Cronbach Alfa değeri .89 bulunmuştur. Bu çalışmada ölçeğin Cronbach Alfa değeri .804 olarak bulunmuştur.

VERİLERİN ANALİZİ

Verilerin analizinde kullanılacak testleri belirlemek için basıklık ve çarpıklık değerlerinin yanında, Kolmogorov-Smirnov, Histogram, Plot Grafikleri ve Kayıp veri ve uç değer analizleri yapılarak incelenmiştir. (George and Mallery, 2019) normallik varsayımı için ± 2 aralığını kabul edilir olarak değerlendirmektedir. Bütün bu değerlendirmeler neticesinde verilerin normallik varsayımını sağladığı görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Ölçeklerin güvenilirlik ve çarpıklık-basıklık tablosu

Ölçek	Çarpıklık	Basıklık	Cronbach's Alpha
Sosyal Karşılaştırma	0,163	0,324	0,804

Tablo 1’de Sosyal Karşılaştırma Ölçeği’nin güvenilirliğine ilişkin Cronbach Alfa katsayısı sunulmuştur. Ölçeğin iç tutarlılık katsayısı $\alpha = .80$ olarak bulunmuştur. Bu sonuç, ölçeğin bu çalışma kapsamında kabul edilebilir düzeyde güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

BULGULAR

Tablo 2. Katılımcılara ait betimsel istatistikler

Değişkenler	Alt Değişkenler	F	%
Cinsiyet	Erkek	159	71,3
	Kadın	64	28,7
Yaş	18-20	130	58,3
	21-23	51	22,9
	24 ve üstü	42	18,8
Sınıf	1.sınıf	50	22,4
	2.sınıf	57	25,6
	3.sınıf	62	27,8
	4.sınıf ve üzeri	54	24,2

Tablo 3. Cinsiyete göre sosyal karşılaştırma düzeylerinin karşılaştırılmasına yönelik t testi sonuçları

Ölçek	Cinsiyet	n	x	ss	f	p
Sosyal Karşılaştırma	Erkek	159	4,3742	,54696	,271	0,005
	Kadın	64	4,0842	,71995		

Tablo 3’te katılımcıların sosyal karşılaştırma düzeylerinin cinsiyet değişkenine göre karşılaştırılmasına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre erkek öğrencilerin sosyal

karşılaştırma puan ortalamalarının kadın öğrencilere göre daha yüksek olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < .05$).

Tablo 4. Katılımcıların yaş değişkenine göre sosyal karşılaştırma düzeylerinin karşılaştırılmasına yönelik ANOVA testi sonuçları

Ölçek	Yaş	n	x	ss	f	p	Anlamlı fark
Sosyal Karşılaştırma	18-20	130	4,3167	,62734	,280	,756	----
	21-23	51	4,2473	,72327			
	24veustu	42	4,2646	,40189			

Tablo 4'te katılımcıların sosyal karşılaştırma düzeylerinin yaş değişkenine göre karşılaştırılmasına ilişkin tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları yer almaktadır. Analiz sonuçlarına göre farklı yaş grupları arasında sosyal karşılaştırma düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > .05$).

Tablo 5. Katılımcıların sınıf değişkenine göre sosyal karşılaştırma düzeylerinin karşılaştırılmasına yönelik ANOVA testi sonuçları

Ölçek	Sınıf	n	x	ss	f	p	Anlamlı fark
Sosyal Karşılaştırma	1.sınıf	50	4,3367	,45804	2,515	,059	----
	2.sınıf	57	4,2554	,69807			
	3.sınıf	62	4,1487	,65253			
	4.sınıf veuzatmalı	54	4,4496	,57343			

Tablo 5'te katılımcıların sosyal karşılaştırma düzeylerinin sınıf değişkenine göre karşılaştırılmasına yönelik yapılan ANOVA sonuçları sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde, sınıf düzeyleri arasında sosyal karşılaştırma puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir ($p > .05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin sosyal karşılaştırma düzeyleri cinsiyet, yaş ve sınıf değişkenlerine göre incelenmiştir. Elde edilen bulgular, sosyal karşılaştırmaların spor bilimleri öğrencilerinde önemli bir psikososyal süreç olduğunu ve bazı demografik değişkenler bağlamında farklılaşabildiğini göstermektedir. Bulgular, hem uluslararası literatürdeki benzer sonuçlarla örtüşmekte hem de bazı çalışmalardan ayrılan yönler içermektedir.

Cinsiyet değişkenine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde, erkek öğrencilerin sosyal karşılaştırma düzeylerinin kadın öğrencilere göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, erkek öğrencilerin kendilerini başkalarıyla kıyasladıklarında daha olumlu bir benlik algısına sahip olduklarını düşündürmektedir. Bu bulgu, Buunk ve Gibbons (2007) tarafından yapılan çalışmalarda bildirilen, erkeklerin sosyal karşılaştırma süreçlerinden psikolojik olarak daha az olumsuz etkilendikleri yönündeki bulgularla paralellik göstermektedir. Benzer şekilde spor bağlamında yürütülen bazı çalışmalarda, erkek sporcuların performans ve fiziksel yeterlilik açısından daha güçlü bir benlik algısına sahip oldukları rapor edilmiştir (Sabiston et al., 2007).

Buna karşın literatürde, kadın öğrencilerin sosyal karşılaştırmaya daha yatkın olduğunu ve bu karşılaştırmaların benlik algısı üzerinde daha belirgin etkiler yarattığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Özellikle beden imajı ve fiziksel görünüm odaklı karşılaştırmaların kadınlarda daha yoğun yaşandığı ve bu durumun olumsuz benlik algısıyla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Halliwell ve Dittmar, 2005). Bu yönüyle mevcut araştırma bulguları, kadın öğrencilerin sosyal karşılaştırma süreçlerini daha eleştirel ve kendine yönelik olumsuz biçimde değerlendirmelerinden kaynaklanan farklılıklara işaret edebilecek ters sonuçlardan ayrılmaktadır. Bu durum,

spor bilimleri öğrencilerinin fiziksel aktivite düzeylerinin yüksek olmasının, kadın öğrenciler için koruyucu bir rol oynayabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Yaş değişkenine göre elde edilen bulgular, sosyal karşılaştırma düzeylerinin yaş grupları arasında anlamlı biçimde farklılaşmadığını göstermiştir. Bu sonuç, üniversite öğrencilerinin büyük ölçüde benzer gelişimsel dönemde yer almalarıyla açıklanabilir. Arnett'in (2000) beliren yetişkinlik kuramı, bu yaş aralığında bireylerin benlik algılarının henüz tam olarak istikrarlı hale gelmediğini ve sosyal karşılaştırmaların yaygın biçimde yaşandığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda elde edilen bulgular, yaştan sosyal karşılaştırma üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu bildiren önceki çalışmalarla örtüşmektedir (Gibbons ve Buunk, 1999).

Bununla birlikte bazı araştırmalarda yaş ilerledikçe bireylerin sosyal karşılaştırma eğilimlerinin azaldığı ve benlik algılarının daha dengeli hale geldiği belirtilmektedir. Özellikle ileri yaş gruplarında yapılan çalışmalarda, bireylerin kendilerini başkalarıyla kıyaslamaya daha az ihtiyaç duydukları rapor edilmiştir (Buunk, Zurriaga, Peiró, Nauta ve Gosálvez, 2005). Mevcut araştırmada bu yönde bir farklılığın ortaya çıkmaması, örneklemin yaş aralığının görece dar olmasıyla ilişkili olabilir.

Sınıf değişkenine ilişkin bulgular incelendiğinde, genel ANOVA sonucuna göre sınıf düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamış; ancak Tukey HSD testi üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri arasında anlamlı bir farklılaşma olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, sınıf düzeyine bağlı olarak sosyal karşılaştırma süreçlerinin belirli aşamalarda yoğunlaşabileceğini düşündürmektedir. Üst sınıflarda artan mezuniyet ve istihdam kaygılarının, öğrencilerin kendilerini akranlarıyla daha sık ve daha eleştirel biçimde karşılaştırmalarına yol açabileceği ifade edilmektedir. Bu bulgu, üniversite öğrencilerinde akademik ilerleme ile birlikte artan stres düzeylerini rapor eden çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Bewick et al., 2010).

Buna karşın bazı araştırmalarda sınıf düzeyi ilerledikçe öğrencilerin akademik ve sosyal ortama uyum sağladıkları, dolayısıyla sosyal karşılaştırma eğilimlerinin azaldığı bildirilmektedir. Özellikle son sınıf öğrencilerinin benlik algılarının daha istikrarlı hale geldiğini gösteren çalışmalar, mevcut bulgularla kısmen ters düşmektedir. Bu farklılık, örneklemin spor bilimleri öğrencilerinden oluşması ve performans temelli değerlendirmelerin üst sınıflarda daha belirgin hale gelmesiyle açıklanabilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu araştırmanın bulguları sosyal karşılaştırmaların Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinde çok boyutlu bir yapı sergilediğini ve demografik değişkenlerin etkisinin bağlamsal faktörlerle birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, literatürdeki benzer ve ters bulgularla birlikte değerlendirildiğinde, spor bilimleri öğrencilerinin benlik algılarının rekabet, performans ve gelecek beklentileri gibi özgül dinamiklerden güçlü biçimde etkilendiğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bu araştırmada Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin sosyal karşılaştırma düzeyleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin sosyal karşılaştırma düzeylerinin genel olarak olumlu benlik algısına işaret ettiğini göstermektedir. Araştırma bulguları doğrultusunda, Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin benlik algılarını ve psikolojik iyi oluşlarını destekleyici psikoeğitsel programların geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, sosyal karşılaştırma süreçlerini etkileyebilecek akademik stres, performans kaygısı ve sosyal destek gibi değişkenlerin gelecekteki çalışmalarda birlikte ele alınması, konuya ilişkin daha kapsamlı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Allan, S., Gilbert, P. (1995). A Social Comparison Scale: Psychometric Properties and Relationship to Psychopathology. *Personality and Individual Differences*, 19 (3), 293-299.
- Arnett, J. J. (2000). Emerging adulthood: A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist*, 55(5), 469–480.
- Bewick, B., Koutsopoulou, G., Miles, J., Slaa, E. ve Barkham, M. (2010). Changes in undergraduate students' psychological well-being as they progress through university. *Studies in Higher Education*, 35(6), 633–645.
- Buunk, B. P. ve Gibbons, F. X. (2007). Social comparison: The end of a theory and the emergence of a field. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 102(1), 3–21.
- Buunk, B. P., Zurriaga, R., Peiró, J. M., Nauta, A. ve Gosálvez, I. (2005). Social comparison at work as related to a cooperative social climate and to individual differences in social comparison orientation. *Applied Psychology*, 54(1), 61–80. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2005.00196.x>
- Festinger, L. (1954). A theory of social comparison processes. *Human Relations*, 7(2), 117–140.
- George, D. and Mallery, P. (2019). IBM SPSS statistics 25 step by step: A simple guide and reference (Fifteenth edition). Routledge, Taylor and Francis Group.
- Halliwell, E. ve Dittmar, H. (2005). The role of self-improvement and self-evaluation motives in social comparison processes: An experimental investigation. *Journal of Social and Clinical Psychology*, 24(6), 832–854.
- Jones, T., Baxter, M. and Khanduja, V. (2013). A quick guide to survey research. *The Annals of The College of Surgeons*
- Sabiston, C. M., Sedgwick, W. A., Crocker, P. R. E., Kowalski, K. C., ve Mack, D. E. (2007). Social physique anxiety in adolescence: An examination of influences of pubertal timing, body image, and physical activity. *Journal of Adolescent Research*, 22(1), 78–101. <https://doi.org/10.1177/0743558406294628>
- Şahin, N. H., Durak, A. ve Şahin, N. (1993). Sosyal karşılaştırma ölçeği: Bilişsel-davranışçı terapilerde değerlendirme. Ankara: Türk Psikologlar Derneği.
- Vogel, E. A., Rose, J. P., Roberts, L. R. ve Eckles, K. (2014). Social comparison, social media, and self-esteem. *Psychology of Popular Media Culture*, 3(4), 206–222. <https://doi.org/10.1037/ppm0000047>

SINIRLI KAFESLER ÜZERİNDEKİ SIRA TEMELLİ UNİNORMLAR HAKKINDA**Hakan ÜSTÜNTAŞ 1/ Prof. Dr. Emel AŞICI 2****1 Bursa Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Öğrencisi,
ustuntashakan23@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-5585-0374****2 Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Matematik Bölümü, Matematik
emel.asici@btu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7692-5937****Özet**

Üçgensel normlar, literatüre ilk kez Menger'in 1942'de yayımlanan "İstatistiksel Metrik" adlı çalışmasıyla dahil olmuştur. Klasik üçgen eşitsizliğinin genelleştirilmesiyle ortaya çıkan üçgensel normlar, Klement vd. (2000) tarafından $[\perp, \top]$ aralığı üzerinde tanımlanmıştır. $[\perp, \top]$ birim aralığı üzerinde üçgensel normların ve üçgensel konormların bir genellemesi olarak verilen uninormlar, Yager ve Rybalov (1996) tarafından tanıtılmış ve uninormların yapısal özellikleri daha sonra Fodor, Yager ve Rybalov (1997) tarafından ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Uninormlar, teorik önemlerinin yanı sıra birçok uygulama alanında da etkili bir rol oynamaktadır.

Sınırlı kafesler üzerindeki uninormlar, ilk olarak Karaçal ve Mesiar (2015) tarafından tanımlanmış ve sonraki çalışmalarda detaylı biçimde incelenmiştir. Bu kapsamda, $\leq_T$ sembolüyle gösterilen, sınırlı kafesler üzerinde tanımlı üçgensel normlar kullanılarak oluşturulan T -kısmen sıralama ilk olarak 2011 yılında Karaçal ve Kesicioğlu (2011) tarafından tanımlanmıştır. 2016 yılında ise, $\leq_U$ sembolüyle gösterilen U -kısmen sıralama tanımlanmış ve söz konusu sıralamanın yapısal özellikleri detaylandırılmıştır. Bu çalışmada ise U -kısmen sıralamaya göre kıyaslanamayan elemanların kümesi olan I_U kümesi üzerinde çalışılarak, irdeleyici örnekler verilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçların sınırlı kafesler üzerindeki üçgensel normlar ve üçgensel konormların genellemesi olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üçgensel norm, üçgensel konorm, uninorm, $\leq_U$ -sıralama

ABOUT ORDERING BASED ON UNINORMS ON BOUNDED LATTICES**Hakan ÜSTÜNTAŞ 1/ Prof. Dr. Emel AŞICI 2****1 Bursa Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Öğrencisi,
ustuntashakan23@gmail.com, ORCID ID : 0009-0001-5585-0374****2 Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Matematik Bölümü, Matematik
emel.asici@btu.edu.tr, ORCID ID : 0000-0002-7692-5937****Abstract**

Triangular norms were first introduced into the literature by Menger in her 1942 work titled "Statistical Metrics". Triangular norms, which arise from the generalization of the classical triangle inequality, were defined by Klement et al. (2000) on the interval $[L, I]$. Uninorms, given as a generalization of triangular norms and triangular conorms over the unit interval $[L, I]$, were introduced by Yager and Rybalov (1996), and their structural properties were subsequently studied in detail by Fodor, Yager, and Rybalov (1997). Uninorms, in addition to their theoretical importance, play an influential role in many application areas.

Firstly, Karaçal and Mesiar (2015) were described the notion of uninorms in all bounded lattices and have been studied in detail in subsequent works. In this context, the T -partial ordering, which is formed using triangular norms defined on bounded lattice structures and denoted by the symbol $\leqslant_T$, was first defined by Karaçal and Kesicioğlu (2011) in 2011. In 2016, the U -partial ordering relation, denoted by the symbol $\leqslant_U$ was introduced, and the structural properties of this ordering were detailed. This study examines the set I_U , which is the set of elements that cannot be compared according to the partial ordering of U , and provides illustrative examples. Furthermore, it has been shown that the obtained results are generalizations of triangular norms and triangular conorms on bounded lattices.

Keywords: T-norm, t-conorm, uninorm, $\leqslant_U$ -order

GİRİŞ

Üçgensel norm kavramı ilk olarak Menger'in 1942 tarihli "İstatistiksel Metrik" çalışmasıyla ortaya çıkmıştır. Klasik üçgen eşitsizliğinin genelleştirilmesiyle ortaya çıkan üçgensel normlar, Klement vd. (2000) tarafından $[\perp, \top]$ aralığı üzerinde tanımlanmıştır. $[\perp, \top]$ birim aralığı üzerinde üçgensel normların ve üçgensel konormların bir genellemesi olarak verilen uninormlar, Yager ve Rybalov (1996) tarafından tanıtılmış ve uninormların yapısal özellikleri daha sonra Fodor, Yager ve Rybalov (1997) tarafından ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Uninormlar, teorik önemlerinin yanı sıra birçok uygulama alanında da etkili bir rol oynamaktadır. Uzman sistemler, sinir ağları, bulanık mantık gibi pek çok farklı disiplinde uygulama alanı bulmuştur.

Son yıllarda, sınırlı kafeslerdeki uninormlar birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir; bunun nedeni, sınırlı kafeslerin $[\perp, \top]$ birim aralığından daha genel olmasıdır. İlk olarak, Karaçal ve Mesiar (2015) tarafından önerilen, keyfi bir $\mathbb{X}$ sınırlı kafesi üzerindeki uninormlar, birim eleman olan e 'nin, $\mathbb{X}$ üzerindeki üçgensel normların ve üçgensel konormların birleştirilmesi olarak, keyfi bir eleman olmasına izin verir. O zamandan beri sınırlı kafesin $[\perp, \top]$ birim aralığından daha genel olması nedeniyle kapsamlı bir şekilde incelenmişlerdir ve literatürde çok sayıda inşa yöntemi önerilmiştir. Son yıllarda, uninormlardan elde edilen sıralamalar ve bunların özellikleri üzerine yapılan çalışmalar önemini sürdürmektedir. Yarıgruplar için bir doğal kısmen sıralama bağıntısı ilk kez Mitsch (1986) tarafından tanımlanmış ve söz konusu bağıntının temel özellikleri incelenmiştir. Sınırlı kafeslerdeki üçgensel normlar aracılığı ile elde edilen ve $\leq_T$ sembolüyle gösterilen T -kısmen sıralama bağıntısı literatüre ilk olarak Karaçal ve Kesicioğlu (2011) tarafından kazandırılmıştır. Daha sonra Ertuğrul, Kesicioğlu ve Karaçal (2016) tarafından tanıtılan çalışmada, sınırlı kafesler üzerindeki uninormlar aracılığıyla tanımlanan ve $\leq_U$ sembolüyle gösterilen U -kısmen sıralaması incelenmiş ve bu sıralamanın temel özellikleri ortaya konmuştur.

Bu çalışmada ise U -kısmen sıralamaya göre kıyaslanamayan elemanların kümesi olan I_U kümesi üzerinde çalışılarak, irdeleyici örnekler verilmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçların sınırlı kafesler üzerindeki üçgensel normlar ve üçgensel konormların genellemesi olduğu gösterilmiştir.

1. Ön Bilgiler

Tanım 1.1. (Klement, Mesiar & Pab, 2000) Bir $(\mathbb{X}, \leq, \perp_{\mathbb{X}}, \top_{\mathbb{X}})$ kafesi ele alınsın. $T_{\mathbb{X}}: \mathbb{X}^2 \rightarrow \mathbb{X}$ ikili işlemi her $\lambda, \sigma, \zeta \in \mathbb{X}$ için aşağıdaki özellikleri sağlıyorsa $T_{\mathbb{X}}, \mathbb{X}$ üzerinde bir üçgensel norm olarak tanımlanır.

$$\begin{aligned} T_{\mathbb{X}}(\lambda, \sigma) &= T_{\mathbb{X}}(\sigma, \lambda) && \text{(Değişme özelliği)} \\ T_{\mathbb{X}}(\lambda, T_{\mathbb{X}}(\sigma, \zeta)) &= T_{\mathbb{X}}(T_{\mathbb{X}}(\lambda, \sigma), \zeta) && \text{(Birleşme özelliği)} \\ \sigma \leq \zeta \text{ ise } T_{\mathbb{X}}(\lambda, \sigma) &\leq T_{\mathbb{X}}(\lambda, \zeta) && \text{(Monotonluk özelliği)} \\ T_{\mathbb{X}}(\lambda, \top) &= \lambda && \text{(Birim eleman özelliği)} \end{aligned}$$

Tanım 1.2. (Klement, Mesiar & Pab, 2000) Bir $(\mathbb{X}, \leq, \perp_{\mathbb{X}}, \top_{\mathbb{X}})$ kafesi ele alınsın. $S_{\mathbb{X}}: \mathbb{X}^2 \rightarrow \mathbb{X}$ ikili işlemi her $\lambda, \sigma, \zeta \in \mathbb{X}$ için aşağıdaki özellikleri sağlıyorsa $S_{\mathbb{X}}, \mathbb{X}$ üzerinde bir üçgensel konorm olarak tanımlanır.

$$\begin{aligned} S_{\mathbb{X}}(\lambda, \sigma) &= S_{\mathbb{X}}(\sigma, \lambda) && \text{(Değişme özelliği)} \\ S_{\mathbb{X}}(\lambda, S_{\mathbb{X}}(\sigma, \zeta)) &= S_{\mathbb{X}}(S_{\mathbb{X}}(\lambda, \sigma), \zeta) && \text{(Birleşme özelliği)} \\ \sigma \leq \zeta \text{ ise } S_{\mathbb{X}}(\lambda, \sigma) &\leq S_{\mathbb{X}}(\lambda, \zeta) && \text{(Monotonluk özelliği)} \\ S_{\mathbb{X}}(\lambda, 0) &= \lambda && \text{(Birim eleman özelliği)} \end{aligned}$$

Örnek 1.3. (Klement, Mesiar & Pab, 2000) $[\perp_{\mathbb{X}}, \top_{\mathbb{X}}]$ birim aralığında tanımlı temel üçgensel norm ile üçgensel konorm yapılarına ilişkin bazı örnekler aşağıda sunulmuştur:

$$T_{\mathbb{X}_M}(\lambda, \sigma) = \min(\lambda, \sigma)$$

$$T_{\aleph P}(\lambda, \sigma) = \lambda \cdot \sigma$$

$$T_{\aleph L}(\lambda, \sigma) = \max(\lambda + \sigma - \top_{\aleph}, \perp_{\aleph})$$

$$T_{\aleph D}(\lambda, \sigma) = \begin{cases} \perp_{\aleph}, & (\lambda, \sigma) \in [\perp_{\aleph}, \top_{\aleph}]^2 \\ \min(\lambda, \sigma), & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

$$S_{\aleph M}(\lambda, \sigma) = \max(\lambda, \sigma)$$

$$S_{\aleph P}(\lambda, \sigma) = \lambda + \sigma - \lambda \cdot \sigma$$

$$S_{\aleph L}(\lambda, \sigma) = \min(\lambda + \sigma, \top_{\aleph})$$

$$S_{\aleph D}(\lambda, \sigma) = \begin{cases} \top_{\aleph}, & (\lambda, \sigma) \in (\perp_{\aleph}, \top_{\aleph})^2 \\ \max(\lambda, \sigma), & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

Tanım 1.4. (Mitsch, 1986) Sınırlı bir $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ kafesi üzerinde $T_{\aleph}: \aleph^2 \rightarrow \aleph$ üçgensel normu göz önüne alınsın. Her $\lambda, \sigma \in \aleph$ için $\lambda \leq \sigma$ olduğunda $\lambda = T_{\aleph}(\sigma, \zeta)$ eşitliğini sağlayan bir $\zeta \in \aleph$ mevcutsa $T_{\aleph}$ üçgensel normu bölünebilirdir.

Tanım 1.5. (Mitsch, 1986) Sınırlı bir $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ kafesi üzerinde $S_{\aleph}: \aleph^2 \rightarrow \aleph$ üçgensel konormu göz önüne alınsın. Her $\lambda, \sigma \in \aleph$ için $\lambda \leq \sigma$ olduğunda $\lambda = S_{\aleph}(\sigma, \zeta)$ eşitliğini sağlayan bir $\zeta \in \aleph$ mevcutsa $S_{\aleph}$ üçgensel konormu bölünebilirdir.

Tanım 1.6. (Karaçal & Mesiar, 2015) Sınırlı kafes $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ üzerinde, her $\lambda, \sigma, \zeta \in \aleph$ için $U_{\aleph}: \aleph^2 \rightarrow \aleph$ ikili işlemi ile tanımlanan $U_{\aleph}$ uninormu aşağıdaki şekilde verilmiştir.

$$U_{\aleph}(\lambda, \sigma) = U_{\aleph}(\sigma, \lambda) \quad (\text{Değişme özelliği})$$

$$\sigma \leq \zeta \text{ ise } U_{\aleph}(\lambda, \sigma) \leq U_{\aleph}(\lambda, \zeta) \quad (\text{Monotonluk özelliği})$$

$$U_{\aleph}(\lambda, U_{\aleph}(\sigma, \zeta)) = U_{\aleph}(U_{\aleph}(\lambda, \sigma), \zeta) \quad (\text{Birleşme özelliği})$$

Her $\lambda \in [\perp_{\aleph}, \top_{\aleph}]$ için $U_{\aleph}(\lambda, e) = \lambda$ olacak şekilde birim eleman olarak adlandırılan bir $e \in [\perp_{\aleph}, \top_{\aleph}]$ elemanı vardır. (Birim eleman özelliği)

$e = \top_{\aleph}$ olarak alınırsa uninorm bir üçgensel norm, $e = \perp_{\aleph}$ olarak alınırsa uninorm bir üçgensel konorm olur.

Tanım 1.7. (Karaçal & Kesicioğlu, 2011) Sınırlı bir $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ kafesi ile $T_{\aleph}: \aleph^2 \rightarrow \aleph$ üçgensel normu ele alınsın. $\aleph$ üzerinde $\leq_{T_{\aleph}}$ bağıntısı

$$\lambda \leq_{T_{\aleph}} \sigma: \Leftrightarrow T_{\aleph}(\ell, \sigma) = \lambda \text{ olacak biçimde bir } \ell \in \aleph \text{ mevcuttur. Şeklinde ifade edilir.}$$

Tanım 1.8. (Karaçal & Kesicioğlu, 2011) Sınırlı bir $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ kafesi ile $S_{\aleph}: \aleph^2 \rightarrow \aleph$ üçgensel konormu ele alınsın. $\aleph$ üzerinde $\leq_{S_{\aleph}}$ bağıntısı

$$\lambda \leq_{S_{\aleph}} \sigma: \Leftrightarrow S_{\aleph}(k, \lambda) = \sigma \text{ olacak biçimde bir } k \in \aleph \text{ mevcuttur. Şeklinde ifade edilir.}$$

Tanım 1.9. (Ertuğrul, Kesicioğlu & Karaçal, 2016) Bir $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ kafesi üzerinde tanımlı, $e \in \aleph$ birim elemanına sahip $U_{\aleph}$ uninormu verilsin. $\lambda, \sigma \in \aleph$ olmak üzere aşağıdaki bağıntı tanımlansın:

$$\lambda \leq_{U_{\aleph}} \sigma: \Leftrightarrow \begin{cases} \lambda, \sigma \in [\perp_{\aleph}, e] \text{ ise} & k \in [\perp_{\aleph}, e] \text{ olacak şekilde } U_{\aleph}(\sigma, k) = \lambda \text{ vardır veya,} \\ \lambda, \sigma \in [e, \top_{\aleph}] \text{ ise} & \ell \in [e, \top_{\aleph}] \text{ olacak şekilde } U_{\aleph}(\lambda, \ell) = \sigma \text{ vardır veya,} \\ (\lambda, \sigma) \in \aleph^* \text{ ise} & \lambda \leq \sigma \text{ dir.} \end{cases}$$

$\Phi_e = \{\lambda \in \aleph \mid \lambda \parallel e\}$ olarak tanımlandığında, aşağıdaki küme elde edilir.

$$\aleph^* = [\perp_{\aleph}, e] \times [e, \top_{\aleph}] \cup [\perp_{\aleph}, e] \times \Phi_e \cup [e, \top_{\aleph}] \times \Phi_e \cup [e, \top_{\aleph}] \times [\perp_{\aleph}, e] \cup \Phi_e \times [\perp_{\aleph}, e] \cup \Phi_e \times [e, \top_{\aleph}] \cup \Phi_e \times \Phi_e$$

Önerme 1.10. (Ertuğrul, Kesicioğlu & Karaçal, 2016) 1.9 da verilen tanım dikkate alındığında $\aleph$ kümesi üzerinde verilen $\leq_{U_{\aleph}}$ bağıntısının bir kısmı sıralama bağıntısıdır.

2. SINIRLI KAFESLER ÜZERİNDEKİ SIRA TEMELLİ UNİNORMLAR ÜZERİNE

Tanım 2.1. (Kesicioğlu, Ertuğrul & Karaçal, 2017) Sınırlı bir $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ kafesi üzerinde tanımlı e birim elemanlı $U_{\aleph}$ uninormu verilsin. $\leq_{U_{\aleph}}$ kısmi sıralamaya göre $\lambda \in \aleph \setminus \{\perp_{\aleph}, \top_{\aleph}\}$ ile kıyaslanamayan bütün elemanların kümesi $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(\lambda)}$ aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$I_{U_{\aleph}}^{\aleph(\lambda)} = \{\sigma_{\lambda} \in \aleph \setminus \{\perp_{\aleph}, \top_{\aleph}\} \mid [\lambda < \sigma_{\lambda} \text{ ve } \lambda \not\leq_{U_{\aleph}} \sigma_{\lambda}] \text{ veya } [\sigma_{\lambda} < \lambda \text{ ve } \sigma_{\lambda} \not\leq_{U_{\aleph}} \lambda] \text{ veya } \lambda \parallel \sigma_{\lambda}\}$$

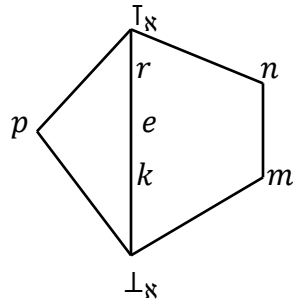
Açıkça, $\lambda = \perp_{\aleph}$ ve $\lambda = \top_{\aleph}$ için $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(\lambda)} = \emptyset$ dir. $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(\lambda)}$ nun tanımı gereği herhangi bir $\lambda \in \aleph \setminus \{\perp_{\aleph}, \top_{\aleph}\}$ için $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(\lambda)}$ kümesi $\perp_{\aleph}$ ve $\top_{\aleph}$ değerlerini içermez.

Önerme 2.2. $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ bir sınırlı kafes olmak üzere $U_{\aleph}$, $\aleph$ üzerinde $e \in \aleph$ birim elemanına sahip bir uninorm olsun. Eğer $\lambda \in \aleph$ için λ ile kıyaslanamayan bir $\sigma_{\lambda} \in \aleph$ mevcutsa $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(\lambda)} \neq \emptyset$ dir.

İspatı açıktır.

Örnek 2.3. Hasse diyagramı Şekil 1’de verilen $(\aleph = \{\perp_{\aleph}, p, k, e, m, n, r, \top_{\aleph}\}, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ sınırlı kafesi ile $\aleph$ üzerinde birim elemanı e olan ve aşağıdaki şekilde tanımlanan uninorm verilsin. (Dan & Hu, 2020):

$$U_{\aleph}(\lambda, \sigma) = \begin{cases} \lambda \wedge \sigma & (\lambda, \sigma) \in [\perp_{\aleph}, e]^2 \text{ ise} \\ \sigma & (\lambda, \sigma) \in [\perp_{\aleph}, e] \times \Phi_e \text{ ise} \\ \lambda & (\lambda, \sigma) \in \Phi_e \times [\perp_{\aleph}, e] \text{ ise} \\ \lambda \vee \sigma \vee e & \text{aksi durumda} \end{cases}$$



Şekil 1: $(\aleph, \leq)$ sınırlı kafesi

$p \parallel k$, $p \parallel r$, $p \parallel m$, $p \parallel e$, $p \parallel n$ olduğundan $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(p)} = \{k, e, r, m, n\}$ olduğu görülür.

Uyarı 2.4. 2.2 de verilen önermenin tersinin doğru olup olmadığı irdelenebilir. $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(\lambda)} \neq \emptyset$ olsa bile $\sigma_{\lambda} \in \aleph$ ’nin λ ile kıyaslanamaz olup olmadığı araştırılabilir. Bunun için aşağıdaki örneği incelemek faydalı olacaktır.

Örnek 2.5. $\perp_{\aleph} < t < r < s < e < u < v < \top_{\aleph}$ olacak şekilde sonlu $\aleph = \{\perp_{\aleph}, t, r, s, e, u, v, \top_{\aleph}\}$ zinciri ele alınsın. $\aleph$ üzerinde, birim elemanı e olan aşağıdaki şekilde tanımlanan uninorm verilsin. (Karaçal ve Mesiar, 2015)

$$U_{\mathfrak{K}}(\lambda, \sigma) = \begin{cases} \lambda \vee \sigma & (\lambda, \sigma) \in [e, I_{\mathfrak{K}}]^2 \text{ ise,} \\ \lambda \wedge \sigma & (\lambda, \sigma) \in [\perp_{\mathfrak{K}}, e) \times [e, I_{\mathfrak{K}}] \cup [e, I_{\mathfrak{K}}] \times [\perp_{\mathfrak{K}}, e) \text{ ise,} \\ \sigma & \lambda \in [e, I_{\mathfrak{K}}], \sigma \parallel e \text{ ise,} \\ \lambda & \sigma \in [e, I_{\mathfrak{K}}], \lambda \parallel e \text{ ise,} \\ \perp_{\mathfrak{K}} & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

$\lambda \in (\perp_{\mathfrak{K}}, e)$ için $I_{U_{\mathfrak{K}}}^{\mathfrak{K}(\lambda)} = \{\sigma_{\lambda} \in (\perp_{\mathfrak{K}}, e) \mid \lambda \neq \sigma_{\lambda}\} \cup I_{\lambda}^{\mathfrak{K}}$ olduğundan (Aşıcı, 2019), $I_{U_{\mathfrak{K}}}^{\mathfrak{K}(r)} = \{t, s\}$ dir. Ancak r , $\mathfrak{K}$ 'deki bütün elemanlarla kıyaslanabilir.

Sonuç 2.6. Sınırlı bir $(\mathfrak{K}, \leq, \perp_{\mathfrak{K}}, I_{\mathfrak{K}})$ kafesi üzerinde tanımlanan $T_{\mathfrak{K}}$, üçgensel normu için, eğer $\mathfrak{K}$ 'de λ ile kıyaslanamayan bir $\sigma_{\lambda} \in \mathfrak{K}$ elemanı mevcutsa $I_{T_{\mathfrak{K}}}^{\mathfrak{K}(\lambda)} \neq \emptyset$ dir.

Sonuç 2.6. Sınırlı bir $(\mathfrak{K}, \leq, \perp_{\mathfrak{K}}, I_{\mathfrak{K}})$ kafesi üzerinde tanımlanan $S_{\mathfrak{K}}$, üçgensel konormu için, eğer $\mathfrak{K}$ 'de λ ile kıyaslanamayan bir $\sigma_{\lambda} \in \mathfrak{K}$ elemanı mevcutsa $I_{S_{\mathfrak{K}}}^{\mathfrak{K}(\lambda)} \neq \emptyset$ dir.

KAYNAKLAR

Aşıcı, E. (2019). Equivalence classes of uninorms, Filomot 33(2), 571-582.

Çaylı, G. D., Karaçal, F. & Mesiar, R. (2016). On a new class of uninorms on bounded lattices, Inf. Sci. 367-368, 221-231.

Dan, Y. X. & Hu, B. Q. (2020). A new structure for uninorms on bounded lattices, Fuzzy Sets Syst. 386, 77-94.

Ertuğrul, Ü., Kesicioğlu, M.N., & Karaçal, F. (2016). Ordering based on uninorms, Information Sciences 330, 315-327.

Karaçal, F., & Kesicioğlu, M.N. (2011). A T-partial order obtained from t-norms, Kybernetika, 47, 300-314.

Karaçal, F., & Mesiar, R. (2015). Uninorms on bounded lattices. Fuzzy Sets Systems, 261, 33-43.

Kesicioğlu, M.N., Karaçal, F., & Mesiar, R. (2015). Order-equivalent triangular norms. Fuzzy Sets Systems 268, 59-71.

Kesicioğlu, M.N., Ertuğrul, Ü., & Karaçal, F. (2017). An equivalence relation based on the U -partial order. Information Sciences, 411, 39-51.

Klement, E. P., Mesiar, R. & Pap, E. (2000). Triangular norms, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Mitsch, H.(1986). A natural partial order for semigroups. Proc. Amer. Math. Soc. 97, 384-388

SINIRLI KAFESLER ÜZERİNDEKİ UNINORMLAR HAKKINDA BAZI İLERİ SONUÇLAR**Hakan ÜSTÜNTAŞ 1/ Prof. Dr. Emel AŞICI 2****1 Bursa Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Öğrencisi,
ustuntashakan23@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-5585-0374****2 Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Matematik Bölümü, Matematik
emel.asici@btu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7692-5937****Özet**

Üçgensel normlar, ilk kez 1942’de Karl Menger tarafından tanıtılmış olup, söz konusu kavram zamanla bilgi biliminin pek çok farklı alanında geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Üçgensel norm ve üçgensel konormların özel bir genellemesi olarak tanımlanan uninormlarda, birim eleman $[1, I]$ aralığında herhangi bir değer olabilir. Üçgensel normlarda bu eleman I , üçgensel konormlarda ise 1 ’dir. Uninormlar, ilk kez Yager ve Rybalov (1996) tarafından $[1, I]$ birim aralığında tanımlanmış; ardından Fodor, Yager ve Rybalov (1997) tarafından bu yapıların temel özellikleri incelenmiştir. Uninormlar, yalnızca teorik açıdan değil, aynı zamanda çeşitli uygulama alanlarında da önemli işlevler üstlenmektedir. Özellikle sınır ağları, uzman sistemler ve bulanık mantık temelli modelleme yaklaşımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Sınırlı kafesler üzerinde tanımlanan uninormlar, önemli bir araştırmacı grubu tarafından çeşitli yönleriyle derinlemesine analize konu edilmiştir. Son yıllarda üçgensel norm, üçgensel konorm ve uninormlardan elde edilen sıralama araştırmacıların oldukça dikkatini çeken konular olmuşlardır. Sınırlı kafesler üzerinde tanımlı üçgensel normlar kullanılarak oluşturulan T -kısmen sıralama $\leq_T$ ilk olarak Karaçal ve Kesicioğlu (2011) tarafından tanımlanmıştır. Ardından, 2016’da sınırlı kafesler üzerindeki uninormlardan elde edilen ve $\leq_U$ sembolüyle gösterilen U -kısmen sıralama tanımlanmıştır.

Bu çalışmada ise uninormlardan elde edilen U -kısmen sıralamaya göre kıyaslanamayan elemanlar kümesi üzerinde çalışılarak, konunun daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla açıklayıcı örneklerle yer verilmiştir. Ayrıca, sınırlı kafesler üzerinde üçgensel normlar ile üçgensel konormlara dair bazı önemli çıkarımlara da ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Üçgensel norm, üçgensel konorm, uninorm, $\leq_U$ -sıralama

SOME FURTHER CONCLUSIONS ABOUT UNINORMS ON BOUNDED LATTICES**Hakan ÜSTÜNTAŞ 1/ Prof. Dr. , Emel AŞICI 2****1 Bursa Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Öğrencisi,
ustuntashakan23@gmail.com, ORCID ID : 0009-0001-5585-0374****2 Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Matematik Bölümü, Matematik
emel.asici@btu.edu.tr, ORCID ID : 0000-0002-7692-5937****Abstract**

Triangular norms were first introduced by Karl Menger in 1942, and over time the concept has found widespread use in many different areas of information science. In uninorms, which are defined as a special generalization of triangular norms and triangular conorms, the identity element can be any value in the interval $[L, T]$. In triangular norms, this element is T , and in triangular conorms, it is L . Uninorms were first defined by Yager and Rybalov (1996) in the unit interval $[0, 1]$; subsequently, the fundamental properties of these structures were investigated by Fodor, Yager, and Rybalov (1997). Uninorms play important roles not only in theory but also in various application areas. They are particularly widely used in neural networks, expert systems, and fuzzy logic-based modeling approaches. Uninorms defined on bounded lattice have been the subject of in-depth analysis from various perspectives by a significant group of researchers. In recent years, ordering derived from triangular norms, triangular conorms, and uninorms has become a subject of considerable interest to researchers. The T -partial ordering $\leq_T$, formed using triangular norms defined on bounded lattice structures, was first defined by Karaçal and Kesicioğlu (2011). Subsequently, in 2016, the U -partial ordering, derived from uninorms on bounded lattice structures and denoted by the symbol $\leq_U$, was defined.

This study focuses on the set of elements that cannot be compared according to the U -partial ordering obtained from uninorms, and includes illustrative examples to facilitate a better understanding of the subject. Also, some important inferences regarding triangular norms and triangular conorms on limited lattice structures have also been obtained.

Keywords: T-norm, t-conorm, uninorm, $\leq_U$ -order

GİRİŞ

Üçgensel normlar, ilk olarak 1942’de Karl Menger tarafından tanımlanmış olup, söz konusu kavram zamanla bilgi biliminin pek çok farklı alanında geniş bir kullanım alanı bulmuştur. (Klement, 1982; Klement, Mesiar & Pap, 2000). Üçgensel norm ve üçgensel konormların özel bir genellemesi olarak tanımlanan uninormlarda, birim eleman $[\perp, \top]$ aralığında herhangi bir değer olabilir. Üçgensel normlarda bu eleman $\top$, üçgensel konormlarda ise $\perp$ ’dır. Uninormlar, ilk kez Yager ve Rybalov (1996) tarafından $[\perp, \top]$ birim aralığında tanımlanmış; ardından Fodor, Yager ve Rybalov (1997) tarafından bu yapıların temel özellikleri incelenmiştir. Sınırlı kafesler üzerinde tanımlanan uninormlar, zengin bir araştırmacı grubu tarafından çeşitli yönleriyle derinlemesine analize konu edilmiştir. İlk olarak, Karaçal ve Mesiar (2015) tarafından önerilen, keyfi bir $\mathfrak{N}$ sınırlı kafesi üzerindeki uninormlar, birim eleman olan e ’nin, $\mathfrak{N}$ üzerinde keyfi bir eleman olmasına izin verir. Sınırlı kafeslerin $[\perp, \top]$ birim aralığından daha genel olması nedeniyle kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve literatürde çok sayıda inşa yöntemi önerilmiştir. Sınırlı bir $\mathfrak{N}$ kafesi üzerinde tanımlanan bir uninorm U , $(\mathfrak{N}, U)$ çiftinin birim elemanı $e \in \mathfrak{N}$ olan değişmeli bir yarı grup oluşturduğu ikili bir işlemdir. $[\perp, \top]$ birim aralığı ile karşılaştırıldığında, bir kafesin doğrusal olarak sıralı olması gerekmez ve kıyaslanamaz elemanların varlığı, uninormların tanımlanması açısından yeni olanaklar ortaya çıkarır. Son yıllarda üçgensel norm, üçgensel konorm ve uninormlardan elde edilen sıralama araştırmacıların oldukça dikkatini çeken konular olmuşlardır. Sınırlı kafeslerdeki üçgensel normlar aracılığı ile elde edilen ve $\leq_T$ sembolüyle gösterilen T -kısmen sıralama bağıntısı literatüre ilk olarak Karaçal ve Kesicioğlu (2011) tarafından kazandırılmıştır. Daha sonra Ertuğrul, Kesicioğlu ve Karaçal (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sınırlı kafesler üzerindeki uninormlar aracılığıyla tanımlanan ve $\leq_U$ sembolüyle gösterilen U -kısmen sıralaması incelenmiş ve bu yapının temel özellikleri ortaya konmuştur.

Bu çalışmada ise uninormlardan elde edilen U -kısmen sıralamaya göre kıyaslanamayan elemanlar kümesi üzerinde çalışılarak, konunun daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla açıklayıcı örneklere yer verilmiştir. Ayrıca, sınırlı kafesler üzerindeki üçgensel normlar ve üçgensel konormlara ilişkin bazı önemli sonuçlara da ulaşılmıştır.

1. Ön Bilgiler

Tanım 1.1. özellikleri sağlıklı(Klement, Mesiar & Pab, 2000) Sınırlı bir $(\mathfrak{N}, \leq, \perp_{\mathfrak{N}}, \top_{\mathfrak{N}})$ kafesi ele alınsın. $T_{\mathfrak{N}}: \mathfrak{N}^2 \rightarrow \mathfrak{N}$ ikili işlemi her $\lambda, \sigma, \zeta \in \mathfrak{N}$ için aşağıdaki orsa $T_{\mathfrak{N}}$, $\mathfrak{N}$ üzerinde bir üçgensel norm olarak tanımlanır.

$$\begin{aligned} T_{\mathfrak{N}}(\lambda, \sigma) &= T_{\mathfrak{N}}(\sigma, \lambda) && \text{(Değişme özelliği)} \\ T_{\mathfrak{N}}(\lambda, T_{\mathfrak{N}}(\sigma, \zeta)) &= T_{\mathfrak{N}}(T_{\mathfrak{N}}(\lambda, \sigma), \zeta) && \text{(Birleşme özelliği)} \\ \sigma \leq \zeta \text{ ise } T_{\mathfrak{N}}(\lambda, \sigma) &\leq T_{\mathfrak{N}}(\lambda, \zeta) && \text{(Monotonluk özelliği)} \\ T_{\mathfrak{N}}(\lambda, \top) &= \lambda && \text{(Birim eleman özelliği)} \end{aligned}$$

Tanım 1.2. (Klement, Mesiar & Pab, 2000) Sınırlı bir $(\mathfrak{N}, \leq, \perp_{\mathfrak{N}}, \top_{\mathfrak{N}})$ kafesi ele alınsın. $S_{\mathfrak{N}}: \mathfrak{N}^2 \rightarrow \mathfrak{N}$ ikili işlemi her $\lambda, \sigma, \zeta \in \mathfrak{N}$ için aşağıdaki özellikleri sağlıyorsa $S_{\mathfrak{N}}$, $\mathfrak{N}$ üzerinde bir üçgensel konorm olarak tanımlanır.

$$\begin{aligned} S_{\mathfrak{N}}(\lambda, \sigma) &= S_{\mathfrak{N}}(\sigma, \lambda) && \text{(Değişme özelliği)} \\ S_{\mathfrak{N}}(\lambda, S_{\mathfrak{N}}(\sigma, \zeta)) &= S_{\mathfrak{N}}(S_{\mathfrak{N}}(\lambda, \sigma), \zeta) && \text{(Birleşme özelliği)} \\ \sigma \leq \zeta \text{ ise } S_{\mathfrak{N}}(\lambda, \sigma) &\leq S_{\mathfrak{N}}(\lambda, \zeta) && \text{(Monotonluk özelliği)} \\ S_{\mathfrak{N}}(\lambda, 0) &= \lambda && \text{(Birim eleman özelliği)} \end{aligned}$$

Örnek 1.3. (Klement, Mesiar & Pab, 2000) $[\perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}}]$ birim aralığında tanımlı temel üçgensel norm ve üçgensel konorm yapılarına ilişkin bazı örnekler aşağıda sunulmuştur:

$$T_{\mathbb{N}_M}(\eta, \sigma) = \min(\eta, \sigma)$$

$$T_{\mathbb{N}_P}(\lambda, \sigma) = \lambda \cdot \sigma$$

$$T_{\mathbb{N}_L}(\lambda, \sigma) = \max(\lambda + \sigma - \top_{\mathbb{N}}, \perp_{\mathbb{N}})$$

$$T_{\mathbb{N}_D}(\lambda, \sigma) = \begin{cases} \perp_{\mathbb{N}}, & (\lambda, \sigma) \in [\perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}}]^2 \\ \min(\lambda, \sigma), & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

$$S_{\mathbb{N}_M}(\lambda, \sigma) = \max(\lambda, \sigma)$$

$$S_{\mathbb{N}_P}(\lambda, \sigma) = \lambda + \sigma - \lambda \cdot \sigma$$

$$S_{\mathbb{N}_L}(\lambda, \sigma) = \min(\lambda + \sigma, \top_{\mathbb{N}})$$

$$S_{\mathbb{N}_D}(\lambda, \sigma) = \begin{cases} \top_{\mathbb{N}}, & (\lambda, \sigma) \in (\perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}})^2 \\ \max(\lambda, \sigma), & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

Tanım 1.4. (Mitsch, 1986) Sınırlı bir $(\mathbb{N}, \leq, \perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}})$ kafesi üzerinde $T_{\mathbb{N}}: \mathbb{N}^2 \rightarrow \mathbb{N}$ üçgensel normu göz önüne alınsın. Her $\lambda, \sigma \in \mathbb{N}$ için $\lambda \leq \sigma$ olduğunda $\lambda = T_{\mathbb{N}}(\sigma, \zeta)$ eşitliğini sağlayan bir $\zeta \in \mathbb{N}$ mevcutsa $T_{\mathbb{N}}$ üçgensel normu bölünebilirdir.

Tanım 1.5. (Mitsch, 1986) Sınırlı bir $(\mathbb{N}, \leq, \perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}})$ kafesi üzerinde $S_{\mathbb{N}}: \mathbb{N}^2 \rightarrow \mathbb{N}$ üçgensel konormu göz önüne alınsın. Her $\lambda, \sigma \in \mathbb{N}$ için $\lambda \leq \sigma$ olduğunda $\lambda = S_{\mathbb{N}}(\sigma, \zeta)$ eşitliğini sağlayan bir $\zeta \in \mathbb{N}$ mevcutsa $S_{\mathbb{N}}$ üçgensel konormu bölünebilirdir.

Tanım 1.6. (Karaçal & Mesiar, 2015) Sınırlı kafes $(\mathbb{N}, \leq, \perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}})$ üzerinde, her $\lambda, \sigma, \zeta \in \mathbb{N}$ için $U_{\mathbb{N}}: \mathbb{N}^2 \rightarrow \mathbb{N}$ ikili işlemi ile tanımlanan $U_{\mathbb{N}}$ uninormu aşağıdaki şekilde verilmiştir.

$$U_{\mathbb{N}}(\lambda, \sigma) = U_{\mathbb{N}}(\sigma, \lambda) \quad (\text{Değişme özelliği})$$

$$\sigma \leq \zeta \text{ ise } U_{\mathbb{N}}(\lambda, \sigma) \leq U_{\mathbb{N}}(\lambda, \zeta) \quad (\text{Monotonluk özelliği})$$

$$U_{\mathbb{N}}(\lambda, U_{\mathbb{N}}(\sigma, \zeta)) = U_{\mathbb{N}}(U_{\mathbb{N}}(\lambda, \sigma), \zeta) \quad (\text{Birleşme özelliği})$$

Her $\lambda \in [\perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}}]$ için $U_{\mathbb{N}}(\lambda, e) = \lambda$ olacak şekilde birim eleman olarak adlandırılan bir $e \in [\perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}}]$ elemanı vardır. (Birim eleman özelliği)

$e = \top_{\mathbb{N}}$ olarak alınırsa uninorm bir üçgensel norm, $e = \perp_{\mathbb{N}}$ olarak alınırsa uninorm bir üçgensel konorm olur.

Tanım 1.7. (Karaçal & Kesicioğlu, 2011) Sınırlı bir $(\mathbb{N}, \leq, \perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}})$ kafesi ile $T_{\mathbb{N}}: \mathbb{N}^2 \rightarrow \mathbb{N}$ üçgensel normu ele alınsın. $\mathbb{N}$ üzerinde $\leq_{T_{\mathbb{N}}}$ bağıntısı

$$\lambda \leq_{T_{\mathbb{N}}} \sigma: \Leftrightarrow T_{\mathbb{N}}(\ell, \sigma) = \lambda \text{ olacak biçimde bir } \ell \in \mathbb{N} \text{ mevcuttur. Şeklinde ifade edilir.}$$

Tanım 1.8. (Karaçal & Kesicioğlu, 2011) Sınırlı bir $(\mathbb{N}, \leq, \perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}})$ kafesi ile $S_{\mathbb{N}}: \mathbb{N}^2 \rightarrow \mathbb{N}$ üçgensel konormu ele alınsın. $\mathbb{N}$ üzerinde $\leq_{S_{\mathbb{N}}}$ bağıntısı

$$\lambda \leq_{S_{\mathbb{N}}} \sigma: \Leftrightarrow S_{\mathbb{N}}(k, \lambda) = \sigma \text{ olacak biçimde bir } k \in \mathbb{N} \text{ mevcuttur. Şeklinde ifade edilir.}$$

Tanım 1.9. (Ertuğrul, Kesicioğlu & Karaçal, 2016) Sınırlı bir $(\mathbb{N}, \leq, \perp_{\mathbb{N}}, \top_{\mathbb{N}})$ kafesi üzerinde tanımlı, $e \in \mathbb{N}$ birim elemanına sahip $U_{\mathbb{N}}$ uninormu verilsin. $\lambda, \sigma \in \mathbb{N}$ olmak üzere aşağıdaki bağıntı tanımlansın:

$$\lambda \leq_{U_N} \sigma : \Leftrightarrow \begin{cases} \lambda, \sigma \in [\perp_N, e] \text{ ise} & k \in [\perp_N, e] \text{ olacak şekilde } U_N(\sigma, k) = \lambda \text{ vardır veya,} \\ \lambda, \sigma \in [e, \top_N] \text{ ise} & \ell \in [e, \top_N] \text{ olacak şekilde } U_N(\lambda, \ell) = \sigma \text{ vardır veya,} \\ (\lambda, \sigma) \in N^* \text{ ise} & \lambda \leq \sigma \text{ dir.} \end{cases}$$

$\Phi_e = \{ \lambda \in N \mid \lambda \parallel e \}$ olarak tanımlandığında, aşağıdaki küme elde edilir.

$$N^* = [\perp_N, e] \times [e, \top_N] \cup [\perp_N, e] \times \Phi_e \cup [e, \top_N] \times \Phi_e \cup [e, \top_N] \times [\perp_N, e] \cup \Phi_e \times [\perp_N, e] \cup \Phi_e \times [e, \top_N] \cup \Phi_e \times \Phi_e$$

Önerme 1.10. (Ertuğrul, Kesicioğlu & Karaçal, 2016) 1.9’da verilen tanım dikkate alındığında N kümesi üzerinde verilen $\leq_{U_N}$ bağıntısının bir kısmı sıralama bağıntısıdır.

2. SINIRLI KAFESLER ÜZERİNDEKİ UNİNORMLAR HAKKINDA

Tanım 2.1. (Kesicioğlu, Ertuğrul & Karaçal, 2017) Sınırlı bir $(N, \leq, \perp_N, \top_N)$ kafesi üzerinde tanımlı e birim elemanlı U_N uninormu verilsin. $\leq_{U_N}$ kısmi sıralamaya göre $\lambda \in N \setminus \{\perp_N, \top_N\}$ ile kıyaslanamayan bütün elemanların kümesi $I_{U_N}^{N(\lambda)}$ aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$I_{U_N}^{N(\lambda)} = \{ \sigma_\lambda \in N \setminus \{\perp_N, \top_N\} \mid [\lambda < \sigma_\lambda \text{ ve } \lambda \not\leq_{U_N} \sigma_\lambda] \text{ veya } [\sigma_\lambda < \lambda \text{ ve } \sigma_\lambda \not\leq_{U_N} \lambda] \text{ veya } \lambda \parallel \sigma_\lambda \}$$

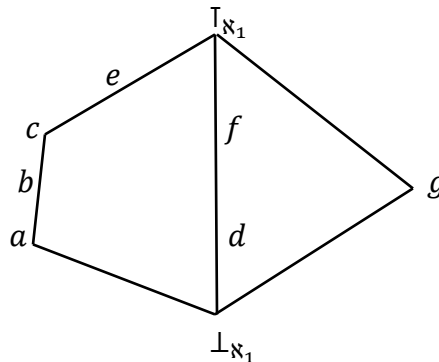
Açıkça, $\lambda = \perp_N$ ve $\lambda = \top_N$ için $I_{U_N}^{N(\lambda)} = \emptyset$ dir. $I_{U_N}^{N(\lambda)}$ nun tanımı gereği herhangi bir $\lambda \in N \setminus \{\perp_N, \top_N\}$ için $I_{U_N}^{N(\lambda)}$ kümesi $\perp_N$ ve $\top_N$ değerlerini içermez.

Tanım 2.2. (Aşıcı, 2019) $(N, \leq, \perp_N, \top_N)$ bir sınırlı kafes olsun. $\lambda \in N \setminus \{\perp_N, \top_N\}$ için $I_\lambda^N = \{ \sigma_\eta \in N \setminus \{\perp_N, \top_N\} \mid \lambda \parallel \sigma_\eta \}$ dir.

Önerme 2.3. (Aşıcı, 2019) $(N, \leq, \perp_N, \top_N)$ sınırlı bir kafes ve U_N , N ’de birim elemanı e olan bir uninorm olsun. $\lambda \in N$ için $I_\lambda^N \subseteq I_{U_N}^{N(\lambda)}$ olduğu görülür.

Örnek 2.4. Hasse diyagramı Şekil 1’de verilen $(N_1 = \{\perp_{N_1}, a, b, c, e, d, f, g, \top_{N_1}\}, \leq, \perp_{N_1}, \top_{N_1})$ sınırlı kafesi ve $[\perp_{N_1}, e]$ üzerindeki T_{N_1e} üçgensel normu ele alınsın. N_1 üzerinde, birim elemanı e olan ve aşağıdaki şekilde tanımlanan uninorm verilsin. (Çaylı, Karaçal & Mesiar, 2016):

$$U_{N_1}(\lambda, \sigma) = \begin{cases} T_{N_1e}(\lambda, \sigma) & (\lambda, \sigma) \in [\perp_{N_1}, e]^2 \text{ ise} \\ \sigma & (\lambda, \sigma) \in [\perp_{N_1}, e] \times \Phi_e \text{ ise} \\ \lambda & (\lambda, \sigma) \in \Phi_e \times [\perp_{N_1}, e] \text{ ise} \\ \lambda \vee \sigma & \text{aksi durumda} \end{cases}$$



Şekil 1: $(N_1, \leq)$ sınırlı kafesi

Eğer $[\perp_{\aleph_1}, e]$ aralığındaki $T_{\aleph_1 e}$ üçgensel normu $T_{\aleph_1 e}(\lambda, \sigma) = \begin{cases} \sigma & \text{eğer } \lambda = e \text{ ise} \\ \lambda & \text{eğer } \sigma = e \text{ ise} \\ \perp_{\aleph_1} & \text{aksi durumda} \end{cases}$ şeklinde tanımlanırsa

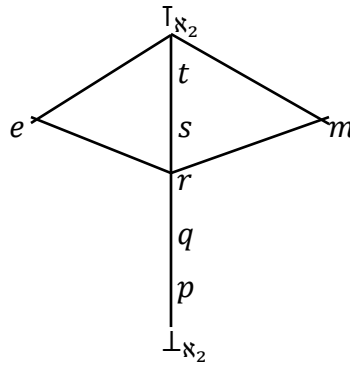
$I_c^{\aleph_1} = \{d, f, g\}$ ve $I_{U_{\aleph_1}}^{\aleph_1(c)} = \{a, b, d, f, g\}$ olduğu elde edilir. Açıkça $I_c^{\aleph_1} \subseteq I_{U_{\aleph_1}}^{\aleph_1(c)}$ dir.

Uyarı 2.5. $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ bir sınırlı kafes ve $U_{\aleph}$, $\aleph$ de birim elemanı e olan bir uninorm olsun. $I_{\lambda}^{\aleph}$ ve $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(\lambda)}$ kümelerinin herhangi bir sınırlı kafes üzerinde çakışıp çakışmadığı sorgulanabilir. Bu soruyu açıklamak için aşağıdaki örnek sunulmuştur.

Örnek 2.6. Örnek 2.4'te verilen kafesi ve $[\perp_{\aleph}, e]$ üzerindeki $T_{\aleph e}$ üçgensel normu $T_{\aleph e}(\lambda, \sigma) = \lambda \wedge \sigma$ olarak alınsın. $I_c^{\aleph} = \{d, f, g\}$ ve $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(c)} = \{d, f, g\}$ olduğundan $I_c^{\aleph} = I_{U_{\aleph}}^{\aleph(c)}$ dir.

Uyarı 2.7. $(\aleph, \leq, \perp_{\aleph}, \top_{\aleph})$ bir sınırlı kafes ve $U_{\aleph}$, $\aleph$ de birim elemanı e olan bir uninorm olsun. $I_{\lambda}^{\aleph} = \emptyset$ olmasına rağmen, $I_{U_{\aleph}}^{\aleph(\lambda)} = \emptyset$ olmayabilir. Bu durumu göstermek için aşağıdaki örnek verilsin.

Örnek 2.8. Şekil 2'de tanımlanan $(\aleph_2 = \{\perp_{\aleph_2}, p, q, r, e, s, t, m, \top_{\aleph_2}\}, \leq_{\aleph_2}, \top_{\aleph_2})$ kafesini ve $[\perp_{\aleph_2}, \top_{\aleph_2}]$ aralığı üzerindeki $T_{\aleph_2 e}$ üçgensel normunu ele alalım. $\aleph_2$ üzerinde, birim elemanı e olan ve Örnek 2.4'te tanımlanan uninorm ele alınsın.



Şekil 2: $(\aleph_2, \leq)$ sınırlı kafesi

$[\perp_{\aleph_2}, \top_{\aleph_2}]$ aralığı üzerindeki $T_{\aleph_2 e}$ üçgensel normunu ile $T_{\aleph_2 e}(\lambda, \sigma) = \begin{cases} \sigma & \text{eğer } \lambda = e \text{ ise} \\ \lambda & \text{eğer } \sigma = e \text{ ise} \\ \perp_{\aleph_2} & \text{aksi durumda} \end{cases}$ ifadesi alınsın. Bu

durumda $I_{U_{\aleph_2}}^{\aleph_2(r)} = \{p, q\}$ olduğu elde edilir ve $I_r^{\aleph_2} = \emptyset$ olduğu açıktır.

KAYNAKLAR

- Aşıcı, E. (2019). Equivalence classes of uninorms, Filomot 33(2), 571-582.
- Çaylı, G. D., Karaçal, F. & Mesiar, R. (2016). On a new class of uninorms on bounded lattices, Inf. Sci. 367-368, 221–231.
- Ertuğrul, Ü., Kesicioğlu, M.N., & Karaçal, F. (2016). Ordering based on uninorms, Information Sciences 330, 315-327.
- Karaçal, F., & Kesicioğlu, M.N. (2011). A T-partial order obtained from t-norms, Kybernetika, 47, 300-314.
- Karaçal, F., & Mesiar, R. (2015). Uninorms on bounded lattices. Fuzzy Sets Systems, 261, 33–43.
- Kesicioğlu, M.N., Karaçal, F., & Mesiar, R. (2015). Order-equivalent triangular norms. Fuzzy Sets Systems 268, 59–71.
- Kesicioğlu, M.N., Ertuğrul, Ü., & Karaçal, F. (2017). An equivalence relation based on the U -partial order. Information Sciences, 411, 39_51.
- Klement, E. P., Mesiar, R. & Pap, E. (2000). Triangular norms, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Mitsch, H.(1986). A natural partial order for semigroups. Proc. Amer. Math. Soc. 97, 384–388

PTCDA VE GO ARA TABAKALI AL/p-Si YARIİLETKEN YAPILARININ DİELEKTRİK SABİTİ VE DİELEKTRİK KAYIP ÖZELLİKLERİNİN FREKANS BAĞLI DURUMU**Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ****Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 46100-K. Maraş-Türkiye,
skaratas@ksu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1668-7866****Özet**

Bu çalışmada, grafen oksit (GO) ve perilen tetrakarboksilik dianhidrit (PTCDA) ara katmanlı Al/p-Si yarı iletken yapılarının dielektrik sabiti (ϵ'') ve dielektrik kayıp (ϵ'') özelliklerinin frekansa bağlı durumları 100 kHz ve 500 kHz aralığında kapasitans-voltaj ($C-V$) ve konduktans-voltaj ($G/\square-V$) ölçümleri kullanılarak elde edildi. Çalışmada kullanılan [100] doğrultusunda 525 μm kalınlığa ve 2-10 $\Omega\text{-cm}$ direnç yapısına sahip olan p-tipi Si kristalinin temizleme işleminde RCA yöntemi kullanılarak kristal yapı istenilmeyen kirliliklerden arındırılmış oldu. Daha sonra vakum buharlaştırma ile bor katkılı p-tipi Si yarıiletkenin parlak olmayan tarafına alüminyum (Al) metali ve parlak tarafına da Spin Coater cihazı kullanılarak aynı oranda hazırlanmış olan PTCDA:GO çözeltisi homojen olarak kaplandı. Daha sonra doğrultucu kontak için tekrar Al metali PTCDA:GO ince film tabakası üzerine vakum buharlaştırma ünitesi kullanılarak buharlaştırıldı ve böylece Al/PTCDA:GO/p-Si/Al yarıiletken yapılar elde edildi. Hazırlanan Al/PTCDA:GO/p-Si/Al yarıiletken yapıların $C-V$ ve $G/\square-V$ ölçümleri frekans ve voltaja bağlı olarak ST2826/A High Frequency LCR Meter cihazı kullanılarak alındı. Elden edilen deneysel sonuçlardan Al/PTCDA:GO/p-Si/Al yarıiletken yapıların dielektrik sabiti ve dielektrik kayıp özelliklerinin artan frekansla azaldığı görüldü. Özellikle yüksek frekans değerlerinde Al/PTCDA:GO/p-Si/Al yarıiletken yapılarının dielektrik özelliklerinin sabit bir değerde olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: *p-Si, PTCDA:GO, Frekans, Dielektrik sabiti ve dielektrik kayıp faktörü*

FREQUENCY DEPENDENCE OF DIELECTRIC CONSTANT AND DIELECTRIC LOSS PROPERTIES OF Al/p-Si SEMICONDUCTOR STRUCTURES WITH PTCDA AND GO INTERLAYER**Abstract**

In this study, the frequency-dependent properties of the dielectric constant and dielectric loss of graphene oxide (GO) and perylene tetracarboxylic dianhydride (PTCDA) interlayered Al/p-Si semiconductor structures were obtained using capacitance-voltage ($C-V$) and conductance-voltage ($G/\square-V$) measurements in the range of 100 kHz and 500 kHz. The RCA method was used for the cleaning of the p-type Si crystal with a thickness of 525 μm and a resistance structure of 2-10 $\Omega\text{-cm}$ grown in the direction of [100]. Thus, the crystal structure was purified from unwanted impurities. After, aluminum (Al) metal was homogeneously coated onto the matte surface of the boron-doped p-type Si semiconductor by vacuum evaporation, and immediately afterward, a PTCDA:GO solution prepared in the same ratio was homogeneously coated onto the other surface of the semiconductor structure using a Spin Coater device. Subsequently, Al metal was again evaporated onto a PTCDA:GO thin film layer for the rectifier contact using a vacuum evaporation unit, thus obtaining Al/PTCDA:GO/p-Si/Al semiconductor structures. The $C-V$ and $G/\square-V$ measurements of the prepared Al/PTCDA:GO/p-Si/Al semiconductor structures were obtained as a function of frequency and voltage using an ST2826/A High Frequency LCR Meter. Experimental results showed that the dielectric constant and dielectric loss properties of Al/PTCDA:GO/p-Si/Al semiconductor structures decreased with increasing frequency, and it was observed that the dielectric properties of Al/PTCDA:GO/p-Si/Al semiconductor structures remained constant, especially at high frequencies.

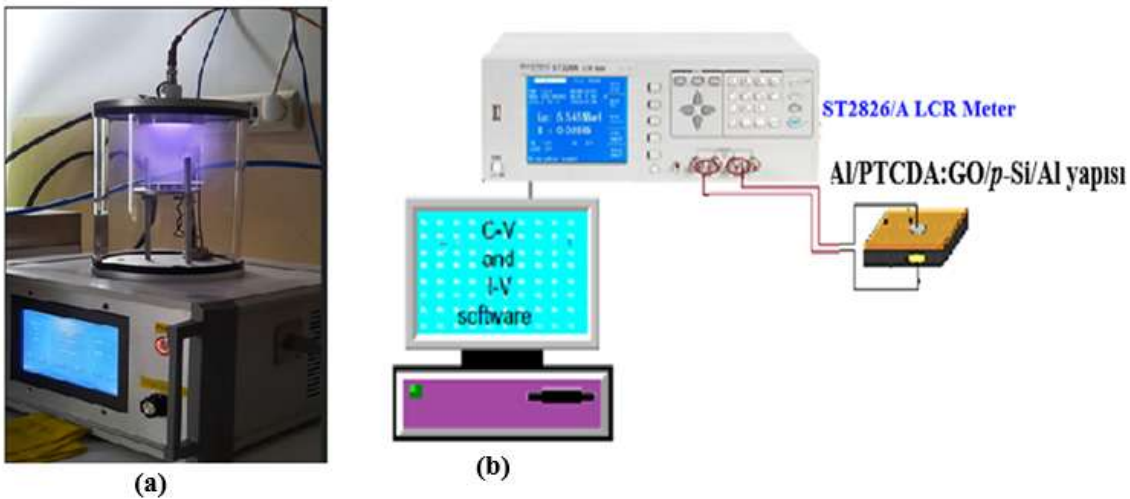
Keywords: *p-Si, PTCDA:GO, Frequency, Dielectric constant and dielectric loss factor.*

Giriş

Yarı iletken teknolojisinin temelini oluşturan silisyum (Si), doğada diğer metallere göre daha fazla bulunduğundan dolayı üzerinde en fazla çalışılan bir malzemedir. Si yarı iletkenlerinin önemli özelliklerinden biri de yüzeyinde ince film tabakalarının oluşmasına olanak sağlamasıdır. Çünkü Si yüzeyinde yalıtım tabakası veya ince bir filmin bulunması, metal-yalıtkan-yarı iletken yapıların kararlılığını ve güvenilirliğini büyük ölçüde etkiler. Ayrıca, metal ve yarı iletken yapılar arasında ince bir yalıtkan tabakası oluşturulduğunda yarıiletken yapı aynı zamanda bir kapasite (kapasitör) gibi davranır ve bu özelliği ile yarı iletken elektronik yapı giderek daha fazla elektrik yükü depolayarak kapasitansın değeri de artırılmış olur [1-2]. Grafen (G) veya grafen oksit (GO) malzemesi de elektronik devre elemanlarındaki üstün uygulamaları nedeniyle akademik araştırmacıların son yıllarda yoğun olarak üzerinde çalıştığı bir malzeme olarak bilinmektedir [3,4]. Aynı şekilde perylene tetracarboxylic dianhydride (PTCDA) malzemesi de enerji depolama teknolojilerinde ve birçok araştırma alanında kullanılması önerilen organik bir yarı iletken boya molekülüdür. Çünkü PTCDA ince filmler, çok düşük moleküller arası mesafeleri nedeniyle iyi iletkenlik gösterir [1-5]. Bu çalışmamızda, PTCDA:GO ince film tabakası, bir spin kaplama cihazı (6800 Spin Coater Serisi) kullanılarak p-Si yarıiletken yapının üzerine kaplandı. Çünkü döndürerek kaplama yöntemi en kolay, en avantajlı ve en hızlı yöntem olarak bilinmektedir.

Materyal ve Metot

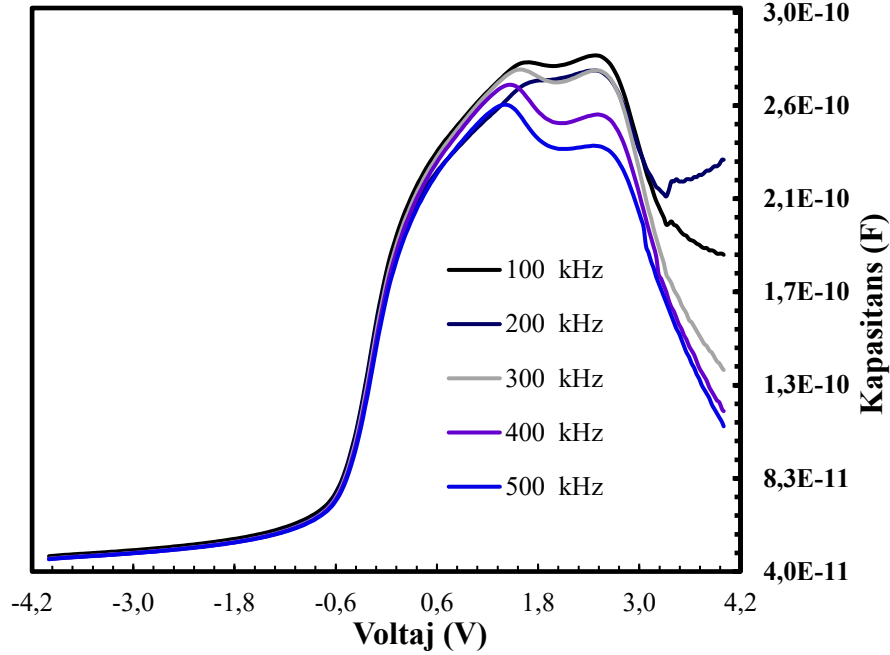
Bu çalışma için, PTCDA ve GO organik yarı iletken tozları Fytronix firmasından, kimyasal çözücüler ise Sigma-Aldrich firmasından satın alındı. Si yarı iletken yapı [100] yönelimli, 525 μm kalınlığında ve 2–10 $\Omega\text{-cm}$ direnç yapısına sahiptir. Deneysel çalışmamızda ilk önce Silisyum (Si) yarıiletkeni temizlemek için kimyasal temizleme işlemi olarak RCA [6] temizleme yöntemi kullanıldı. RCA1 temizleme sürecinden sonra yarıiletken kristal nitrojen gazı ile kurutuldu. Termal buharlaştırma ile Si yarıiletkenin arka tarafına Al omik kontak yapıldı. Bu işlemlerden sonra *p*-tipi Si yarıiletken üzerine eşit oranlarda hazırlanmış PTCDA ve GO çözeltisi homojen olarak Spin Coating (6800 Spin Coater) yöntemi kullanılarak kaplandı. Bu işlemten sonra Si yarıiletkenin doğrultucu tarafına yani PTCDA ve GO ince film tabakasının üzerine 1 mm çapında doğrultucu kontak olarak Al kontaklar aşağıda şekli verilen buharlaştırma ünitesiyle yapıldı. Hazırlanan Al/PTCDA:GO/*p*-Si/Al yarıiletken yapıların *C-V* ve *G/□-V* ölçümleri frekans ve voltaja bağlı olarak ST2826/A High Frequency LCR Meter cihazı kullanılarak alındı.



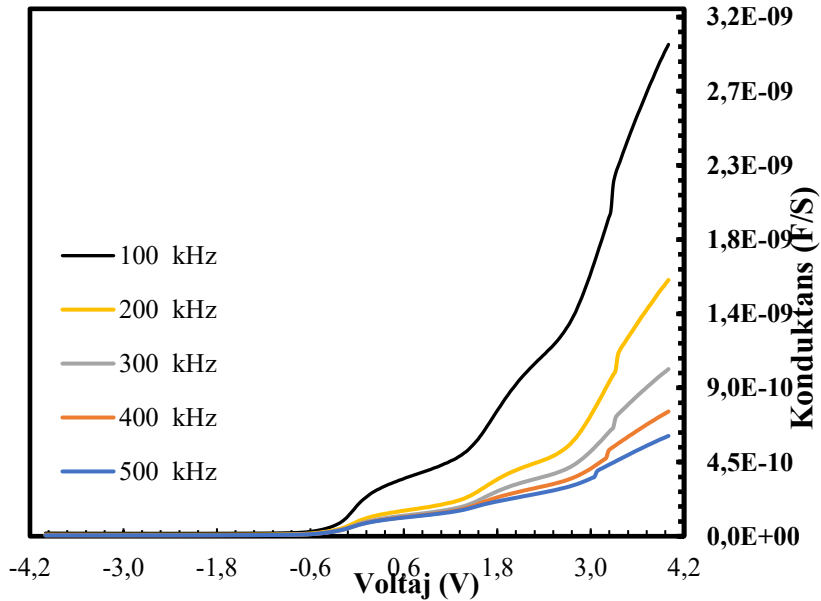
Şekil-1. (a) Vakum Buharlaştırma Ünitesi, (b) *C-V* ve *G/□-V* Ölçüm Cihazı

Bulgular ve Tartışma

Bir malzemenin dielektrik sabiti ve kayıp açısı aynı zamanda malzemenin veya yarıiletken yapının kalitesinin ve elektriksel özelliklerini belirten temel bir ölçüsüdür. Tek bir frekans ve voltaj aralığında yapılan elektriksel ölçümler, metal-yarıiletken yapılarının dielektrik ve elektriksel karakteristikleri hakkında yeterli bilgi sağlayamaz. Bu nedenle, mevcut çalışmada, Al/PTCDA:GO/p-tipi Si yarıiletken cihazlarının $C-V$ ve $G/\square-V$ karakteristikleri, 300 K'de (oda sıcaklığı) geniş frekans aralığında (100–500 kHz) ölçülmüştür. Şekil 2 ve şekil 3 te görüldüğü gibi Al/PTCDA:GO/p-tipi Si yarı iletken cihazlarının $G/\square-V$ ve $C-V$ karakteristikleri $\pm 4,0$ V voltaj aralığında 100 kHz adımlarla ölçülmüştür.

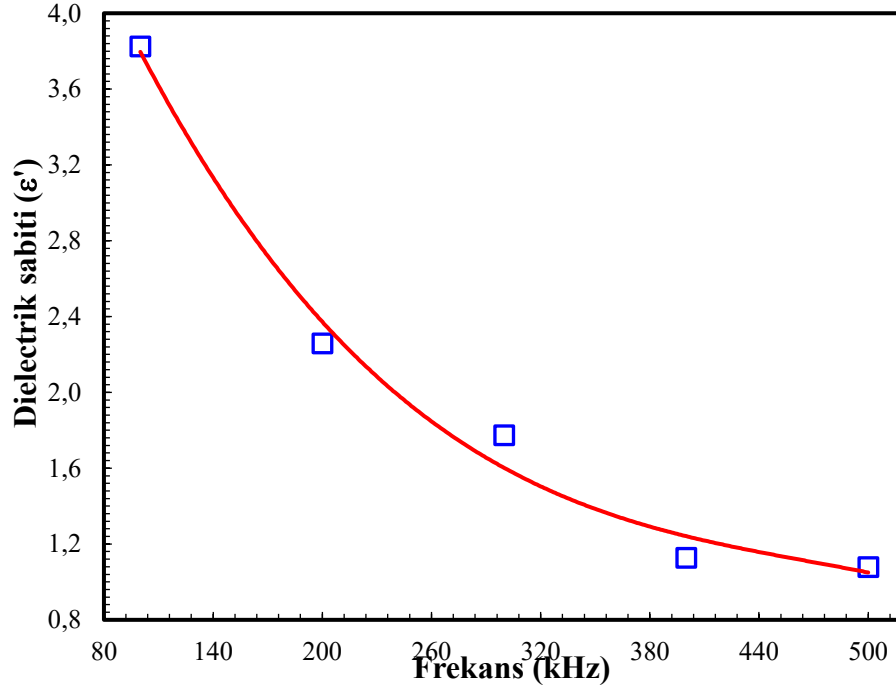


Şekil-2. Al/PTCDA:GO/p tipi Si yarı iletken yapısının $C-V$ eğrileri

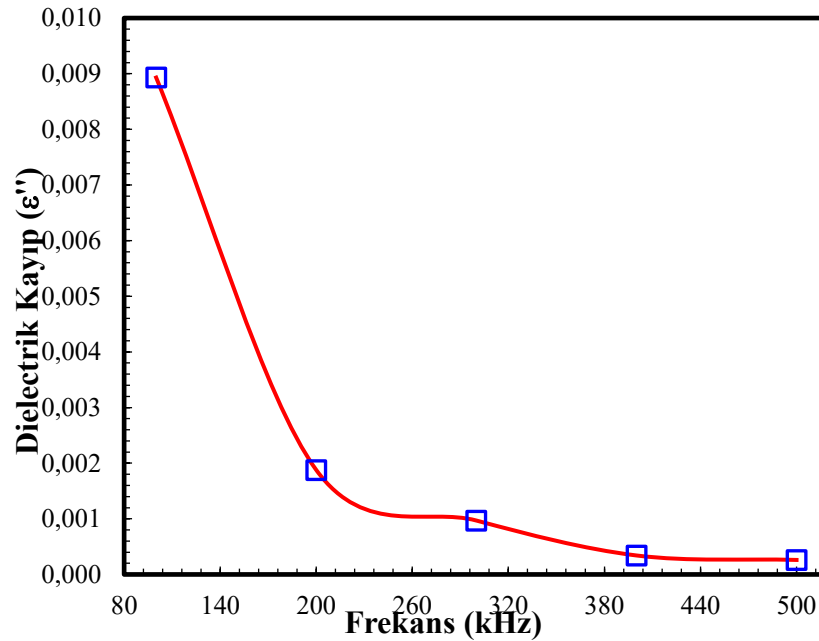


Şekil-3. Al/PTCDA:GO/p tipi Si yarı iletken yapısının $G/\square-V$ eğrileri

Şekil 2 ve şekil 3 te görüldüğü gibi, kapasitans ve konduktans değerleri hem voltaja ve hem de frekansa bağlıdır. Ancak her iki grafikte de negatif voltajlarda değişim küçük iken pozitif voltajlarda ise değişim büyüktür. Yani, pozitif voltajlarda, görülebileceği gibi kapasitans ve konduktans değerleri azalan frekansla birlikte artar. Bu durum yüksek frekanslarda a.c alternatif akımın ara yüzey durumlarını takip edemediği anlamına gelir [2-5]. Şekil 4 ve 5, Al/PTCDA:GO/p-tipi Si yarı iletken yapının dielektrik sabiti (ϵ') ve dielektrik kayıp (ϵ'') özelliklerinin frekansa bağlı durumlarını gösterir.



Şekil-4. Al/PTCDA:GO/p tipi Si yarı iletken yapısının ϵ' -f eğrileri



Şekil-5. Al/PTCDA:GO/p tipi Si yarı iletken yapısının ϵ'' -f eğrileri

Şekil 5 ve 6 da görüldüğü gibi dielektrik sabiti (ϵ') ve dielektrik kayıp (ϵ'') değerleri artan frekansa bağlı olarak düşüş göstermektedirler. Düşük frekanslarda ϵ' ve ϵ'' değerlerinin yüksek olmasının sebebi yarı iletken yapısında oluşan uzay yüklerinin elektrotlardaki görüntü yüklerini etkilemesi sonucu oluşan arayüzey kutuplanma mekanizmasına atfedilebilir. Ayrıca, yüksek frekanslarda arayüzey durumları yüksek frekansta a.c sinyali takip edemediğinden dolayı ϵ' ve ϵ'' değerlerine katkı yapmazken düşük frekanslarda ise a.c sinyali takip edebildiği için bu değerler üzerinde bir etkisi olur [7-9].

Sonuç:

Bu çalışmada, $G/\square-V$ ve $C-V$ ölçümleri kullanılarak Al/GO:PTCDA/p-Si/Al yarıiletken yapıların dielektrik (ϵ' , ϵ'') özelliklerinin frekansa bağlı değişimleri 100 ve 500 kHz aralığında incelendi. Deneysel sonuçlara gösterdi ki Al/GO:PTCDA/p-Si yarıiletken yapıların dielektrik (ϵ' ve ϵ'') değerleri frekansın artmasıyla azaldı. Bu durum düşük frekanslarda ara yüzey yüklerinin a.c. alternatif sinyali takip ettiğini, ancak yüksek frekanslarda ise etmediği anlamına da gelir. Aynı zamanda bu durum, dipol moment düşük frekanslarda dış elektrik alan değişimlerini daha iyi takip edebilmesinden kaynaklanmaktadır. Böylece, frekans arttıkça dielektrik değerlerindeki azalma genellikle arayüz katmanının daralması nedeniyle aktif yük taşıyıcılarının artmasından dolayıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSU), Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi (**Proje No: 2023/4-7 M**) tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı KSÜ Rektörlüğüne ve BAP birimine teşekkür ediyoruz.

Kaynakça

- [1] Sze, S.M., .Physics of Semiconductor Devices. New York/Wiley, 1981.
- [2] Rhoderick, E.H., Williams, R.H., Metal–Semic.onductor Contacts. Oxford/Clarendon/1988.
- [3] Kılıçık, A., Berk, N., Seymen, H., Karataş Ş., (2021). Study on preparation of graphene oxide thin film layers: the electrical and dielectric characteristics of Au/GO/n-type Si junction structures. J Mater Sci: Mater Electron, 32, 7913-7925
- [4] Karataş. Ş., (2021). “Frequency and voltage dependent electrical and dielectric properties of Ag/nGO doped PVA/p-Si sandwich structure at room temperature”, Journal of Sandwich Structures & Materials 23 (2021) 739. <https://doi.org/10.1177/1099636219840605>
- [5] Tiyek I, Dönmez. U, Yıldırım. B, Alma. M.H, Ersoy. MS, Karataş. Ş, Yazıcı. M., (2016). “ Kimyasal yöntem ile indirgenmiş grafen oksit sentezi ve karakterizasyonu”. SAÜ Fen Bil. Der. 20 (2), 349-357
- [6] <https://www.inrf.uci.edu/wordpress/wp-content/uploads/sop-wet-silicon-rca-1.pdf>
- [7] Nicollian. E.H., Goetzberger. A., (1967) “The Si-SiO₂ interface - electrical properties as determined by the metal-insulator-silicon conductance technique”, Bell Syst. Tech.J. 46, 1055-1300. DOI: 10.1002/j.1538-7305.1967.tb01727.x
- [8] Karataş. Ş, Aydın. M.G, Özerli. H., (2016). “Illumination impact on electrical properties of Ag/0.6 wt% nanographene oxide doped poly (vinyl alcohol) nanocomposite/p-Si heterojunction”. Journal of Alloys and Compounds 689, 1068-1075. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.08.083>
- [9] Kılıçık. A, Berk. N, Seymen. H, Karataş. Ş., (2021). “Study on preparation of graphene oxide thin film layers: the electrical and dielectric characteristics of Au/GO/n-type Si junction structures”, Journal of Materials Science: Materials in Electronics 32 (6), 7913-7925. <https://doi.org/10.1007/s10854-021-05515-3>

Al/GO:PTCDA/p-Si YAPILARIN 100 KHZ VE 500 KHZ FREKANS ARALIĞINDA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK DURUMLARI**Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ****Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 46100-K. Maraş-Türkiye,
skaratas@ksu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1668-7866****Özet**

Bu çalışmada, Al/PTCDA:GO/p-Si/Al yarıiletken yapıların a.c (σ_{ac}), d.c (σ_{dc}) elektriksel iletkenlik karakteristikleri ve elektriksel modül (M' , M'') değerleri kapasitans–voltaj ($C-V$) ve konduktans–voltaj ($G/\omega-V$) ölçümleri kullanılarak 0.1 MHz ve 0.5 MHz frekans aralığında incelendi. Frekans değerleri arttıkça kapasitans ve iletkenlik değerleri azalırken aynı değerler voltajın artışıyla birlikte arttı. Çünkü elektriksel iletkenlik değerlerindeki frekansa bağlı değişim, Al/PTCDA:GO/p-Si/Al yarı iletken yapılar için çok önemli bir parametredir. Al/PTCDA:GO/p-Si yarıiletken yapı elde etmek için önce buharlaştırma cihazı ile Al omik kontak yapıldı ve daha sonrada ise PTCDA:GO çözeltisi Spin Coater cihazı ile p-Si yarıiletkenin yüzeyine homojen olarak kaplandı ve en sonunda da tekrar buharlaştırma cihazı ile Al doğrultucu kontaklar yapıldı. Bütün $C-V$ ve $G/\omega-V$ ölçümleri frekans ve voltaja bağlı olarak ST2826/A High Frequency LCR Meter cihazı kullanılarak alındı. Deneysel sonuçlar, elektriksel iletkenlik (σ_{ac} ve σ_{dc}) ve elektriksel modül (M' , M'') değerlerinin gerilime ve frekansa oldukça duyarlı olduğunu göstermektedir ve aynı zamanda hem σ_{ac} , de σ_{dc} elektriksel iletkenlik değerlerinin ve elektriksel modül (M'') frekansın artışı ile azaldığını gösterdi. Ancak, elektriksel modül (M') değerinin ise frekansın artışıyla arttığı gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Si, PTCDA:GO, Frekans, σ_{ac} ve σ_{dc} elektriksel iletkenlik değerleri

ELECTRICAL CONDUCTIVITY CHARACTERISTICS OF Al/GO:PTCDA/p-Si STRUCTURES IN THE FREQUENCY RANGE OF 100 KHZ AND 500 KHZ.**Abstract**

We investigated frequency dependent a.c (σ_{ac}), d.c (σ_{dc}) electrical conductivity and electrical modul (M and, M'') values of Al/PTCDA:GO/p-Si/Al structure using capacitance–voltage ($C-V$) and conductance–voltage ($G/\omega-V$) characteristics in the frequency range 10 kHz–500 kHz at room temperature. As frequency values increased, capacitance and conductivity values decreased, while these values increased with increasing voltage. Because the frequency-dependent change in electrical conductivity values is a very important parameter for Al/PTCDA:GO/p-Si/Al semiconductor structures. To obtain the Al/PTCDA:GO/p-Si semiconductor structure, first, Al ohmic contacts were fabricated using evaporation device, then the PTCDA:GO solution was homogeneously coated onto the surface of the p-Si semiconductor using spin coater, and finally, Al rectifier contacts were fabricated again using evaporation device. All $C-V$ and $G/\omega-V$ measurements were taken as a function of frequency and voltage using an ST2826/A High Frequency LCR Meter. The experimental results demonstrate that electrical conductivity and electrical modul (M'') values are highly sensitive to voltage and frequency, and also showed that both σ_{ac} and σ_{dc} electrical conductivity values decreased with increasing frequency. However, it has been observed that the electrical modulus (M') value increases with increasing frequency.

Keywords: Si, PTCDA:GO, Frequency, σ_{ac} and σ_{dc} electrical conductivity values.

Giriş

Literatüre bakıldığında yarıiletken yapıların üretimi ve farklı uygulamalarda kullanımı için elektriksel iletkenlik ile ilgili birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Elektriksel iletkenlik: yarı iletken yapılarda veya iletken malzemelerde yük hareketliliğinin bir ölçüsüdür. Yani, herhangi bir iletken malzemeden yük taşıyıcıları ve hareketliliği potansiyel fark altında yükseldiğinde malzemenin iletkenliğinin de bir artış fark edilirse iletkenlik de yüksektir denilebilir. Buna bağlı olarak yarıiletken teknolojisinde silisyum (Si) metali doğada diğer metallere göre daha fazla bulunduğundan dolayı üzerinde en fazla çalışılan bir elektriksel iletken malzemedir. Ayrıca elektriksel iletkenlik direncin tersi gibi de anlaşılabilir. Çünkü elektriksel direnci yüksek olan malzemelerin elektriksel iletkenliği de dirence bağlı olarak düşüktür. Yarıiletken malzemelerin elektriksel iletkenliği dış faktörlere bağlı olarak değişebilir. Örneğin yüksek sıcaklıklarda veya yüksek basınçlarda malzemedeki elektriksel yük hareketliliği fazla olduğundan dolayı sıcaklık veya basınç gibi dış etkenlere bağlı olarak elektriksel iletkenlik değerleri de artış gösterir. Grafen (G) veya grafen oksit (GO), elektronik devre elemanlarındaki üstün uygulamaları nedeniyle son yıllarda akademik araştırmacıların yoğun olarak üzerinde çalıştığı bir malzemedir [1-6]. Andre Geim ve Kostya Novoselov, bu dikkat çekici elektriksel özellikler nedeniyle grafen üzerine yaptıkları çalışmalarla 2004 yılında Nobel Ödülü'nü kazandılar [7,8]. Perilentetrakarboksilik dianhidrit (PTCDA) organik boya molekülleri endüstriyel pigment olarak kullanılır ve bu özelliği nedeniyle organik fotovoltaiik cihazlar ve alan etkili transistörler için son derece önemlidir. Bu durum, PTCDA'nın MS arayüzünde kullanıldığında yeterli elektriksel iletkenlik ve olağanüstü elektrokimyasal performans sergilediği anlamına gelir. Literatürde, MS arayüzünde kullanılan PTCDA organik boya molekülleri üzerine çalışmalar bulunmaktadır [9-11]. Bu çalışmada, GO:PTCDA ince organik tabakası, spin kaplama yöntemiyle silikon altlık üzerine kaplanmıştır. İnce film üretmek için çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler mevcuttur. Ancak spin kaplama yönteminin düşük maliyet, düşük sıcaklıkta işleme ve kolay seri üretim gibi birçok avantajı olduğundan dolayı tercih edilmiştir.

Materyal ve Metot

Bu çalışma için, PTCDA ve GO organik yarı iletken tozları Fytronix firmasından, kimyasal çözücüler ise Sigma-Aldrich firmasından satın alındı. Si yarı iletken yapı [100] yönelimli, 525 μm kalınlığında ve 2–10 $\Omega\text{-cm}$ direnç yapısına sahiptir. Deneysel çalışmamızda ilk önce Silisyum (Si) yarıiletkeni temizlemek için kimyasal temizleme işlemi olarak RCA [12] temizleme yöntemi kullanıldı. RCA1 temizleme sürecinden sonra yarıiletken kristal nitrojen gazı ile kurutuldu. Termal buharlaştırma ile Si yarıiletkenin arka tarafına Al omik kontak yapıldı. Bu işlemlerden sonra *p*-tipi Si yarıiletken üzerine eşit oranlarda hazırlanmış PTCDA ve GO çözeltisi homojen olarak Spin Coating (6800 Spin Coater) yöntemi kullanılarak kaplandı. Bu işlemten sonra Si yarıiletkenin doğrultucu tarafına yani PTCDA ve GO ince film tabakasının üzerine 1 mm çapında doğrultucu kontak olarak Al kontaklar aşağıda şekli verilen buharlaştırma ünitesiyle yapıldı. Hazırlanan Al/PTCDA:GO/*p*-Si/Al yarıiletken yapıların *C-V* ve *G/□-V* ölçümleri frekans ve voltaja bağlı olarak ST2826/A High Frequency LCR Meter cihazı kullanılarak alındı.



(a)

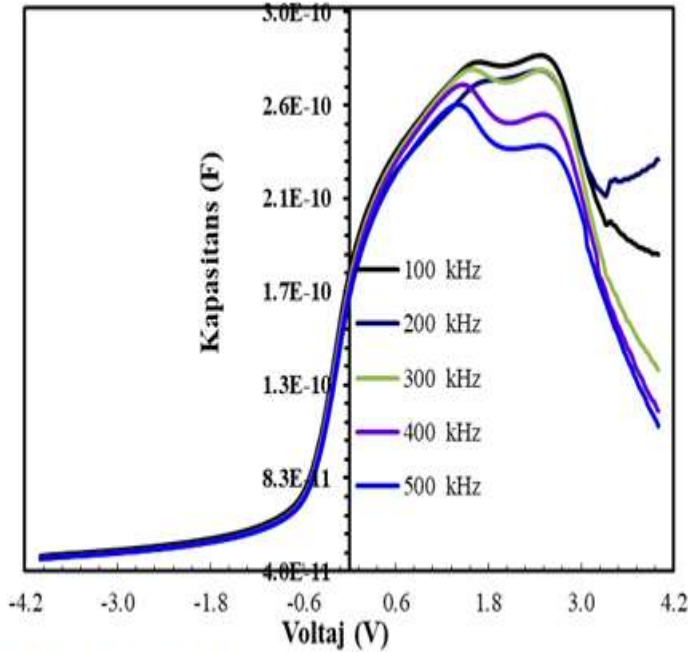


(b)

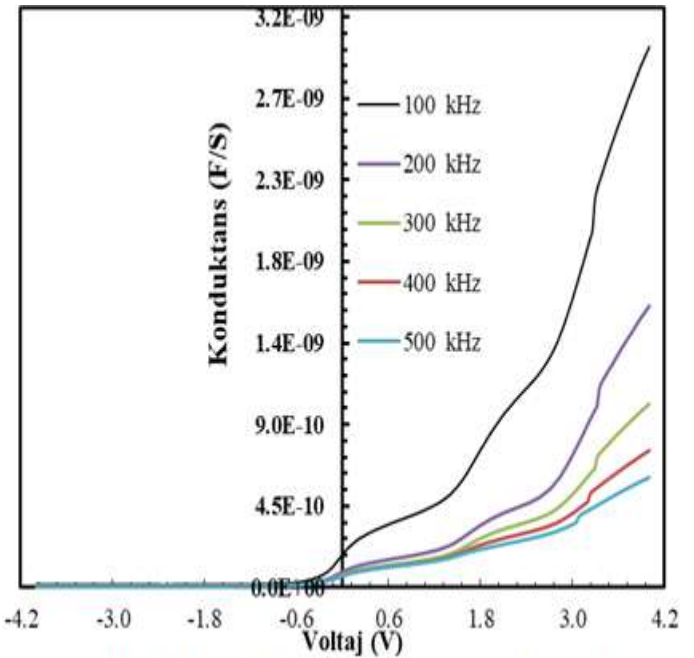
Şekil-1. (a) Vakum Buharlaştırma Ünitesi, (b) $C-V$ ve $G/\omega-V$ Ölçüm Cihazı

Bulgular ve Tartışma

Al/GO:PTCDA/p-Si yarı iletken cihazlarının elektriksel iletkenlik (σ_{ac}) ve (σ_{dc}) değerleri şekil-2 ve şekil 3 te gösterildiği gibi $C-V$ ve $G/\omega-V$ grafiklerinden 100 kHz, 200 kHz, 300 kHz, 400 kHz ve 500 kHz frekanslar için elde edildi ve Şekil 4 (a) ve şekil 5 te gösterilmiştir.



Şekil-2. Al/PTCDA:GO/p tipi Si yarı iletken yapısının $C-V$ eğrileri



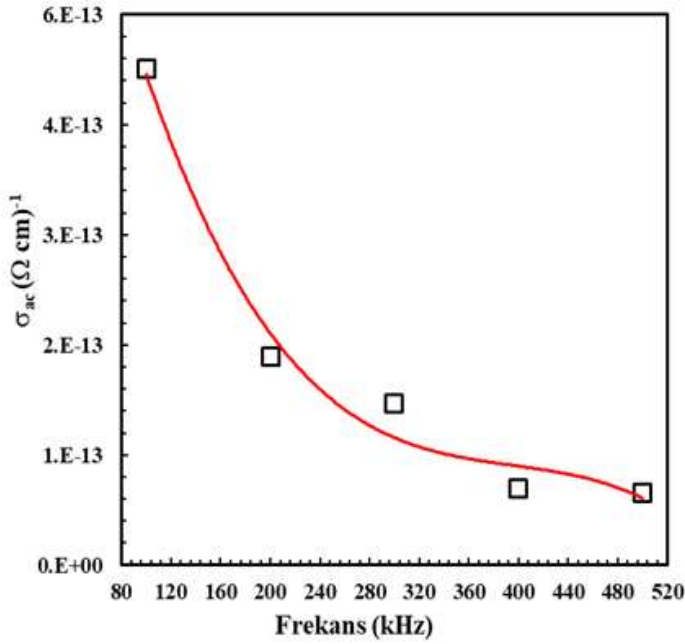
Şekil-3. Al/PTCDA:GO/p tipi Si yarı iletken yapısının $G/\omega-V$ eğrileri

Şekil 2 ve şekil 3 teki datalara kullanılarak, a.c elektriksel iletkenlik (σ_{ac}) ve d.c elektriksel iletkenlik (σ_{dc}) ifadeleri aşağıdaki gibi yazılır [13,14]

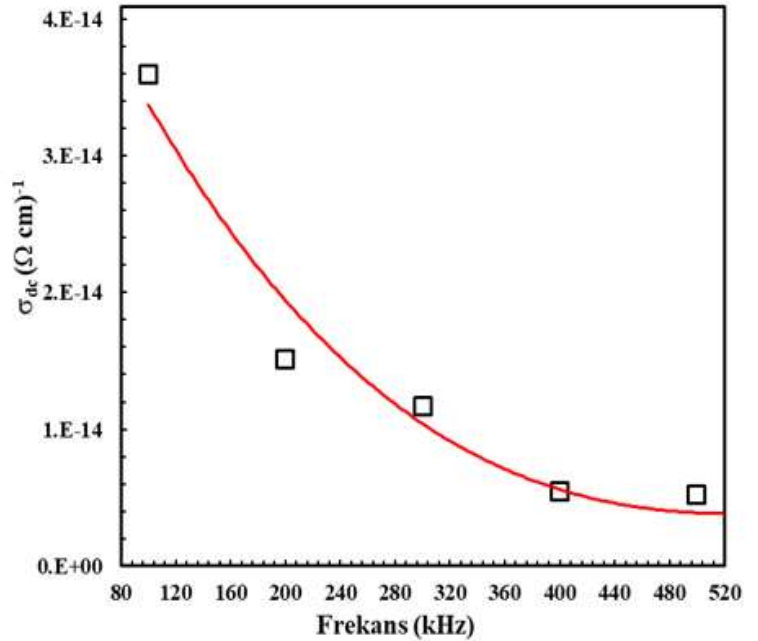
$$\sigma_{ac} = \omega \epsilon_0 \epsilon' \tan \delta \quad (1)$$

$$\sigma_{dc} = (\omega \epsilon_0 \epsilon' \tan \delta) / (4\pi) \quad (2)$$

Eşitlik 1 ve eşitlik kullanılarak elde edilen elektriksel iletkenlik (σ_{ac}) ve (σ_{dc}) değerlerinin frekansa bağlı değişimleri şekil 4 ve şekil 5 te gösterildi. Şekil. 4 ve 5 te görüldüğü gibi Al/GO:PTCDA/p-Si yarıiletken yapısının elektriksel iletkenlik (σ_{ac}) ve (σ_{dc}) değerleri artan frekansa bağlı olarak azalma göstermektedir. Yarı iletken yapılar frekansa bağlı olarak elektriksel iletkenlik (σ_{ac}) ve (σ_{dc}) değerlerindeki azalma için beklenen bir durumdur. Çünkü Al/GO:PTCDA/p-Si yapısında yüksek frekanslarda elektriksel iletkenlik özellikleri (σ_{ac} , σ_{dc}) azalma, ara yüzeyde bir polarizasyon mekanizmasının olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda yüksek frekanslarda elektriksel iletkenlik özelliklerindeki azalma arayüzeyde bir polarizasyonun olduğu gösterir [15, 16]. Çünkü arayüzey dipollerinin uygulanan elektrik alanı yönünde kendilerini yönlendirmek için yüksek frekanslarda daha az zamana sahip olması gibi bir durumları da vardır.

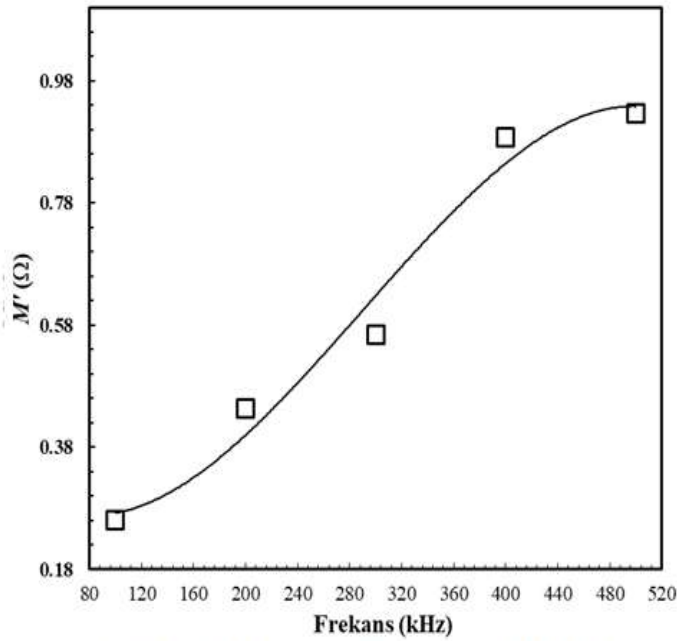
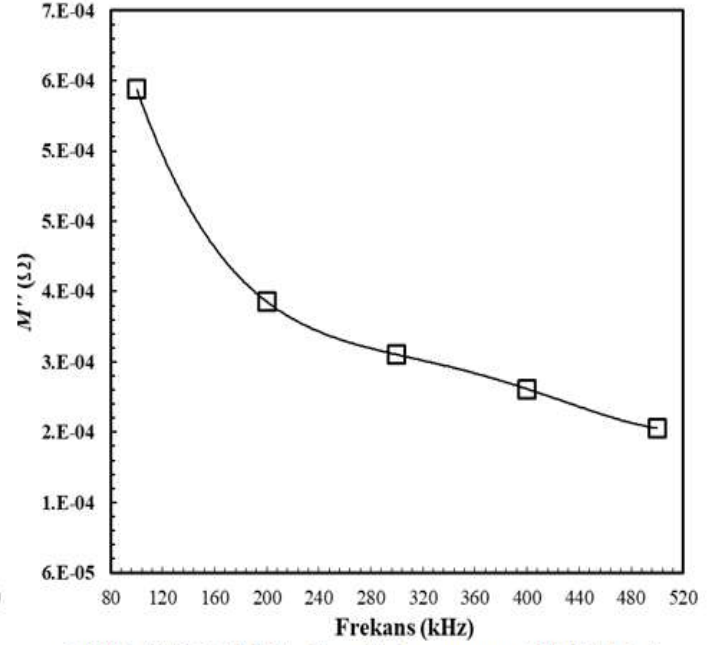


Şekil 4. Al/PTCDA:GO/p-Si yarıiletken yapısının σ_{ac} -f değişimi



Şekil 5. Al/PTCDA:GO/p-Si yarıiletken yapısının σ_{dc} -f değişimi

Şekil 6 ve Şekil 7 de Al/PTCDA:GO/p-Si yarıiletken yapısının elektrik modülleri değerlerinin gerçek (M') ve sanal (M'') değerlerinin frekansa bağımlılığını göstermektedir. Şekil 6 ve Şekil 7 de görüldüğü M' ve M'' değerlerinin frekansa güçlü bir şekilde bağlı olduğu ve M' değerleri frekansla artarken M'' değerlerinin ise azaldığı görülmektedir. Bu durum, frekans arttıkça polarizasyonun azalmasından kaynaklanmaktadır.


Şekil 6. Al/PTCDA:GO/p-Si yarıiletken yapısının M' -f değişimi

Şekil 7. Al/PTCDA:GO/p-Si yarıiletken yapısının M'' -f değişimi

Sonuç:

Temel ac/dc elektriksel iletkenliğin (σ_{ac} , σ_{dc}) ve elektrik modülü (M' ve M'') değerlerinin frekans ve voltaja hassas bir şekilde bağlı olduğu gözlemlendi. Artan frekansla birlikte elektriksel iletkenlik değerlerindeki azalma, ara-yüzey durumlarının daha yüksek frekansta alternatif akım sinyallerini takip edememesinden kaynaklanan yük taşıyıcılarındaki azalmaya bağlanabilir. Ayrıca, elektrik modülü değerleri olan M' ve M'' değerlerinin frekansa bağlı değişimin nedeni; yüksek frekanslardaki polarizasyon mekanizmasından dolayı indüklenen elektrik alanının etkisi altında yük taşıyıcı hareketliliğini yöneten bir geri yükleme kuvvetinin azalmasından dolayıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSÜ), Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi (**Proje No: 2023/4-7 M**) tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı KSÜ Rektörlüğüne ve BAP birimine teşekkür ediyoruz.

Kaynakça

- [1] Sze, S.M., .Physics of Semiconductor Devices. New York/Wiley, 1981.
- [2] Rhoderick, E.H., Williams, R.H., Metal–Semiconductor Contacts. Oxford/Clarendon/1988.
- [3] Denizhan. O, Yalcin. M, Yakuphanoglu. F. (2020). “Electrical and Photoresponse Properties of Al/p-Si/Y_{1-x}Sr_xMnO₃/Al Heterojunction Photodiodes”., Silicon 12, 883–891. <https://doi.org/10.1007/s12633-019-00177-7>
- [4] Kılçık. A, Berk. N, Seymen. H, Karataş. Ş., (2021). “Study on preparation of graphene oxide thin film layers: the electrical and dielectric characteristics of Au/GO/n-type Si junction structures”., Journal of Materials Science: Materials in Electronics 32 (6), 7913-7925. <https://doi.org/10.1007/s10854-021-05515-3>
- [5] Berk. N, Seymen. H, Orak. I, Karataş. Ş., (2021)., “The electrical characteristics of metal–semiconductor hetero-structures with graphene oxide and perylenetetracarboxylic dianhydride interface”., J Mater Sci: Mater Electron 32,17500–17511. <https://doi.org/10.1007/s10854-021-06283-w>
- [6] Tiyek I, Dönmez. U, Yıldırım. B, Alma. M.H, Ersoy. MS, Karataş. Ş, Yazıcı. M., (2016). “ Kimyasal yöntem ile indirgenmiş grafen oksit sentezi ve karakterizasyonu”. SAÜ Fen Bil. Der. 20 (2), 349-357
- [7] Karataş. Ş, Aydın. M.G, Özerli. H., (2016). “Illumination impact on electrical properties of Ag/0.6 wt% nanographene oxide doped poly (vinyl alcohol) nanocomposite/p-Si heterojunction”. Journal of Alloys and Compounds 689, 1068-1075. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.08.083>
- [8] Karataş. Ş., (2021). “Frequency and voltage dependent electrical and dielectric properties of Ag/nGO doped PVA/p-Si sandwich structure at room temperature”., Journal of Sandwich Structures & Materials 23 (2021) 739. <https://doi.org/10.1177/1099636219840605>
- [9] Bakkaloğlu. Ö.F, Ejderha. K, Efeoğlu. H, Karataş. Ş, Türüt. A., (2021). “Temperature dependence of electrical parameters of the Cu/n-Si metal semiconductor Schottky structures”., Journal of Molecular Structure 1224, 129057. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129057>
- [10] Novoselov KS, Geim AK, Morozov SV, Jiang D., Zhang Y., Dubanos S.V Grigorieva IV., and Firsov A.A., (2004). “Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films”., Science, 306, 666-669. DOI: 10.1126/science.1102896
- [11] Güler. G, Karataş. Ş, Güllü. Ö, Bakkaloğlu. Ö.F., (2009). “The analysis of lateral distribution of barrier height in identically prepared Co/n-Si Schottky diodes”, Journal of alloys and compounds 486 (1-2), 343-347. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2009.06.163>
- [12] <https://www.inrf.uci.edu/wordpress/wp-content/uploads/sop-wet-silicon-rca-1.pdf>
- [13] Karataş Ş, Berk N. (2022). Performance of the illumination dependent electrical and photodiode characteristic of the Al/(GO:PTCDA)/p-Si structures. Opt Mater (Amst);126:112231. <https://doi.org/10.1016/J.OPTMAT.2022.112231>.
- [14] Karataş. Ş, Yumuk. M., (2022). “Electrical characteristics of Al/(GO: PTCDA)/p-type Si structure under dark and light illumination: photovoltaic properties at 40 mW cm⁻²”., Journal of Materials Science: Materials in Electronics 33 (14), 10800-10813
- [15] Karataş. Ş, Canli. F, Fakuphanoglu. F. (2024)., “Investigation of electrical, dielectric and interface state densities of Al/p-Si structures with PTCDA interlayer under different light intensities”., Physica B: Condensed Matter 677, 415725. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2024.415725>
- [16] Karataş. Ş., (2023). “Effect of perylenetetracarboxylic dianhydride on the main electrical properties and interface states of Al/p-Si structures”., Physica B: Condensed Matter 657, 414790. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2023.414790>

PREKLİNİK MODEL ORGANİZMA *GALLERIA MELLONELLA*'DA TEKRARLI GAVAJ (ZORLA BESLEME) UYGULAMA SONRASI BAĞIŞIKLIK SİSTEMİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER**Araştırma Görevlisi, Emine DUMAN¹****¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü,****eduman@ktu.edu.tr,****ORCID ID: 0000-0003-4975-1182****Özet**

İlaç potansiyeli taşıyan bir maddenin *in vivo* etkilerinin araştırılması preklinik çalışmalarda oldukça önemlidir. Bu çalışmalarda kullanılan memeli modelleri maliyet, zaman ve etik açıdan dezavantaja sahip olduğundan alternatif organizmaların kullanımına olan yönelim giderek artmaktadır. Son yıllarda antifungal, antibakteriyel ve toksikolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılan omurgasız model *Galleria mellonella*, *in vivo* çalışmalarda etken maddenin tek doz olarak uygulanması şeklinde sıklıkla kullanılmakta, ancak tekrarlı gavajla ilgili çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmada, tekrarlı gavaj uygulamasının *G. mellonella* larvalarının doğuştan gelen bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, ilaç geliştirme süreçlerinde çözücü olarak kullanılan PBS, %10 etanol ve farklı konsantrasyonlarda DMSO'nun 3 kez zorla beslemeyle verilmesinin ardından larvaların hemosit kompozisyonu ve mitotik indeksi üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Bulgular, çözücülerin hemosit homeostazını doza bağlı bir şekilde modüle ettiğini göstermiştir. Özellikle %10'luk DMSO uygulamasında toplam hemosit sayısında kontrol grubuna kıyasla belirgin bir azalmanın olduğu ve mitotik aktivitenin baskılandığı tespit edilmiştir. Ayrıca, kimyasal strese yanıt olarak plazmatosit oranlarında artış, granülosit oranlarında ise azalma olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler, *G. mellonella* larvalarına tekrarlı gavaj uygulamalarında PBS'nin daha kullanılabilir bir çözücü olduğunu gösterirken, etanol ve DMSO çözücülerinin kullanımı sırasında daha dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir. Sonuç olarak, tekrarlı gavaj uygulamasının yapılabilir olması bu böceğin gelecekteki ilaç araştırmalarında doğruluğu yüksek sonuçların ortaya çıkmasına imkan sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Galleria mellonella*, Gavaj, Zorla besleme, Immün sistem.

IMMUNE SYSTEM CHANGES IN THE PRECLINICAL MODEL ORGANISM *GALLERIA MELLONELLA* FOLLOWING REPEATED GAVAGE (FORCE FEEDING) ADMINISTRATION**Research Assistant, Emine DUMAN¹****¹Karadeniz Technical University, Faculty of Science, Department of Biology,****eduman@ktu.edu.tr,****ORCID ID: 0000-0003-4975-1182****Abstract**

Investigating the *in vivo* effects of a substance with drug potential is crucial in preclinical studies. Since mammalian models used in these studies have disadvantages in terms of cost, time, and ethics, there is a growing trend towards using alternative organisms. In recent years, the invertebrate model *Galleria mellonella*, frequently used in antifungal, antibacterial, and toxicological studies, has been used in *in vivo* single-dose administration studies; however, studies involving repeated gavage are limited. This study investigated the effects of repeated gavage on the innate immune system of *G. mellonella* larvae. For this purpose, the effects of force-feeding three times with PBS, 10% ethanol, and different concentrations of DMSO (used as solvents in drug development processes) on the hemocyte composition and mitotic index of the larvae were determined. The findings showed that the solvents modulated hemocyte homeostasis in a dose-dependent manner. In particular, a significant decrease in total hemocyte count and suppression of mitotic activity were observed in the 10% DMSO treatment compared with the control group. Furthermore, it was determined that plasmacyte ratios increased and granulocyte ratios decreased in response to chemical stress. The data obtained show that PBS is a more suitable solvent for repeated gavage applications in *G. mellonella* larvae, while more caution should be exercised when using ethanol and DMSO. In conclusion, the feasibility of repeated gavage applications will enable highly accurate results in future pesticide research on this insect.

Keywords: *Galleria mellonella*, Gavage, Force feeding, Immune system.

INTRODUCTION

In preclinical studies, it is essential to determine the *in vivo* toxicity of drug candidates and to assess whether the results are within the safety margin (SM) for human therapeutic doses (Trevor et al., 2013). Many therapeutic agents are ruled out before further development due to toxic effects observed in animal models. One reason for this is the use of infrequent dosing regimens in animal experiments with therapeutic agents of short half-life, which can lead to fluctuations in drug concentration (U.S. Food and Drug Administration [FDA], 2025). To overcome these challenges, simulation studies of candidate drugs and their interactions with target organs and systems are increasingly being used (Chen, 2019). However, a comprehensive understanding of compound behavior within living systems, particularly the digestive and immune systems, remains critical. Consequently, *in vivo* studies of drug candidates remain necessary.

Selecting appropriate animal models according to experimental design is a critical aspect of research involving living organisms (Rogers & Gibbs, 2014; Hickman et al., 2017; Dehaghi, 2025). Vertebrate models such as monkeys, mice, rats, pigs, cats, and dogs are frequently used due to their genetic and physiological similarities to humans. However, using these animals has disadvantages, including increased time and cost and ethical concerns (McMillan et al., 2015). *Galleria mellonella* has emerged as a preclinical model organism providing valuable data in antifungal and antibacterial drug research, toxicity assessment of food additives, nanoparticles, and various chemicals, and evaluation of the effects and pathogenesis of innate immune and antioxidant systems (Jorjão et al. 2018, Pereira et al. 2020, Tsai et al. 2016; Demirtürk et al. 2024; Eskin and Bozdoğan, 2022; Erbaş et al., 2022). In particular, 80% of studies on *G. mellonella* in the last quarter have focused on biomedical research, indicating its acceptance as a preclinical model in the literature (Silva et al., 2026).

G. mellonella, frequently used in preclinical studies, has certain limitations in terms of standardization, reproducibility, and comparison in experimental processes despite its potential (Dinh et al., 2021; Silva et al., 2026). A correlation exists between the doses of various chemicals and drug candidates applied to *G. mellonella* larvae and those applied to cell culture and vertebrate models (Jander et al. 2000; Ignasiak and Maxwell 2017, Edzeamey et al. 2025). These substances with pharmaceutical potential can be used for multiple applications in the same culture or animal, depending on factors such as their half-lives in cell culture and in vertebrate models. In this invertebrate model, the substance is usually applied only once to each larva, and acute toxic values are generally obtained. In these studies, *G. mellonella* larvae are generally treated by injection or gavage (Tsai et al. 2016, Erbaş et al. 2022, Demirtürk et al. 2024; Edzeamey et al. 2025). Injection procedures are usually performed by releasing the substance into the body (hemocoel) via the hind limb. Some hemolymph loss usually occurs during this process. The larva compensates for this and continues to live, but applying the same larva multiple times can cause stress. In gavage applications, the larvae are starved for a certain period, then the active substance is released into the midgut using a needle placed between the maxilla and mandible. No hemolymph loss occurs during this process. However, the active substance can be eliminated by the insect's digestive system.

Although the literature reports that *G. mellonella* larvae were fed three times at 24-hour intervals via gavage to ensure intestinal colonization by *Klebsiella pneumoniae*, no comprehensive research evaluating the methodological effects of three consecutive gavages has been identified outside this study. This study shows that repeated gavage successfully mimics multiple-dose administrations typically used in mammalian models, as demonstrated by Mirza et al. (2024). The results indicate that this approach can reduce reliance on laboratory mammals and follows the 3R principles (Substitution, Reduction, Improvement). The study found that three consecutive gavages of different chemicals resulted in measurable changes in larval immune system parameters, supporting repeated gavage as a reliable and novel protocol for pharmacological research requiring multiple doses.

METHODS

Insect Rearing: *G. mellonella*, a physiological model organism, is reared in a climate chamber at the Zoology Laboratory of the Biology Department, Faculty of Science, Karadeniz Technical University, under conditions of $30 \pm 2^\circ\text{C}$ temperature, $60 \pm 5\%$ relative humidity, and constant darkness. Semi-synthetic culture media (beeswax, bran, glycerol, honey, pollen, water) were used for insect rearing (Altuntaş et al., 2016).

Gavage Procedure (Forced Feeding): Larvae weighing 170 ± 1 mg were randomly selected from the culture medium for gavage. These larvae were starved for 3 hours to allow their mouths to open before gavage. Immediately before the procedure, they were anesthetized on ice for 2 minutes to slow their movements. The procedure involved injecting a 0.5 ml insulin needle into the larva to ensure the substance was released from the mouth into the midgut. Each treatment consisted of adding 10 μl of solvent (PBS, 10% ethanol, 5% DMSO, 10% DMSO). After treatment, bleeding was checked on a clean filter paper. Larvae showing no bleeding were transferred to 15 x 60 mm petri dishes containing 2 g of semi-synthetic nutrients and incubated under culture conditions. The same procedure was repeated three times at 24-hour intervals.

Total hemocyte count: The total hemocyte count in *G. mellonella* larvae was determined following the method used by Erbaş et al. (2022). Twenty-four hours after the third gavage, 4 μl of hemolymph was collected from each larva with a microcapillary tube and transferred to mini centrifuge tubes containing 36 μl of anticoagulant solution (0.098 M NaOH, 0.186 M NaCl, 0.017 M Na₂EDTA, and 0.041 M citric acid, pH: 4.5). The cell suspension was loaded into a Neubauer Hemocytometer to determine the total hemocyte count. Three replicates will be performed with 10 larvae in each experimental and control group.

Different Hemocyte Counts and Mitotic Index: To determine the hemocyte counts in each larva, prohemocytes, plasmacytes, granulocytes, spherulocytes, and preocytoid cells were counted (Erbaş et al., 2022, Figure 1). For this purpose, 15 μl of hemolymph from each experimental and control group was spread onto slides using the smear preparation method and allowed to dry. The dried hemolymph samples were fixed in methanol:acetic acid (3:1) solution for 30 seconds, then the dried slides were stained with fresh 5% Giemsa stain prepared in PBS (pH: 7.4) for 15 minutes. Permanent preparations coated with Entellan will be examined under a light microscope at 400X magnification to identify different hemocyte types. A total of 250 cells will be counted in each preparation, and the cell types within them will be identified. Three replicates will be performed, with 10 larvae per experimental and control group.

Data Evaluation: All statistical analyses were conducted using SPSS data analysis software (IBM Corp. Release 2012, IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0, IBM Corp., Armonk, NY). Percentage data from experiments with different hemocyte counts and mitotic index were transformed with arcsin before the statistical analysis. After this step, the transformed data and the total hemocyte count data were tested for normality using the Levene test. Since the total hemocyte counts followed a normal distribution, one-way analysis of variance (Welch ANOVA) was employed for analysis. The least significant difference (LSD) test was used to identify significant differences between treatment groups. Because the data for different hemocyte counts and mitotic index did not follow a normal distribution, Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests were applied to assess statistical differences. All results obtained in the experiments were considered statistically significant ($p < 0.05$) at a 95% confidence interval.

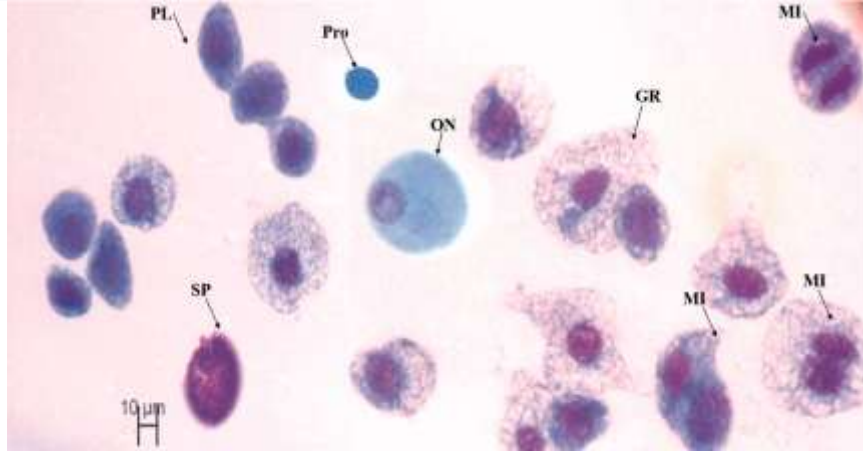


Figure 1. Different hemocyte types and mitosis stages of *Galleria mellonella* (Pro: prohemocyte; PL: plasmatocyte; GR: granulocyte; SP: spherulocytes; ON: oenocyte; MI: mitotic hemocyte; Erbaş, et. al. 2022).

RESULTS

No deaths were observed when the larvae were gavaged three times. Analysis of total hemocyte counts in *Galleria mellonella* larvae following three gavage applications revealed that phosphate-buffered saline (PBS) administration resulted in counts comparable to those of untreated larvae. In contrast, ethanol gavage reduced total hemocyte counts, whereas dimethyl sulfoxide (DMSO) gavage caused a dose-dependent decrease, with counts reduced by nearly half relative to untreated controls.

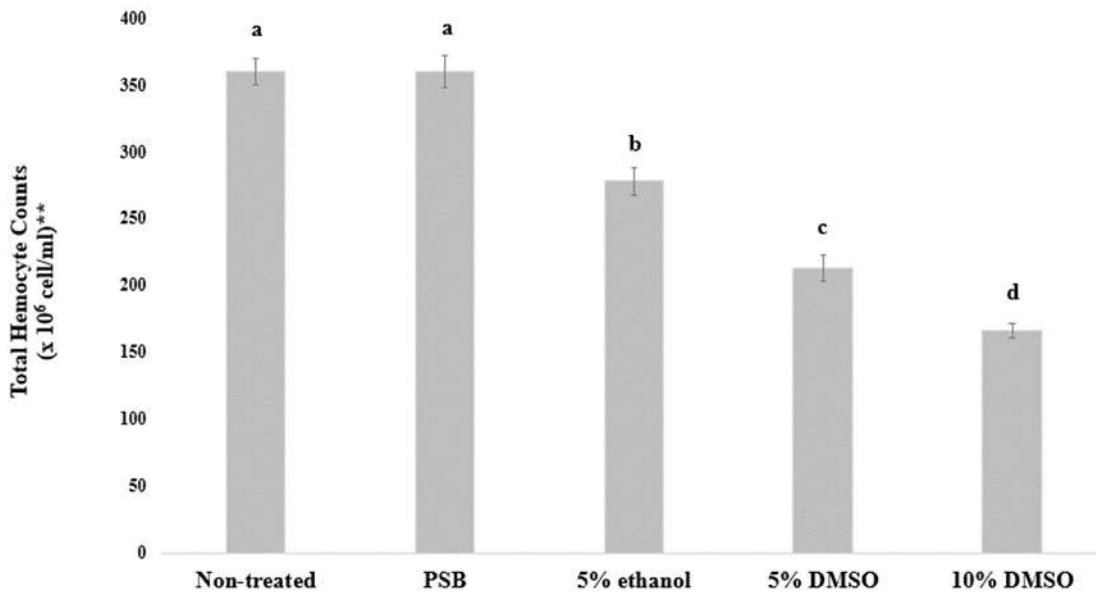


Figure 2. Total hemocyte counts ($\times 10^6$ cells/ml) after three times gavage application of various solvents to *G. mellonella* larvae.

**Each the bar shows the mean $\pm$ standard error (SE). Significant differences between untreated and treated groups are indicated by letters (a-d). The same letter was used multiple times to show differences among experimental groups (Welch-ANOVA, LSD, $p < 0.05$).

The effects of three consecutive oral gavage applications of various solvents on the hemocyte composition and mitotic index of *G. mellonella* larvae are summarized in Table 1. Plasmacyte and granulocyte ratios compared to the non-treated control group, a significant increase in plasmacyte ratios was observed, particularly in the 5% and 10% DMSO groups (72.48 ± 1.53 ; $P < 0.05$). This increase was accompanied by a corresponding significant decrease in granulocyte percentages. The 5% ethanol group showed a moderate increase in plasmacytes (63.17 ± 1.92) compared to the control.

Prohemocytes and other hemocytes (spherulocyte and oenocyte), while prohemocyte ratios remained generally low across all solvent groups, a statistically significant increase was noted in the ethanol and 5% DMSO groups (ranging between 0.71-0.74) relative to the non-treated larvae. In the other hemocytes category, the highest percentage was recorded in the 10% DMSO group (3.34 ± 0.89).

The mitotic index (mitosis) was significantly suppressed at the highest DMSO concentration (10%) compared to the control group (0.67 ± 0.11 ; $SP < 0.05$). Other treatment groups maintained mitotic levels similar to those of the control.

Table 1. Effect of treated three times gavage various solvents on the number of different hemocyte types and mitotic indices (cells/500) in *G. mellonella* larval hemolymph.

Experimental Group	Differential hemocyte counts and mitosis (mean $\pm$ SE %)*				
	Plasmacytes	Granulocyte	Prohemocyte	The other hemocyte (Spherulocyte and Oenocyte)	Mitosis
Non-treated	58.40 ± 0.90 abc	40.35 ± 0.91 abc	0.28 ± 0.04 a	0.98 ± 0.09 a	0.93 ± 0.05 a
PSB	55.98 ± 1.66 b	41.83 ± 1.61 b	0.41 ± 0.09 a	1.77 ± 0.20 b	1.02 ± 0.09 b
5% ethanol	63.17 ± 1.92 c	34.68 ± 1.80 c	0.71 ± 0.06 b	1.44 ± 0.15 b	0.99 ± 0.09 a
5% DMSO	72.73 ± 1.23 d	25.31 ± 1.26 d	0.74 ± 0.05 b	1.22 ± 0.14 ab	0.89 ± 0.05 a
10% DMSO	72.48 ± 1.53 e	23.59 ± 1.30 e	0.59 ± 0.10 ab	3.34 ± 0.89 ab	0.67 ± 0.11 c

Significant differences among all test groups are denoted by different letters (a–e; Mann–Whitney’s U tests).

*Each data is reported as percentage mean $\pm$ standard error (SE).

Table 2. Model summary parameters related to statistics (Kruskal-Wallis H)

	Plasmatocytes	Granulocyte	Prohemocyte	The other hemocyte (Spherulocyte and Oenocyte)	Mitosis
Degrees of Freedom (df)	4	4	4	4	4
Chi-square (χ^2)	69.643	81.624	32.646	21.977	7.041
Significance Levels (P)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.134

CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

Galleria mellonella larvae are increasingly used in biomedical studies due to advantages such as the lack of ethical approval requirements, low cost, and ease of management. In these preclinical studies, larvae are usually administered as a single dose via injection or gavage. Studies involving multiple injections or gavages to the same larva are limited (Jorjão et al. 2018, Pereira et al. 2020, Tsai et al. 2016, Demirtürk et al. 2024; Eskin and Bozdoğan, 2022; Erbaş et al., 2022). In studies using injections, physiological changes resulting from hemolymph loss are investigated without administering any substance to the larva, serving as a control. This is because hemolymph, an important biological fluid in the larva, is lost during this process, and the stress the animal experiences in response to this situation needs to be determined (Gullan & Cranston, 2012). It is assumed that performing the injection multiple times on the same larva will increase stress. In gavage applications, the substance is delivered into the stomach of the larva using an injection needle, and no hemolymph loss occurs during this process (Erbaş et al., 2022). In this study, unlike the common single-dose applications reported in the literature, three repeated gavage applications were performed on the same larva, and the associated changes in the immune system were investigated using commonly used solvents.

G. mellonella is a physiological model commonly used to examine components of the immune system and identify changes. This organism's innate immune system exhibits functional and molecular similarities to certain mammalian defense mechanisms, including phagocytosis, Toll signaling pathways, and antimicrobial peptides (Kavanagh, K., & Reeves, P. E., 2007; Sheehan et al., 2018). The hemocytes of *G. mellonella* larvae are often used as in vivo models of infection, sepsis, and inflammatory diseases to assess preclinical drug dosing and immune responses (Sheehan et al., 2018; Haro, 2026). The most common hemocytes in the larval hemolymph are plasmacytes, which mediate adhesion, phagocytosis, and encapsulation of foreign substances, and granulocytes, known for their high phagocytic capacity. Prohemocytes, stem cell-like hemocytes capable of differentiating into other types, are also present. Additionally, oenocytoids, which contribute to melanization, and spherulocytes, which typically carry pigment, are present (Lavine & Strand, 2002). In this study, changes in the animal's hemocytes were also analyzed following three applications of various solvents (PBS, ethanol, and DMSO). PBS is a reliable negative control and carrier used in *G. mellonella* studies to assess trauma associated with gavage application. It is known that single-dose gavage administration triggers the release of hemocytes attached to tissues into the hemolymph, leading to increased cell counts, maintaining baseline levels of the antioxidant system, and resulting in a high survival rate (Dere et al. 2019; Duman and Altuntaş, 2018; Maguire et al., 2016; Mataracı Karakaş, 2025; Serrano et al. 2023). The absence of any change in THC, DHC, and mitotic index across three repeated gavage applications of PBS demonstrates that this solvent is a suitable negative control and carrier system. In addition, PBS caused less stress to larvae than ethanol or DMSO. Ethanol is used

for water-insoluble substances. In *G. mellonella* studies, a single dose of ethanol is known to have no adverse effect on larval development, to elicit a transient immune response, and to exhibit low genotoxicity (Dere et al. 2019; Duman and Altuntaş, 2018; Dere et al 2015). However, according to the results of this study, the decrease in hemocyte and granulocyte counts observed in the larvae suggests that three repeated gavages suppressed the immune system. Furthermore, the increase in plasmatocyte count may be related to ethanol's reduced effects. Studies on DMSO show that it is used as a solvent for water-insoluble compounds, such as ethanol. In single-dose studies, it does not cause any physiological changes when the 20% limit is not exceeded, but it can have toxic effects above 30% (Cvetkovic et al. 2015; Serrano et al 2023). Repeated gavage at different doses (5% and 10%) shows a dose-dependent decrease in the number of hemocytes and granulocytes in the larvae. However, the decrease in the mitotic index in larvae exposed to DMSO for 3 days supports the finding that DMSO is toxic at concentrations above 30%.

The three consecutive oral gavage protocols developed and successfully applied in this study have, for the first time, demonstrated that *Galleria mellonella* larvae are a reliable in vivo model not only for single-dose screening but also for pharmacological research requiring repeated dosing. The findings not only prove the method's technical feasibility but also clearly demonstrate the decisive role of solvent selection in experimental outcomes. In particular, the fact that commonly used solvents such as DMSO can suppress immune homeostasis at cumulative doses, in contrast to the neutral profile of PBS, underscores the need for rigorous compensation for the "solvent effect" in future studies. Consequently, this methodological advancement will contribute to drug discovery by strengthening the similarity between data obtained from insect models and those from mammalian systems and cell cultures.

KAYNAKLAR

- Chen, C. (2019). Impact of dosing schedule in animal experiments on compound progression decisions. *Drug Discovery Today*, 24(2), 371–376. <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2018.09.013>
- Cvetkovic, V. J., Mitrovic, T. L., Jovanovic, B., Stamenkovic, S. S., Todorovic, M., Dordevic, M., & Radulovic, N. (2015). Toxicity of dimethyl sulfoxide against *Drosophila melanogaster*. *Biologica Nyssana*, 6(2), 91–95.
- Demirtürk, Z., Uçkan, F., & Mert, S. (2024). Interactions of alumina and polystyrene nanoparticles with the innate immune system of *Galleria mellonella*. *Drug and Chemical Toxicology*, 47(5), 483–495. <https://doi.org/10.1080/01480545.2023.2217484>
- Dere, B., Altuntaş, H., & Nurullahoğlu, Z. U. (2015). Insecticidal and oxidative effects of azadirachtin on the model organism *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 89(3), 138–152. <https://doi.org/10.1002/arch.21235>
- Dere, B., Nurullahoğlu, Z. U., & Altuntaş, H. (2019). Effects of azadirachtin on development of model insect *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology C- Life Sciences and Biotechnology*, 8(1), 85–91. <https://doi.org/10.18036/aubtdc.467647>
- Dinh, H., Semenec, L., Kumar, S. S., Short, F. L., & Cain, A. K. (2021). Microbiology's next top model: *Galleria* in the molecular age. *Pathogens and Disease*, 79(2), ftab006. <https://doi.org/10.1093/femspd/ftab006>
- Duman, E., & Altuntaş, H. (2018). Genotoxicity of azadirachtin on *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Biological Diversity and Conservation*, 11(3), 24–30.
- Edzeamey, F. J., Ramchunder, Z., McCarthy, R. R., & Virmouni, S. A. (2025). *Galleria mellonella* as a drug discovery model to study oxidative stress. *Scientific Reports*, 15(1), 15218. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-XXXXX>
- Erbaş, E. D., Gwokyalya, R., Altuntaş, H., & Kutrup, B. (2022). Screening the immunotoxicity of different food preservative agents on the model organism *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) larvae. *Drug and Chemical Toxicology*, 46(4), 757–767. <https://doi.org/10.1080/01480545.2022.2091589>
- Eskin, A., & Bozdoğan, H. (2022). Effects of the copper oxide nanoparticles (CuO NPs) on *Galleria mellonella* hemocytes. *Drug and Chemical Toxicology*, 45(4), 1870–1880. <https://doi.org/10.1080/01480545.2021.1892948>
- Foladi Dehaghi, Z. (2025). Overview of the importance and role of genetic similarities and differences of laboratory animal models with human diseases in experimental-medical studies. *Journal of Animal Biology and Veterinary Medicine*, 4, 1–19.
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2012). *Böcekler: Entomolojinin esasları* (4. basımdan çeviri; A. Gök, Ed.). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Haro, J. J. Q. (2026). *Toxicity testing of compounds in Galleria mellonella larvae*. [İlgili Yayınevi/Kurum Bilgisi].
- Hickman, D. L., Johnson, J., Kasermann, H. P., Lawson, G. W., & Lester, S. J. (2017). Commonly used animal models. In *Principles of animal research for graduate and undergraduate students* (pp. 117–175). Academic Press.
- Ignasiak, K., & Maxwell, A. (2017). *Galleria mellonella* (greater wax moth) larvae as a model for antibiotic susceptibility testing and acute toxicity trials. *BMC Research Notes*, 10(1), 428. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2757-8>
- Jander, G., Rahme, L. G., & Ausubel, F. M. (2000). Positive correlation between virulence of *Pseudomonas aeruginosa* mutants in mice and insects. *Journal of Bacteriology*, 182(13), 3843–3845.
- Jorjão, A. L., Oliveira, L. D., Scorzoni, L., Figueiredo-Godoi, L. M. A., Prata, M. C. A., Jorge, A. O. C., & Junqueira, J. C. (2018). From moths to caterpillars: Ideal conditions for *Galleria mellonella* rearing for

- in vivo microbiological studies. *Virulence*, 9(1), 383–389.
<https://doi.org/10.1080/21505594.2017.1397833>
- Kavanagh, K., & Reeves, P. E. (2007). Insects and mammalian innate immune responses are much alike. *Microbe*, 2, 596–599.
- Lavine, M. D., & Strand, M. R. (2002). Insect hemocytes and their role in immunity. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 32(10), 1295–1309.
- Maguire, R., Duggan, O., & Kavanagh, K. (2016). Evaluation of *Galleria mellonella* larvae as an in vivo model for assessing the relative toxicity of food preservative agents. *Cell Biology and Toxicology*, 32(3), 209–216. <https://doi.org/10.1007/s10565-016-9329-x>
- Mataracı Karakaş, S. (2025). *Galleria mellonella* ile çalışma teknikleri. E. Karataş (Ed.), *Galleria mellonella: Deneyisel omurgasız modelden ileri biyomedikal araştırmalara içinde* (ss. 147–182). İKSAD Publishing House.
- McMillan, S., Verner-Jeffreys, D., Weeks, J., Austin, B., & Desbois, A. P. (2015). Larva of the greater wax moth, *Galleria mellonella*, is a suitable alternative host for studying virulence of fish pathogenic *Vibrio anguillarum*. *BMC Microbiology*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12866-015-0455-4>
- Mirza, K. A., Nietzsche, S., Makarewicz, O., Pletz, M. W., & Thieme, L. (2024). Bacteriophage-mediated decolonization of *Klebsiella pneumoniae* in a novel *Galleria mellonella* gut colonization model with Enterobacteriaceae. *Scientific Reports*, 14(1), 318. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50823-9>
- Pereira, M. F., Rossi, C. C., da Silva, G. C., Rosa, J. N., & Bazzolli, D. M. S. (2020). *Galleria mellonella* as an infection model: An in-depth look at why it works and practical considerations for successful application. *Pathogens and Disease*, 78(6), ftaa056. <https://doi.org/10.1093/femspd/ftaa056>
- Rogers, J., & Gibbs, R. A. (2014). Comparative primate genomics: Emerging patterns of genome content and dynamics. *Nature Reviews Genetics*, 15, 347–359.
- Serrano, I., Verdial, C., Tavares, L., & Oliveira, M. (2023). The virtuous *Galleria mellonella* model for scientific experimentation. *Antibiotics*, 12(3), 505. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12030505>
- Sheehan, G., Garvey, A., Croke, M., & Kavanagh, K. (2018). Innate humoral immune defences in mammals and insects: The same, with differences? *Virulence*, 9(1), 1625–1639.
- Silva, F. A. D. S., Costa, M. E. D. S., Lima, P. M. N. D., Ribeiro, J. L., Burd, B. S., Herculano, R. D., ... & Garcia, M. T. (2026). Current overview and main challenges of the use of *Galleria mellonella* in biomedical research. *Current Protocols*, 6(4), e70361.
- Stączek, S., Zdybicka-Barabas, A., Wiater, A., Pleszczyńska, M., & Cytryńska, M. (2020). Activation of cellular immune response in insect model host *Galleria mellonella* by fungal α -1,3-glucan. *Pathogens and Disease*, 78(9), ftaa062.
- Sugeçti, S., & Büyükgüzel, K. (2022). Effects of Ni (II) p-hydroxybenzoate with caffeine on metabolic, antioxidant, and biochemical parameters of model insect *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae). *Turkish Journal of Zoology*, 46(1), 167–174.
- Trevor, A., Katzung, B., Masters, S., & Knudering-Hall, M. (2013). Pharmacodynamics. In *Katzung and Trevor's Pharmacology Examination & Board Review* (10th ed., p. 17). McGraw Hill.
- Tsai, C. J., Loh, J. M., & Proft, T. (2016). *Galleria mellonella* infection models for the study of bacterial diseases and for antimicrobial drug testing. *Virulence*, 7(3), 214–229.
- U.S. Food and Drug Administration. (2025). *Roadmap to reducing animal testing in preclinical safety studies*. U.S. Food and Drug Administration.

PLEUROTUS OSTREATUS VE EKMEK KÜFÜ KAYNAKLI KARBON KUANTUM NOKTALARININ P(HEMA) KRIYOJELLERE İMMOBİLİZASYONU VE BSA ETKİLEŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**Zeynep KÜÇÜKKARABACAK ^{1/} Prof. Dr. İdris SARGIN ²****¹Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyokimya Bölümü, zeynepkucukkarabacak@gmail.com, 0009-0001-9887-8131****²Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyokimya Bölümü, idris.sargin@selcuk.edu.tr, 0000-0003-3785-9575****Özet**

Bu çalışmada, mikro mantar olan (ekmek küfü) ve makro mantar (istiridye mantarı, *Pleurotus ostreatus*) kaynaklarından karbon kuantum noktalarının sentezlenmesi ve poli-hidroksietilmetakrilat (p(HEMA)) kriyojel kolonlara immobilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Karbon kuantum noktaları ile immobilize edilen p(HEMA) kriyojel kolonların BSA (sığır serum albümini) proteini ile etkileşimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Karbon kuantum noktalar, ekmek küfünden 0.1 g, 800 watt, 20 mL saf su ve 5 dakika; istiridye mantarından ise 0.1 g, 800 watt, 20 mL saf su ve 10 dakika sentez parametreleri ile mikrodalgada yeşil sentez gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Sentezlenen mikro ve makro mantar kaynaklı karbon kuantum noktaları p(HEMA) kriyojel kolonlara immobilize edildikten sonra BSA (sığır serum albümini) proteinin kolonda tutunması üzerinde protein konsantrasyonunun (0.1-4.0 mg/mL), protein çözelti pH'sının (4.0-8.0), akış hızı (10, 20, 40 ve 80 rpm), iyonik şiddet (0.01 M-0.1 M NaCl çözeltisi) ve sıcaklığın (5, 10, 14 ve 25 °C) etkileri araştırılmıştır. Deneyler sırasında pH 4.0 ve 5.0'daki çalışmalar için sodyum asetat tamponu; pH 6.0, 7.0 ve 8.0'daki çalışmalar için ise sodyum fosfat tamponu kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda adsorbe olan BSA proteininin miktarı UV-Vis spektrofotometresi ile analiz edilmiştir; bu sayede ekmek küfü ve istiridye mantarı kaynaklı karbon kuantum noktaların kriyojel kolondaki protein tutma performansları arasındaki farklar ortaya konmuştur. Deneysel çalışmalar sonucunda, ekmek küfü kaynaklı karbon kuantum noktaları ile immobilize edilen p(HEMA) kriyojel kolonun, *Pleurotus ostreatus* kaynaklı karbon kuantum noktaları ile immobilize edilen p(HEMA) kriyojel kolona kıyasla daha yüksek BSA protein tutma kapasitesi sergilediği belirlenmiştir. Elde edilen veriler, mantar kaynaklı karbon kuantum noktaları ile immobilize edilen p(HEMA) kriyojel kolonların biyosensör ve ilaç taşıma gibi sistemlerde yüksek potansiyele sahip, çevre dostu ve etkili bir adsorban olduğunu kanıtlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Karbon kuantum noktaları (CQD), poli(hidroksietilmetakrilat) (p(HEMA)), kriyojel kolon, mikro ve makro mantar, BSA adsorpsiyonu.

IMMOBILIZATION OF CARBON QUANTUM DOTS ORIGINATING FROM *PLEUROTUS OSTREATUS* AND BREAD MOLD ONTO P(HEMA) CRYOGELS AND INVESTIGATION OF BSA INTERACTIONS**Zeynep KÜÇÜKKARABACAK¹/ Prof. Dr. İdris SARGIN²****¹Selcuk University Faculty of Science Department of Biochemistry, zeynepkucukkarabacak@gmail.com, 0009-0001-9887-8131****²Selcuk University Faculty of Science Department of Biochemistry, idris.sargin@selcuk.edu.tr, 0000-0003-3785-9575****Abstract**

In this study, carbon quantum dots were synthesized from microfungi (bread mold) and macrofungi (oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*) sources and immobilized onto polyhydroxyethyl methacrylate (p(HEMA)) cryogel columns. The aim was to investigate the interactions between p(HEMA) cryogel columns immobilized with carbon quantum dots and BSA (bovine serum albumin). Carbon quantum dots were obtained from bread mold using 0.1 g, 800 watts, 20 mL of pure water, and 5 minutes; and from oyster mushroom using 0.1 g, 800 watts, 20 mL of pure water, and 10 minutes, by performing green synthesis in a microwave. The effects of protein concentration (0.1-4.0 mg/mL), protein solution pH (4.0-8.0), flow rate (10, 20, 40 and 80 rpm), ionic strength (0.01 M-0.1 M NaCl solution) and temperature (5, 10, 14 and 25 °C) on the retention of BSA (bovine serum albumin) protein were investigated after immobilizing synthesized micro and macro fungus-derived carbon quantum dots onto p(HEMA) cryogel columns. During the experiments, sodium acetate buffer was used for studies at pH 4.0 and 5.0; and sodium phosphate buffer was used for studies at pH 6.0, 7.0, and 8.0. The amount of adsorbed BSA protein was analyzed using UV-Vis spectrophotometry. This study revealed the differences in protein retention performance between bread mold and oyster mushroom-derived carbon quantum dots in cryogel columns. Experimental studies have shown that a p(HEMA) cryogel column immobilized with carbon quantum dots derived from bread mold exhibits a higher BSA protein retention capacity compared to a p(HEMA) cryogel column immobilized with carbon quantum dots derived from *Pleurotus ostreatus*. The data obtained demonstrated that p(HEMA) cryogel columns immobilized with mushroom-derived carbon quantum dots are high-potential, environmentally friendly, and effective adsorbents in systems such as biosensors and drug delivery.

Keywords: Carbon quantum dots (CQD), poly(hydroxyethyl methacrylate) (p(HEMA)), cryogel column, micro and macro mushroom, BSA adsorption.

DOPAMİN ENTEGRE EDİLMİŞ ADİPOZ DOKU MEZENKİMAL KÖK HÜCRE EKSOZOMLARININ *İN VİTRO* ALZHEİMER HASTALIĞI MODELİNDEKİ ETKİLERİ

Dilay KARACAOĞLU^{1,2}/Prof.Dr. Ayla EKER SARIBOYACI^{1,2}/ Didem AKINCILAR^{1,2}/ Gizem YILDIRIM^{1,2,3}/Uzm. Mol. Bio. Merve Nur SOYKAN^{1,2}/ Nadiye BONCUKÇU^{1,2}/ Nuray VAROL KAYAPUNAR^{1,2,4}/ Onur SÜNNETÇİ^{1,2}/ Dr.Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ^{1,2}/Öğr.Gör.Tayfun ŞENGEL^{1,2}/ Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL^{1,2}

dilaykrcglu@gmail.com, 0009-0007-9960-6270/ aylakersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859/ didemakincilarr@gmail.com, 0009-0009-2840-1205/gzm.y159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X/ mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791/ nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257/612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X/onursunnetci1@gmail.com, 0009-0008-4161-7214/gunesibel@gmail.com,0000-0003-0846-1170/ tayfun.sengel@gmail.com,0000-0002-1162-6979/ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607

1 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kök Hücre AD, Eskişehir, Türkiye

2 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Türkiye

3 Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji AD, Adana, Türkiye

4 Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

Özet

Alzheimer hastalığının temel patolojik özelliklerinden biri tau fosforilasyonudur. İnsan nöroblastom hücre hattı SH-SY5Y, nörodejeneratif hastalıkların özellikle Alzheimer'daki tau patolojisinin *in vitro* modellenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Glikojen sentaz kinaz-3 beta (GSK3 β), tau fosforilasyonunda merkezi rol oynamakta olup miR-132-3p ve miR-135a-5p'nin bu yolu baskıladığı bilinmektedir. Mezenkimal kök hücre (MKH) kaynaklı eksozomlar, taşıdıkları mikroRNA'lar aracılığıyla nöroprotektif potansiyel gösterebilir. Bu çalışmada, dopamin ile ön koşullandırılmış insan adipoz doku kaynaklı MKH'lerden (iAD-MKH'ler) elde edilen eksozomlardaki GSK3 β hedefleyen miR-132-3p ve miR-135a-5p ekspresyonlarının analiz edilmesi ve bu sayede dopaminin GSK3 β aracılı tau fosforilasyonu ile ilişkisinin araştırılması amaçlandı.

Öncelikle SH-SY5Y hücrelerinde, okadaik asit ile indüklenmiş tau fosforilasyon modeli oluşturuldu ve Total-Tau, Phospho-Tau belirteçleri kullanılarak flow sitometrik ve immunofluoresan analizlerle karakterize edildi. Daha sonra iAD-MKH'ler daha önce MTT analizi ile belirlediğimiz 10 μ M dopamin ile 48 saat uyarıldı. Eksozomlar, FBS-içermeyen koşullarda toplanan süpernatantlardan ardışık santrifüj yöntemi kullanılarak ultrasantrifüj cihazı ile izole edildi. Son olarak eksozom içeriğindeki mikroRNA profilinin incelenmesi için RNA izolasyonu yapılarak qRT-PCR ile miR-132-3p ve miR-135a-5p ekspresyonları analiz edildi.

Okadaik asit uygulaması sonrası SH-SY5Y hücrelerinde immunofenotipik analizler ile Total-Tau ve Phospho-Tau ekspresyonlarının arttığı gözlemlendi. Dopamin ile uyarılan iAD -MKH'lerden elde edilen eksozomlarda ise miR-132-3p ve miR-135a-5p ekspresyon düzeylerinde artış gözlemlendi.

Bu çalışmada, iAD-MKH kaynaklı eksozomların mikroRNA içeriğinin, dopamin ile modüle edilebildiği ve miR-132-3p ve miR-135a-5p ekspresyon düzeylerinin arttırılabildiği gösterilmiştir. Sonuç olarak, dopaminin iAD-MKH kaynaklı eksozomların mikroRNA profilini değiştirerek GSK3 β aracılı tau patolojisi üzerinde potansiyel düzenleyici etki oluşturabileceği ve bu yaklaşımın nörodejeneratif hastalıklar için yeni terapötik stratejilere katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışma, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen TYL-2025-3637 kodlu proje kapsamında ve TÜBİTAK BİDEP 2210-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı desteği ile gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alzheimer hastalığı, Tau fosforilasyonu, iAD-MKH-Eksozom, mikroRNA, GSK3 β

EFFECTS OF DOPAMINE-PRECONDITIONED ADIPOSE TISSUE-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELL EXOSOMES IN AN IN VITRO MODEL OF ALZHEIMER'S DISEASE

Dilay KARACAOGLU^{1,2}/Prof.Dr. Ayla EKER SARIBOYACI^{1,2}/ Didem AKINCILAR^{1,2}/ Gizem YILDIRIM^{1,2,3}/Uzm.Mol.Bio Merve Nur SOYKAN^{1,2}/ Nadiye BONCUKCU^{1,2}/ Nuray VAROL KAYAPUNAR^{1,2,4}/ Onur SÜNNETÇİ^{1,2}/ Dr.Ögr. Üyesi Sibel GÜNES BAGIS^{1,2} / Öğr.Gör.Tayfun SENGE^{1,2}/ Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL^{1,2}

dilaykrcglu@gmail.com, 0009-0007-9960-6270/ aylaekersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859/ didemakincilarr@gmail.com, 0009-0009-2840-1205/gzm.y159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X/ mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791/ nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257/612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X/onursunnetci1@gmail.com, 0009-0008-4161-7214/gunesibel@gmail.com,0000-0003-0846-1170/ tayfun.sengel@gmail.com,0000-0002-1162-6979/ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607

1 Eskişehir Osmangazi University, Institute of Health Sciences, Department of Stem Cells, Eskişehir, Türkiye

2 Eskişehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Türkiye

3 Cukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Biotechnology, Adana, Türkiye

4 Department of Histology and Embryology, Institute of Health Sciences, Veterinary Medicine, Bursa Uludag University, Bursa, Turkey

Abstract

One of the major pathological features of Alzheimer's disease is tau phosphorylation. The human neuroblastoma cell line SH-SY5Y is widely used for in vitro modeling of neurodegenerative diseases, particularly tau pathology. Glycogen synthase kinase-3 beta (GSK3 β) plays a central role in tau phosphorylation and is suppressed by miR-132-3p and miR-135a-5p. Mesenchymal stem cell (MSC)-derived exosomes may exhibit neuroprotective potential through their microRNA cargo.

In this study, we analyzed the expression levels of GSK3 β -targeting miR-132-3p and miR-135a-5p in exosomes derived from dopamine-preconditioned human adipose tissue-derived MSCs (iAD-MSCs), and investigated the relationship between dopamine and GSK3 β -mediated tau phosphorylation.

A tau phosphorylation model was established in SH-SY5Y cells using okadaic acid and characterized by flow cytometry and immunofluorescence using Total-Tau and Phospho-Tau markers. iAD-MSCs were then stimulated with dopamine (10 μ M) for 48 hours. Exosomes were isolated from FBS-free supernatants by sequential centrifugation and ultracentrifugation. Exosomal microRNA profiles were analyzed by qRT-PCR following RNA extraction.

Okadaic acid treatment increased Total-Tau and Phospho-Tau expression in SH-SY5Y cells. Exosomes from dopamine-stimulated iAD-MSCs showed elevated miR-132-3p and miR-135a-5p expression.

In conclusion, dopamine modulates the microRNA content of iAD-MSC-derived exosomes, increasing miR-132-3p and miR-135a-5p levels. These findings suggest a regulatory effect on GSK3 β -mediated tau pathology and highlight the potential of exosome-based therapeutic strategies for neurodegenerative diseases.

This study was conducted within the scope of the project coded TYL-2025-3637, supported by the Eskişehir Osmangazi University Scientific Research Projects Coordination Unit, and was also supported by the TÜBİTAK BİDEP 2210-C Domestic Master's Scholarship Program for Priority Areas.

Keywords: Alzheimer's disease, Tau phosphorylation, iAD-MSC-derived exosomes, microRNA, GSK3 β

İNME MODELİNDE AP2A1 ARACILI MIKROGLIAL SENESENS VE NÖROINFLAMASYONDA WHARTON JELİ KAYNAKLI MEZENKİMAL KÖK HÜCRE EKSOZOMLARININ TERAPÖTİK ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nadiye BONCUKÇU^{1,2} / Prof.Dr. Ayla EKER SARIBOYACI^{1,2}/Didem AKINCILAR^{1,2}/ Dilay KARACAOĞLU^{1,2}/Prof. Dr. Hüseyin AVCI^{1,2,3}/ Öğr. Gör. Tayfun ŞENGEL^{1,2}/ Uzm. Mol Biyo. Merve Nur SOYKAN^{1,2}/ Onur SÜNNETÇİ^{1,2}/ Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL^{1,2}/ Nuray VAROL KAYAPUNAR^{1,4}/ Gizem YILDIRIM^{1,5}/ Dr. Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ^{1,2}

nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257/aylaekersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859/
didemakincilarr@gmail.com, 0009-0009-2840-1205/ dilaykrcglu@gmail.com, 0009-0007-9960-6270
haviciesogu@gmail.com, 0000-0002-2475-1963/ tayfun.sengel@gmail.com, 0000-0002-1162-6979/
mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791/ onursunnetci1@gmail.com, 0009-0008-4161-7214 /
ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607/ 612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X/
gzm.y159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X/ gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0846-1170

1 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir, Türkiye

2 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kök Hücre AD, Eskişehir, Türkiye

3 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

4 Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

5 Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji AD, Adana, Türkiye

Özet

İskemik inme sonrası gelişen serebral kan akımı yetersizliği, oksidatif stres ve inflamatuvar süreçlerini tetikleyerek nörolojik hasarı artıran temel faktörlerden biridir. Bu patolojik süreçlerin merkezinde yer alan mikroglialar hem doku hasarını tetikleyen hem de rejenerasyonu destekleyen rolleriyle kritik birer terapötik hedeftir. Mezenkimal kök hücrelerin (MKH) immünmodülatör kapasitelerini büyük ölçüde eksozomlar aracılığıyla gerçekleştirdiği bilinmektedir.

Son yıllarda endositoz adaptör proteini AP2A1'in hücresel stres ve senesens ile olan ilişkisi dikkat çekmeye başlamıştır. Ancak literatürde mikrogliyal aktivitenin eksozomal düzenlenmesine ait veriler bulunsa da AP2A1 aracılı sinyal yollarının bu süreçlerdeki spesifik rolü henüz yeterince aydınlatılmamıştır.

Bu çalışmada, insan Wharton jeli kaynaklı MKH eksozomlarının (iWJ-MKH-eksozom) oksijen-glukoz yoksunluğu/yeniden oksijenlenme (OGY/Y) modelinde mikrogliyal yanıt ve AP2A1 ile ilişkili mekanizmalar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. ISSCR kriterlerine göre karakterize edilen iWJ-MKH'lerden ISEV 2023 kılavuzlarına uygun olarak izole edilen eksozomlar, in vitro iskemik inme modeli oluşturulan BV2 mikrogliyal hücrelerine uygulandı. BV2 mikrogliyal hücreleri, glukozsuz besiyerinde ve %1 O₂ içeren hipoksik koşullarda farklı sürelerde (2, 4, 6, 8 saat) inkübe edildikten sonra 24 saat yeniden oksijenlenmeye bırakıldı. Erken dönemde (6. saat) ROS, mitokondriyal membran potansiyeli ve apoptoz analizleri; geç dönemde (24. saat) ise mikrogliyal polarizasyon ile p16, p21 ve AP2A1 senesens belirteçleri qRT-PCR ve akım sitometrisi ile değerlendirildi.

Analizler sonucunda, OGY/Y maruziyetinin tetiklediği reaktif oksijen türleri (ROS), pro-inflamatuvar polarizasyon ve apoptoz düzeylerindeki artışın eksozom uygulamasıyla anlamlı ölçüde baskılandığı; buna karşın azalan mitokondriyal membran potansiyelinin iyileştiği gözlemlendi. Moleküler düzeyde ise eksozom uygulamasının p16 ve p21 gibi senesens belirteçlerinin yanı sıra AP2A1 ekspresyonunu da belirgin şekilde azalttığı tespit edildi. Elde edilen bulgular, iWJ-MKH-eksozomlarının mikrogliyalarda oksidatif stresi ve hücresel yaşlanmayı baskılayarak nöroprotektif etki gösterdiğini kanıtlamaktadır. Sonuç olarak, bu etkinin AP2A1 ilişkili sinyal kaskadlarının modülasyonu üzerinden gerçekleştiği ve bu yaklaşımın iskemik inme kaynaklı nöroinflamasyonda potansiyel bir terapötik strateji olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen TYL-2025-3636 kodlu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikrogliya, İskemi/Reperfüzyon, iWJ-MKH-Eksozom, AP2A1, Nöroinflamasyon

EVALUATION OF THE THERAPEUTIC EFFECT OF WHARTON'S JELLY-DERIVED MESENCHYMAL STEM CELL EXOSOMES IN AP2A1-MEDIATED MICROGLIAL SENESENCE AND NEUROINFLAMMATION IN A STROKE MODEL

Nadiye BONCUKCU^{1,2} / Prof.Dr. Ayla EKER SARIBOYACI^{1,2}/Didem AKINCILAR^{1,2}/ Dilay KARACAOGLU^{1,2}/Prof. Dr. Huseyin AVCI^{1,2,3}/ Ogr. Gor. Tayfun SENDEL^{1,2}/ Uzm. Mol Bio Merve Nur SOYKAN^{1,2}/ Onur SUNNETCI^{1,2}/ Dr. Ogr. Uyesi Onur UYSAL^{1,2}/ Nuray VAROL KAYAPUNAR^{1,4}/ Gizem YILDIRIM^{1,5}/ Dr. Ogr. Uyesi Sibel GUNES BAGIS^{1,2}

nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257/aylaekersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859/ didemakincilarr@gmail.com, 0009-0009-2840-1205/ dilaykrcglu@gmail.com, 0009-0007-9960-6270 havciesogu@gmail.com, 0000-0002-2475-1963/ tayfun.sengel@gmail.com,0000-0002-1162-6979/ mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791/ onursunnetcil@gmail.com, 0009-0008-4161-7214 / ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607/ 612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X/ gzm.v159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X/ gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0846-1170

1 Eskisehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskişehir, Turkey

2 Eskisehir Osmangazi University, Graduate School of Health Sciences, Department of Stem Cells, Eskişehir, Turkey

3 Eskisehir Osmangazi University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Eskişehir, Turkey

4 Uludag University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, Bursa, Turkey

5 Cukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Biotechnology, Adana, Turkey

Abstract

Cerebral hypoperfusion following ischemic stroke is a major contributor to neurological damage through activation of oxidative stress and inflammatory pathways. Microglia, central regulators of these processes, are critical therapeutic targets due to their dual roles in injury and repair. Mesenchymal stem cells (MSCs) exert immunomodulatory effects primarily via exosomes. Recently, the endocytic adaptor protein AP2A1 has been implicated in cellular stress and senescence. Although exosome-mediated modulation of microglial activity has been reported, the specific involvement of AP2A1-related signaling pathways remains insufficiently defined.

In this study, the effects of human Wharton's jelly-derived MSC exosomes (iWJ-MSC-exosomes) on microglial responses and AP2A1-associated mechanisms were investigated using an oxygen-glucose deprivation/reoxygenation (OGD/R) model. Exosomes were isolated from iWJ-MSCs characterized according to ISSCR criteria and validated following ISEV 2023 guidelines, then applied to BV2 microglial cells. Cells were incubated in glucose-free medium under 1% O₂ hypoxia for 2, 4, 6, and 8 hours, followed by 24 hours of reoxygenation. Early analyses (6 hours) included reactive oxygen species (ROS), mitochondrial membrane potential, and apoptosis, while late analyses (24 hours) assessed microglial polarization and senescence markers (p16, p21, AP2A1) via qRT-PCR and flow cytometry.

Results showed that OGD/R-induced increases in ROS, pro-inflammatory polarization, and apoptosis were suppressed by exosome treatment, while mitochondrial membrane potential improved. Exosome treatment also reduced expression of p16, p21, and AP2A1. These findings suggest that iWJ-MSC-exosomes exert neuroprotective effects by reducing oxidative stress and cellular senescence in microglia, potentially through AP2A1-related signaling pathways. This study was supported by Eskişehir Osmangazi University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project No: TYL-2025-3636).

Keywords: Microglia, Ischemia/Reperfusion, iWJ-MKH-Exosome, AP2A1, Neuroinflammation

KURKUMİN İLE ÖN KOŞULLANDIRILAN MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERDEN TÜRETİLEN EKSOZOMLARIN, TİYOASETAMİD İLE İNDÜKLENEN KARACİĞER HASARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN *İN VİTRO* DENEYSEL ÇALIŞMALARLA İNCELENMESİ

Gizem YILDIRIM^{1,4}/Prof. Dr. Naciye YAKTUBAY DÖNDAŞ²/ Onur SÜNNETÇİ^{3,4}/ Nadiye BONCUKÇU^{3,4}/ Didem AKINCILAR^{3,4}/ Dilay KARACAOĞLU^{3,4}/ Öğr. Gör. Tayfun ŞENGEL^{3,4}/ Uzm. Merve Nur SOYKAN^{3,4}/ Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL^{3,4}/ Nuray VAROL KAYAPUNAR^{4,5}/ Dr. Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ^{3,4}/ Prof. Dr. Ayla EKER SARIBOYACI^{3,4}

gzm.y159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X / yakdas25@cu.edu.tr, 0000-0002-9386-091X

onursunnetci1@gmail.com, 0009-0008-4161-7214 / nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257
didemakincilarr@gmail.com, 0009-0009-2840-1205 / dilaykrcglu@gmail.com, 0009-0007-9960-6270 /
tayfun.sengel@gmail.com, 0000-0002-1162-6979 / mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791 /
ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607 / 612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X /
gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0846-1170 / aylaekersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859

1 Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji AD, Adana, Türkiye

2 Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji AD, Adana, Türkiye

3 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kök Hücre AD, Eskişehir, Türkiye

4 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi, ESTEM, Eskişehir, Türkiye

5 Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

Özet

Akut karaciğer hasarı (AKH), hepatositlerdeki yaygın hasara bağlı olarak gelişen, ciddi metabolik işlev bozukluğu ve hızlı ilerleyen karaciğer yetmezliğiyle karakterize klinik bir tablodur. Bu kapsamda mezenkimal kök hücreler (MKH), sahip oldukları rejeneratif, immünomodülatör, anti-inflamatuvar, anti-oksidan ve anti-apoptotik özellikleriyle AKH tedavisinde dikkat çeken hücresel tedavi adayları arasındadır. MKH'ler bu etkilerini eksozomlar aracılığıyla/parakrin yolla göstermekte ve karaciğer fonksiyonlarının iyileşmesine ve rejenerasyonun desteklenmesine katkı sağlamaktadır.

MKH-kaynaklı eksozomlar; proteinler/lipidler/mRNA'lar/mikroRNA'lar gibi biyolojik aktif molekülleri hedef hücrelere taşıyarak inflamasyonu baskılayabilmekte, apoptozu azaltabilmekte, oksidatif stresi düzenleyebilmekte ve hepatik rejenerasyonu destekleyebilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle MKH-eksozomları, AKH'de hücresiz, daha güvenli ve translasyonel potansiyeli yüksek yeni bir rejeneratif tedavi yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı AKH modelinde yaygın olarak kullanılan HepG2 hücre hattında, tiyoasedamidle (TAA) indüklenen *in vitro* modelde; kurkuminle ön-koşullandırma/priming yapılan insan wharton jeli/iWJ-MKH'lerden izole edilen eksozomların (Kur-Exo) terapötik etkilerinin, ön-koşullandırma yapılmamış iWJ-MKH eksozomlarla (Saf-Exo) kıyaslanarak araştırılmasıdır.

İzole edilen iWJ-MKH'ler ve eksozomları, sırasıyla ISSCR&MISEV'in minimal kriterleri yanı sıra geniş bir panelde karakterize edildi. Önceden yaptığımız MTT testiyle belirlenen TAA'yla indüklenerek HepG2 hücrelerinde AKH modeli oluşturuldu ve DCFDA ve Annexin V/PI analizleriyle karakterize edildi. Kurkumin priming dozu ise MTT'yle en yüksek proliferasyon-canlılık oranına göre belirlendi. Önceden MTT testiyle

belirlenen Exo dozları kontrol, TAA-ind., TAA+Saf-exo ve Kur-exo şeklindeki ilgili gruplara uygulandı. Ardından tüm gruplardaki HepG2 hücrelerindeki sırasıyla ROS ve apoptoz düzeyleri DCFDA, AnnexinV/PI değişim değerlendirildi.

TAAind. grubunda kontrol grubuna göre hücrelerde oksidatif stresi, apoptoz, hasar ve hücrelerarası matrikste anlamlı artış olduğu saptandı($p<0.05$). Kur-Exo ve Saf-Exo gruplarında ise TAA ind. grubun göre hücre canlılığı, oksidatif stres ve apoptozis anlamlı olarak azaldığı saptandı($p<0.05$).

Sonuç olarak, MKH-eksozomlarının oksidatif stres, apoptoz ve inflamasyonun azaltılması yoluyla hepatoselüler hasarı sınırlayabileceğini ve hücresiz tedavi yaklaşımlarında potansiyel aday olabileceğini desteklemektedir. Kurkuminle ön-koşullandırılmış eksozomların ise terapötik etkinliği artırabilecek umut verici bir strateji olarak daha ileri çalışmalarla değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu Yüksek Lisans tez çalışması; Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) koordinasyon birimi tarafından TYL-2025-17267 numaralı proje ve TÜBİTAK 1002-A hızlı destek modülü tarafından, 225S961 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akut karaciğer hasarı, Mezenkimal kök hücre, Eksozom, Kurkumin

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF EXOSOMES DERIVED FROM CURCUMIN- PRECONDITIONED MESENCHYMAL STEM CELLS ON THIOACETAMIDE-INDUCED LIVER INJURY THROUGH IN VITRO EXPERIMENTAL STUDIES

Gizem YILDIRIM^{1,4}/Prof. Dr. Naciye YAKTUBAY DÖNDAŞ²/ Onur SÜNNETCİ^{3,4}/ Nadiye BONCUKÇU^{3,4}/ Didem AKINCILAR^{3,4}/ Dilay KARACAOĞLU^{3,4}/ Öğr. Gör. Tayfun ŞENGEL^{3,4}/ Uzm. Merve Nur SOYKAN^{3,4}/ Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL^{3,4}/ Nuray VAROL KAYAPUNAR^{4,5}/ Dr. Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ^{3,4}/ Prof. Dr. Ayla EKER SARIBOYACI^{3,4}

gzm.y159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X / yakdas25@cu.edu.tr, 0000-0002-9386-091X

onursunneci1@gmail.com, 0009-0008-4161-7214 / nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257
didemakincilarr@gmail.com, 0009-0009-2840-1205 / dilaykrcglu@gmail.com, 0009-0007-9960-6270 /
tayfun.sengel@gmail.com, 0000-0002-1162-6979 / mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791 /
ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607 / 612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X /
gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0846-1170 / aylakersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859

1 Çukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Biotechnology, Adana, Türkiye

2 Çukurova University, Faculty of Medicine, Department of Medical Pharmacology, Adana, Türkiye

3 Eskişehir Osmangazi University, Institute of Health Sciences, Department of Stem Cell, Eskişehir, Türkiye

4 Eskişehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskişehir, Türkiye

5 Uludağ University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, Bursa, Türkiye

Abstract

Acute liver injury (ALI) is a clinical condition characterized by severe metabolic dysfunction and rapidly progressing liver failure resulting from widespread damage to hepatocytes. In this context, mesenchymal stem cells (MSCs) have emerged as promising cellular therapeutic candidates for ALI due to their regenerative, immunomodulatory, anti-inflammatory, antioxidant, and anti-apoptotic properties. MSCs exert these effects primarily through paracrine mechanisms mediated by exosomes, thereby contributing to the improvement of liver function and the promotion of regeneration.

MSC-derived exosomes carry biologically active molecules such as proteins, lipids, mRNAs, and microRNAs to target cells, enabling them to suppress inflammation, reduce apoptosis, regulate oxidative stress, and support hepatic regeneration. Owing to these properties, MSC-derived exosomes stand out as a novel, cell-free, safer, and highly translatable regenerative therapeutic approach for ALI.

The aim of this study was to investigate the therapeutic effects of exosomes isolated from curcumin-preconditioned human Wharton's jelly-derived MSCs (Cur-Exo) in an in vitro thioacetamide (TAA)-induced ALI model using the widely employed HepG2 cell line, and to compare these effects with exosomes derived from non-preconditioned MSCs (Naive-Exo).

Isolated human Wharton's jelly-derived MSCs (hWJ-MSCs) and their exosomes were characterized according to the minimal criteria of ISSCR and MISEV, along with an extensive characterization panel. An in vitro ALI model was established in HepG2 cells using TAA at concentrations determined by prior MTT assays and was characterized using DCFDA and Annexin V/PI analyses. The optimal curcumin priming dose was also

determined based on the highest proliferation and viability observed in MTT assays. Exosome doses, previously optimized via MTT, were applied to the respective groups: control, TAA-induced, TAA+Naive-Exo, and TAA+Cur-Exo. Subsequently, intracellular ROS levels and apoptosis rates in HepG2 cells were evaluated using DCFDA and Annexin V/PI analyses, respectively.

Compared to the control group, the TAA-induced group showed a significant increase in oxidative stress, apoptosis, cellular damage, and extracellular matrix alterations ($p<0.05$). In contrast, both Cur-Exo and Naive-Exo treatment groups demonstrated a significant reduction in oxidative stress, apoptosis, and cellular damage compared to the TAA-induced group ($p<0.05$).

In conclusion, MSC-derived exosomes may limit hepatocellular damage by reducing oxidative stress, apoptosis, and inflammation, highlighting their potential as candidates for cell-free therapeutic approaches. Moreover, curcumin preconditioning appears to be a promising strategy to enhance the therapeutic efficacy of exosomes and warrants further investigation.

This Master's thesis was supported by the Çukurova University Scientific Research Projects Coordination Unit under project number TYL-2025-17267 and by the TÜBİTAK 1002-A Rapid Support Program under project number 225S961.

Keywords: Acute liver injury, Mesenchymal stem cell, Exosome, Curcumin

SESSİZ KONUŞMA BEYİN BİLGİSAYAR ARAYÜZÜ KULLANARAK BELİRLENMİŞ RUTİN HAREKETLERİN SESLENDİRİLMESİ İÇİN YENİLİKÇİ BİR ALT YAPI TASARIMI**Gamze TÜRKİYILMAZ BENLİOĞLU/ Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Bilal AYGÜN2****1 Karabük Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği, bme.gamzeturkiyilmaz@gmail.com, 0009-0007-6033-0318****2 Karabük Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği, abilalaygun@karabuk.edu.tr, 0000-0002-0162-441****Özet**

Sessiz konuşma beyin bilgisayar arayüzü (SK-BBA) teknolojisinin temel uygulama hedefi, konuşma yetisini kaybetmiş hasta popülasyonlarına yeni iletişim olanakları sağlamaktır. Amyotrofik lateral skleroz (ALS), inme, kilitli sendromu ve çeşitli konuşma bozukluklarından etkilenen hastalar, bu teknolojiye faydalanabilecek ana grupları oluşturmaktadır. ALS hastalarında gerçekleştirilen klinik çalışmalar, teknolojinin gerçek yaşamda uygulanabilirliğini göstermiştir. Klinik uygulamaların yanı sıra, teknoloji günlük kullanım için geliştirilmektedir. Potansiyel uygulama alanları arasında sessiz ortamlarda iletişim, eller serbest bilgisayar kullanımı, sanal/artırılmış gerçeklik kontrolü ve insan-bilgisayar etkileşiminin geliştirilmesi yer almaktadır. Bu proje ile de, Amyotrofik lateral skleroz (ALS), inme, kilitli sendromu ve çeşitli konuşma bozukluklarından etkilenen hastaların günlük yaşam ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmış 10 sınıflı bir sessiz konuşma BCI sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Tanımlanan 10 adet günlük hareket isteği komutu şunlardır: (1) Uyumak istiyorum, (2) Tuvalet gitmek istiyorum, (3) Yemek yemek istiyorum, (4) Su içmek istiyorum, (5) Banyo yapmak istiyorum, (6) Üşüdüm ısınmak istiyorum, (7) Televizyon izlemek istiyorum, (8) Hastaneye gitmek istiyorum, (9) Temizlenmek istiyorum, (10) Egzersiz-Masaj yapmak istiyorum. Bu komutlar, hastalarının bakım sürecinde en sık ihtiyaç duydukları temel aktiviteleri kapsamaktadır. Bu her bir komutu offline sunarken arka planda işitilebilecek frekansta, komutlarla ilişkili olacak gürültüler eklenmiştir. Komutlarla ilişkili olacak gürültüler şunlardır: (1) Horlama sesi, (2) Sifon sesi, (3) Karın guruldama sesi, (4) Bardağa su doldurma sesi, (5) Fıskiye sesi, (6) Soba yanma sesi, (7) Televizyon açılma sesi, (8) Ambulans sesi, (9) Diş fırçalama sesi, (10) Yoga müziği. Bu şekilde; on günlük hareket komutunu düşünen hastalardan EEG sinyalleri alınarak düşünce-sinyal tahmini yapılarak arayüz oluşturulmuştur. SK-BBA tasarımı uyarı sunumu C# ile yazılmış, Brain Products Vamp 16 kanal EEG cihazına ve yazılımına entegre edilmiş, biyomedikal sinyal işleme ve sınıflandırma kısmı ise MATLAB ortamında kodlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sessiz konuşma beyin bilgisayar arayüzü, elektroensefalografi, biyomedikal sinyal işleme

INNOVATIVE INFRASTRUCTURE DESIGN FOR VOICE-ENCODING OF DEFINED ROUTINE MOVEMENTS USING BRAIN-COMPUTER INTERFACE IN SILENT SPEECH**Gamze TÜRKİYILMAZ BENLİOĞLU¹/ Dr. Assoc. Prof. Abdullah Bilal AYGÜN²****1 Karabük University, Biomedical Engineering, bme.gamzeturkiyilmaz@gmail.com, 0009-0007-6033-0318****2 Karabük University, Biomedical Engineering, abilalaygun@karabuk.edu.tr, 0000-0002-0162-441****Abstract**

The primary goal of silent speech brain-computer interface (SK-BCI) technology is to provide new communication opportunities for patient populations who have lost their ability to speak. Patients affected by amyotrophic lateral sclerosis (ALS), stroke, locked-in syndrome, and various speech disorders constitute the main groups that can benefit from this technology. Clinical studies conducted in ALS patients have demonstrated the technology's applicability in real-world settings. In addition to clinical applications, the technology is also being developed for daily use. Potential application areas include communication in quiet environments, hands-free computer use, control of virtual/augmented reality, and improved human-computer interaction. This project aims to develop a 10-class silent speech BCI system designed to meet the daily living needs of patients affected by amyotrophic lateral sclerosis (ALS), stroke, locked-in syndrome, and various speech disorders. The 10 daily activity request commands defined are: (1) I want to sleep, (2) I want to go to the toilet, (3) I want to eat, (4) I want to drink water, (5) I want to take a bath, (6) I am cold, I want to warm up, (7) I want to watch television, (8) I want to go to the hospital, (9) I want to clean myself, (10) I want to exercise/massage. These commands cover the basic activities that patients most frequently need during their care. When presenting each of these commands offline, background noise associated with the commands has been added at a frequency audible to the listener. The noises associated with the commands are: (1) Snoring sound, (2) Toilet flushing sound, (3) Stomach rumbling sound, (4) Water filling sound, (5) Sprinkler sound, (6) Stove burning sound, (7) Television turning on sound, (8) Ambulance sound, (9) Toothbrushing sound, (10) Yoga music. In this way, an interface was created by estimating thought-signal dynamics from patients contemplating a ten-day movement command using EEG signals. In the SK-BBA design, the stimulus presentation was implemented in C#, integrated with the Brain Products Vamp 16-channel EEG device and software, and the biomedical signal processing and classification were coded in MATLAB.

Keywords: Silent speech brain-computer interface, electroencephalography, biomedical signal processing

GİRİŞ

Sessiz konuşma beyin-bilgisayar arayüzleri (BCI'ler), motor korteksin konuşmayla ilgili nöral aktivitesini kaydetmek ve bu sinyalleri sesli telaffuz olmadan kelimelere, cümlelere veya komutlara dönüştürmek için tasarlanmış nöroprotez sistemlerdir[1], [2], [3]. Geleneksel motor imgeleme BCI'lerinden farklı olarak, bu teknoloji doğal dil üretimi süreçlerine benzer daha sezgisel ve kullanıcı dostu bir iletişim arayüzü sunar [4], [5]. Sessiz konuşma BCI teknolojisinin özünde, artikülasyon hareketlerini planlarken konuşma motor korteksi tarafından üretilen belirli nöral kalıpların tespiti ve sınıflandırılması yer alır [3], [6]. Bu süreç, Broca alanı ve ilişkili motor korteks bölgelerinden kaydedilen elektriksel aktivitenin analizini içerir [2], [6]. Sessiz konuşma BBA teknolojisinin birincil uygulama hedefi, konuşma yeteneğini kaybetmiş hasta popülasyonlarına yeni iletişim yetenekleri sağlamaktır. Amyotrofik lateral skleroz (ALS), inme, kilitlenme sendromu ve çeşitli konuşma bozukluklarından etkilenen hastalar, bu teknolojiden faydalanabilecek ana grupları oluşturmaktadır [7], [8], [9], [10]. ALS hastalarında yapılan klinik çalışmalar, teknolojinin gerçek hayattaki uygulanabilirliğini göstermiştir [11]. Willett ve ark. tarafından 2023 yılında yayınlanan bir çalışmada, çift görevli (anlama ve konuşma) bir BCI sistemi, dört uzvu felçli bir hastada başarıyla test edilmiştir. Benzer şekilde, Anumanchipalli ve ark. tarafından geliştirilen invaziv konuşma sentezi sistemi, felçli hastalarda %90 doğrulukla gerçek zamanlı konuşma üretimi sağlamıştır [3]. Klinik uygulamalara ek olarak, teknoloji günlük kullanım için de geliştirilmektedir. Potansiyel uygulamalar arasında sessiz ortamlarda iletişim, eller serbest bilgisayar kullanımı, sanal/artırılmış gerçekliğin kontrolü ve insan-bilgisayar etkileşiminin geliştirilmesi yer almaktadır [12], [13].

Bu proje, Amyotrofik lateral skleroz (ALS), inme, kilitli sendromu ve çeşitli konuşma bozukluklarından etkilenen hastaların günlük yaşam ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmış 10 sınıflı bir sessiz konuşma BCI sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Tanımlanan 10 günlük hareket isteği komutu şunlardır: (1) Uyumak istiyorum, (2) Tuvalet gitmek istiyorum, (3) Yemek yemek istiyorum, (4) Su içmek istiyorum, (5) Banyo yapmak istiyorum, (6) Üşüdüm ısınmak istiyorum, (7) Televizyon izlemek istiyorum, (8) Hastaneye gitmek istiyorum, (9) Temizlenmek istiyorum, (10) Egzersiz-Masaj yapmak istiyorum. Bu komutlar, hastalarının bakım sürecinde en sık ihtiyaç duydukları temel aktiviteleri kapsamaktadır. Bu her bir komutu offline sunarken arka planda işitilecek frekansta, komutlarla ilişkili olacak gürültüler eklenecektir. Komutlarla ilişkili olacak gürültüler şunlardır: (1) Horlama sesi, (2) Sifon sesi, (3) Karın guruldama sesi, (4) Bardağa su doldurma sesi, (5) Fıskiye sesi, (6) Soba yanma sesi, (7) Televizyon açılma sesi, (8) Ambulans sesi, (9) Diş fırçalama sesi, (10) Yoga müziği. Bu şekilde; on günlük hareket komutunu düşünen hastalardan EEG sinyalleri alınarak düşünce-sinyal tahmini yapılarak arayüz oluşturulacaktır.

Tablo 1. Günlük Hareket İsteği Komutları ve Özellikleri

No	Komut	Kategori	Aciliyet Düzeyi	Kullanım Sıklığı	İlişkili Gürültüler
1	Uyuma	Temel İhtiyaç	Orta	Günde 2-3	Horlama Sesi
2	Tuvalet	Temel İhtiyaç	Yüksek	Günde 5-8	Sifon Sesi
3	Yemek Yeme	Beslenme	Yüksek	Günde 3-5	Karın Guruldama Sesi
4	Su İçme	Beslenme	Yüksek	Günde 8-12	Bardağa Su Doldurma Sesi
5	Banyo Yapma	Kişisel Bakım	Düşük	Günde 1	Fıskiye Sesi
6	Üşüme-Isınma	Konfor	Orta	Günde 2-4	Soba Yanma Sesi
7	TV İzleme	Sosyal/Eğlence	Düşük	Günde 1-3	Televizyon Açılma Sesi
8	Hastaneye Gitme	Sağlık	Kritik	Acil durum	Ambulans Sesi
9	Temizlik	Kişisel Bakım	Orta	Günde 2-3	Diş Fırçalama Sesi
10	Egzersiz-Masaj	Fiziksel Terapi	Orta	Günde 2-4	Yoga Müziği

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Beyin-Bilgisayar Arayüzü (BBA), kullanıcı ile bilgisayar sistemi arasında bir köprü görevi görerek, klavye ve fare gibi geleneksel giriş cihazlarını kullanamayan bireylerin yalnızca beyin sinyalleri aracılığıyla bilgisayarlarla ve bilgisayar tabanlı sistemlerle etkileşim kurmasını sağlar. ALS (amyotrofik lateral skleroz) ve inme gibi gönüllü kas kontrolünü kalıcı olarak bozan rahatsızlıkları olan bireylerin temel ihtiyaçlarını (hareketlilik ve sosyal iletişim dahil) karşılamaya yönelik önemli araştırma çabaları sessiz konuşma özelinde bile gösterilmiştir. Bu yaklaşımın pratik değeri, ALS hastası olan ve çizgili kas fonksiyonuna hiç ihtiyaç duymadan, yalnızca doğrudan beyin sinyali alımı yoluyla iletişim kurabilen Lou Gehrig örneğinde olduğu gibi gösterilmiştir. Blok diyagramında (Şekil 1) gösterildiği gibi, bir BCI sistemi dört aşamalı ardışık bir işlem hattı üzerinden çalışır. İlk aşamada, Beyin Kaydı'nda, sinir sinyalleri kullanıcıdan (çoğunlukla EEG, ECoG veya f-MRI yoluyla) alınır ve bilgisayara iletmek üzere dijitalleştirilir. Bu ham sinyaller daha sonra Sinyal İşleme aşamasına girer; burada gürültü azaltma, yapay bozulma giderme ve filtreleme uygulanarak ilgili sinirsel bileşenler izole edilir. İşlenmiş sinyaller daha sonra Özellik Çıkarma işlemine tabi tutulur; bu işlemde işlenmiş verilerden matematiksel olarak anlamlı temsiller elde edilir. Son olarak, Sınıflandırma-Kontrol aşamasında, makine öğrenme algoritmaları (örneğin, SVM, LDA, ANN, CNN) çıkarılan özellikleri ayrı komutlara eşler ve sistemin kullanıcının amaçladığı eylemi gerçekleştirmesini sağlar; bu, karakter sınıflandırması, kelime tespiti veya cihaz kontrolü olabilir. Bu mimari sayesinde, felçli bir hasta protez uzuvunu hareket ettirme, başkalarıyla yalnızca söylemek istediğini düşünerek iletişim kurma veya alan olgunlaştıkça daha geniş bir yelpazedeki günlük işlevleri bağımsız olarak yerine getirme yeteneğini yeniden kazanabilir.



Şekil 1. Beyin bilgisayar arayüzü blok diyagramı

2. YÖNTEM

2.1. Sistem Genel Bakışı

Önerilen sessiz konuşma BCI (SS-BCI) sistemi üç ana bileşenden oluşmaktadır: (i) bir EEG sinyal alma cihazı, (ii) C# dilinde geliştirilmiş çok modlu bir uyarın sunum yazılımı ve (iii) çevrimdışı bir EEG veri kayıt ortamı. Deney sırasında katılımcılara ekranda yazılı bir günlük yaşam komutu ve ekolojik olarak ilişkili bir işitsel uyarın eş zamanlı olarak sunulmaktadır. Bu çift modlu (görsel + işitsel) tasarım, zihinsel imgelemeyi

güçlendirmeyi ve ortaya çıkan EEG sinyallerinin sınıflar arası ayırt edilebilirliğini iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

2.2. EEG Kayıt Donanımı

EEG sinyalleri, Şekil 2’de görüldüğü üzere Brain Products V-Amp 16 kanallı amplifikatör (Brain Products GmbH, Münih, Almanya) kullanılarak kaydedilmiştir. Sistem özellikleri şu şekildedir: 16 EEG kanalı artı bir referans ve bir toprak elektrotu, 2000 Hz örnekleme hızı, 24 bit çözünürlük ve yazılım kontrollü giriş empedansı izleme. Tüm elektrotlar, DIN 42802 uyumlu dokunmaya dayanıklı konektörler aracılığıyla bağlanmıştır. Kayıtlar, katılımcılar oturur ve hareketsiz kalırken, loş ışıklı, akustik olarak yalıtılmış bir odada gerçekleştirildi. Kayıt yazılımı olarak BrainVision Recorder (Brain Products GmbH) kullanıldı ve uyaran sunum yazılımı ile kaydedici arasındaki iletişim, localhost port 6700 üzerinden TCP/IP soketi aracılığıyla Brain Products Uzaktan Kontrol Sunucusu (RCS) protokolü üzerinden kuruldu.



Şekil 2. Brain Products Vamp 16 kanallı EEG cihazı ve aksesuarları.

2.3. Uyaran Seti ve Sınıf Tanımları

Yatağa bağımlı hastaların, özellikle amiyotrofik lateral skleroz (ALS), kilitlenme sendromu, inme veya konuşma motor bozuklukları tanısı konmuş hastaların birincil bakım ihtiyaçlarına dayanarak on günlük yaşam aktivitesi komutu seçildi. Her komut, hayali konuşma görevi sırasında zihinsel imgeleri güçlendirmek için anlamsal olarak ilişkili ekolojik bir sesle eşleştirildi. Tablo 1, ilgili tetikleme kodları, ekrandaki komut metinleri ve işitsel uyaranlarıyla birlikte on sınıfın tamamını listelemektedir.

2.4. Uyarıcı Sunum Yazılımı

Uyarıcı sunum yazılımı, Microsoft Visual Studio 2022'de C# ve Windows Forms çerçevesi kullanılarak geliştirilmiştir. Yazılım, Brain Products RCS TCP/IP arayüzü (localhost:6700) aracılığıyla BrainVision Recorder ile iletişim kurar. Her denemenin başlangıcında, ilgili tetikleme kodu "SetstimulusCode n\r\n" komut dizisi aracılığıyla RCS'ye iletilir ve kaydedici bunu EEG veri akışına zaman kilitli bir işaretleyici olarak hemen yerleştirir. Yazılımın ana işlevsel bileşenleri şunlardır:

EEG bağlantı yönetimi: Oturum başlamadan önce, araştırmacı tek bir düğmeye basarak RCS bağlantısını kurar. Deney başlatma düğmesi yalnızca başarılı bir bağlantıdan sonra etkinleştirilir ve kazara tetikleme olmadan kayıt yapılmasını önler.

EEG'siz test modu: Özel bir "EEG Olmadan Çalıştır" düğmesi, araştırmacının tetikleme iletimi devre dışı bırakılarak tüm uyarıcı dizisini çalıştırmasına olanak tanır. Bu mod, EEG cihazına erişim gerektirmeden protokol doğrulaması ve ses dosyası doğrulaması için tasarlanmıştır.

Oturum akışı kontrolü: Yazılım üç oturum kontrol düğmesi sunar: Başlat, Duraklat / Devam Et ve Durdur. Duraklat düğmesine basıldığında, uyarın döngüsü durdurulur, işitsel oynatma kesilir ve ekran temizlenir; Devam Et düğmesine basıldığında oturum, kesintinin tam noktasından devam eder. Bu mekanizma, eşzamansız Task.Delay çağrılarında 50 ms yoklama çözünürlüğüne sahip bir SemaphoreSlim kapısı kullanılarak uygulanmıştır ve duraklatma-devam etme döngülerinde hiçbir denemenin atlanmamasını veya tekrarlanmamasını sağlar.

Gerçek zamanlı ilerleme izleme: Üst panel, tamamlanan ve kalan deneme sayısını, her denemeden sonra güncellenen sürekli bir ilerleme çubuğuyla birlikte görüntüler.

Rastgele deneme sıralaması: Deneme dizisi, her oturumun başında Fisher-Yates karıştırma algoritması kullanılarak rastgele hale getirilir ve her sınıfın tam olarak 30 kez görünmesi sağlanırken, sıralamayla ilgili alışkanlık etkileri ortadan kaldırılır.

2.5. Deneyel Protokol

Deney çevrimdışı bir paradigmaya göre yürütüldü. Her oturum, Fisher-Yates rastgele sunum sırasına sahip 300 denemeden (10 sınıf $\times$ 30 tekrar) oluştu. Tek bir denemenin zamansal yapısı şu şekilde tanımlandı:

Uyarın penceresi (0–2 s): Komut metni, siyah bir ekranın ortasında büyük beyaz harflerle görüldü; ilgili ses dosyası eş zamanlı olarak çalındı; ve tetikleme kodu $t = 0$ 'da EEG kaydediciye gönderildi.

Uyarınlar arası aralık – ISI (2–4 s): Ekran temizlendi, ses çalma durduruldu ve bir sonraki denemeden önce bilişsel iyileşmeye izin vermek için sessiz bir dinlenme süresi sağlandı.

Bu nedenle her deneme toplamda 4 saniye sürdü. 300 deneme ile, oturumun başında sunulan 3 saniyelik hazırlık geri sayımı hariç, toplam oturum süresi yaklaşık 20 dakikaydı. Katılımcılara, uyarın penceresi boyunca herhangi bir açık ses veya hareket üretmeden, görüntülenen komutu sessizce hayal etmeleri talimatı verildi.

2.6. Tetikleme Kodlaması ve EEG Senkronizasyonu

Her uyarın sınıfına 1 ile 10 arasında değişen benzersiz bir tamsayı tetikleme kodu atandı (Tablo 1). Uyarın penceresinin başlangıcında, "SetstimulusCode n\r\n" komutu TCP soketi üzerinden RCS'ye iletilir ve bu da kodu BrainVision Recorder'ın EEG veri dosyasına bir işaretleyici olarak hemen kaydetti. Tetikleme iletimi ve görsel/işitsel uyarın başlangıcı, aynı iş parçası içinde ardışık olarak yürütüldü ve işaretleyici ile gerçek uyarın sunumu arasındaki zamansal titreşim tek bir döngü yinelenmesi içinde (< 50 ms) tutuldu. Her ses kaydı, tanımlanan uyarın penceresiyle eşleşen tam olarak 2 saniyelik bir süreye sahipti. Çevrimdışı analizde, özellik çıkarımı ve sınıflandırma için her işaretleyiciye göre $t = 0$ ile $t = 2$ s arasındaki EEG dönemleri çıkarılacaktır.

2.7. Yazılım Geliştirme Ortamı

Uyarıcı sunum yazılımını aşağıdaki teknik yığın üzerinde geliştirilmiş ve doğrulanmıştır:

İşletim sistemi: Microsoft Windows 10/11 (64-bit)

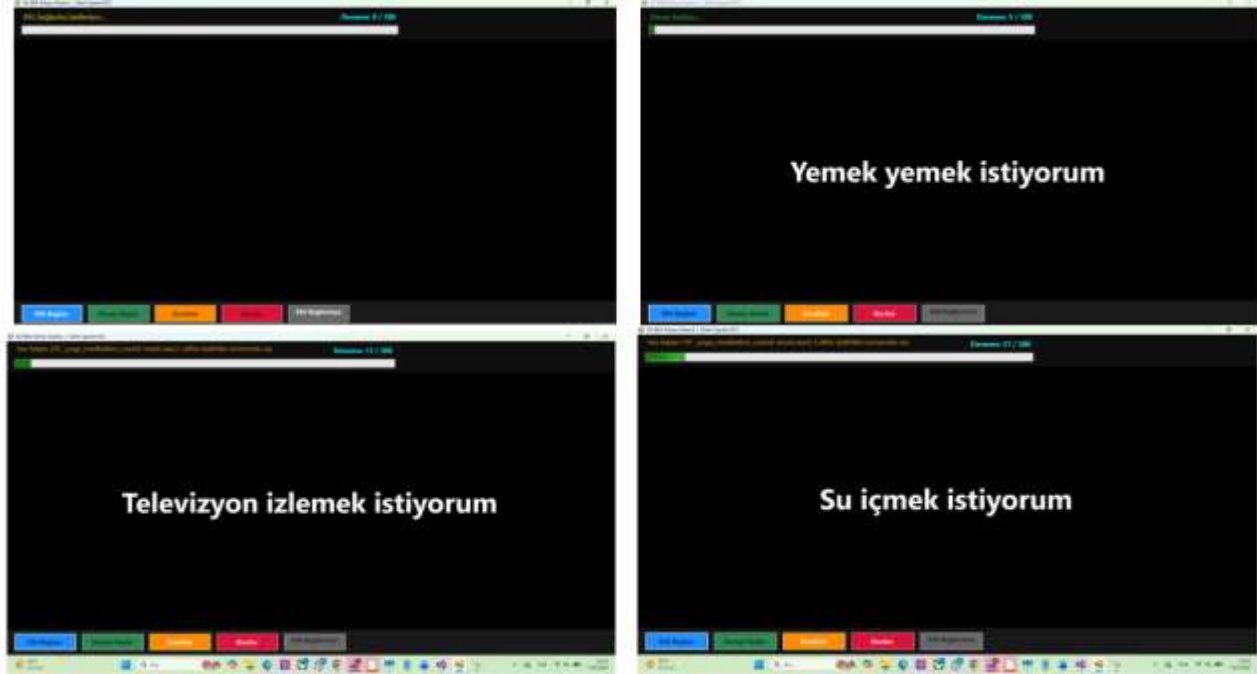
IDE: Microsoft Visual Studio 2022

Dil / çerçeve: C# / .NET Framework 4.8 – Windows Forms

Ses oynatma: System.Media.SoundPlayer (WAV formatı, eşzamansız oynatma)

Ağ iletişimi: System.Net.Sockets.TcpClient (Brain Products RCS, Port 6700)

Eşzamanlılık: System.Threading.SemaphoreSlim ve async/await deseni (duraklatma-devam ettirme mekanizması)



Şekil 3. Tasarlanan arayüzün bazı görüntüleri.

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, başta ALS ve kilitlenme sendromu olmak üzere çeşitli motor nörolojik bozuklukları olan hastaların günlük yaşam ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlayan 10 sınıflı sessiz konuşma EEG sistemi için çok modlu (görsel + işitsel) bir uyarıcı sunum protokolü ve entegre yazılım tasarlanmıştır. Amaç, her komutu anlamsal olarak ilgili çevresel ses uyarısıyla eşleştirilerek katılımcıların zihinsel imgelerini ve motor hayal güçlerini desteklemektir. Geliştirilen yazılım, Brain Products V-Amp 16 kanallı EEG sistemi ile RCS protokolü aracılığıyla tamamen otomatik ve milisaniye düzeyinde hassas tetikleme senkronizasyonu sağlar. Duraklatma/devam ettirme mekanizması, klinik ortamda beklenmedik kesintilerin ele alınmasına olanak tanırken, EEG bağlantısız test modu araştırma sürecinin esnekliğini artırır. 300 deneme ve 10 farklı sınıftan oluşan dengeli bir veri seti, çevrimdışı makine öğrenimi tabanlı EEG sınıflandırması için uygun bir yapı sağlar. Gelecekteki çalışmalar, bu protokol aracılığıyla elde edilen EEG verilerini kullanacaktır; Ortak mekansal örüntülerin (CSP), derin öğrenme mimarileri (EEGNet, ShallowConvNet) ve zaman-frekans analiz yöntemleri kullanılarak işlenmesi ve çevrimiçi bir SK-BBA sistemine entegre edilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Zmura, M. D., Deng, S., Lappas, T., Thorpe, S., & Srinivasan, R. (2009). Toward EEG sensing of imagined speech. *Lecture Notes in Computer Science*, 5610.
- [2] Kellis, S., Miller, K., Thomson, K., Brown, R., House, P., & Greger, B. (2010). Decoding spoken words using local field potentials recorded from the cortical surface. *Journal of Neural Engineering*, 7(5). <https://doi.org/10.1088/1741-2560/7/5/056007>
- [3] Anumanchipalli, G. K., Chartier, J., & Chang, E. F. (2019). Speech synthesis from neural decoding of spoken sentences. *Nature*, 568(7753), 493–498. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1119-1>
- [4] Pei, X., Hill, J., & Schalk, G. (2012). Silent communication: Toward using brain signals. *IEEE Pulse*, 3(1), 43–46. <https://doi.org/10.1109/MPUL.2011.2175637>
- [5] Cooney, C., Folli, R., & Coyle, D. (2018). Neurolinguistics research advancing development of a direct-speech brain-computer interface. *iScience*, 8, 103–125. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2018.09.016>
- [6] Martin, S., et al. (2014). Decoding spectrotemporal features of overt and covert speech from the human cortex. *Frontiers in Neuroengineering*, 7, 14. <https://doi.org/10.3389/fneng.2014.00014>
- [7] Stavisky, S. D., et al. (2019). Neural ensemble dynamics in dorsal motor cortex during speech in people with paralysis. *eLife*, 8, e46015. <https://doi.org/10.7554/eLife.46015>
- [8] Willett, F. R., Avansino, D. T., Hochberg, L. R., Henderson, J. M., & Shenoy, K. V. (2021). High-performance brain-to-text communication via handwriting. *Nature*, 593(7858), 249–254. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03506-2>
- [9] Wandelt, S. K., et al. (2022). Decoding grasp and speech signals from the cortical grasp circuit in a tetraplegic human. *Neuron*, 110(11), 1777–1787.e3. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2022.03.009>
- [10] Willett, F. R., et al. (2023). A high-performance speech neuroprosthesis. *Nature*, 620(7976), 1031–1036. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06377-x>
- [11] Ramoser, H., Müller-Gerking, J., & Pfurtscheller, G. (2000). Optimal spatial filtering of single trial EEG during imagined hand movement. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 8(4), 441–446.
- [12] Kapur, A., Kapur, S., & Maes, P. (2018). AlterEgo: A personalized wearable silent speech interface. *Proceedings of the 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '18)*, 43–53. <https://doi.org/10.1145/3172944.3172977>
- [13] IEEE. (2018). *2018 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing: Proceedings*. IEEE.

**CRISPR YOLUYLA IL-10 UP-REGÜLE EDİLEN MEZENKİMAL KÖK HÜCRELERİN
İMMUNOSUPRESİF KAPASİTESİ**

Onur SÜNNETÇİ^{1,2} / Nadiye BONCUKÇU^{1,2} / Didem AKINCILAR^{1,2} / Dilay KARACAOĞLU^{1,2} / Prof. Dr. Hüseyin AVCI^{1,2,3} / Öğr. Gör. Tayfun ŞENGEL^{1,2} / Uzm. Merve Nur SOYKAN^{1,2} / Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL^{1,2} / Nuray VAROL KAYAPUNAR^{2,5} / Gizem YILDIRIM^{2,4} / Dr. Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ^{1,2} / Prof. Dr. Ayla EKER SARIBOYACI^{1,2}

onursunnetci1@gmail.com, 0009-0008-4161-7214 / nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257 / didemakincilarr@gmail.com, 0009-0009-2840-1205 / dilaykrcglu@gmail.com, 0009-0007-9960-6270 / havciesogu@gmail.com, 0000-0002-2475-1963 / tayfun.sengel@gmail.com, 0000-0002-1162-6979 / mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791 / ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607 / 612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X / gzm.v159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X / gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0846-1170 / aylaekersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859

1 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kök Hücre AD, Eskişehir, Türkiye

2 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma

Merkezi, ESTEM, Eskişehir, Türkiye

3 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

4 Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji AD, Adana, Türkiye

5 Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

Özet

İmmün sistem hastalıkları, hastaların yaşam kalitesini önemli ölçüde azaltan ve sağlık harcamaları üzerinde yüksek yük oluşturan önemli hastalık gruplarındandır. Mezenkimal kök hücreler (MKH), inflamasyona yanıt olarak immün düzenleyici moleküller salgılayarak bağışıklık yanıtının kontrolünde görev alır. Ancak MKH temelli tedavilerin otoimmün hastalıklarda yaygınlaşabilmesi için etkinlik ve maliyet başta olmak üzere bazı sınırlılıkların aşılması gerekmektedir. MKH'lerden salgılanan anti-inflamatuvar moleküllerden IL-10, immün hücreler üzerindeki baskılayıcı etkisi, alternatif makrofaj aktivasyonunu desteklemesi ve T hücre regülasyonundaki rolü nedeniyle dikkat çekici bir adaydır. Bu nedenle IL-10 ekspresyonu artırılmış MKH'ler, hücresel tedavi etkinliğini güçlendirmek açısından rasyonel bir yaklaşım sunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, insan Wharton jeli kaynaklı MKH'lerde (iWJ-MKH) IL-10 gen ekspresyonunun CRISPR/Cas9 tabanlı CRISPR aktivasyon (CRISPRa) sistemi ile artırılması sonucunda elde edilen IL-10⁺ iWJ-MKH hattının, T hücre yanıtı üzerindeki immünosupresif etkisinin araştırılmasıdır.

Bu amaçla iWJ-MKH'ler, IL-10 promotör bölgesini hedefleyen CRISPRa sistemi ile transfekte edildi. IL-10 ekspresyonu akış sitometrisi ile protein düzeyinde doğrulandı. İn vitro insan immün sistemi modellemesi için sağlıklı gönüllülerden alınan periferik kandan negatif immünoseleksiyon yöntemiyle T hücreleri izole edildi ve CD3, CD4, CD8 belirteçleri ile saflığı değerlendirildi. İzole edilen T hücreleri fitohemaglutinin-M (PHA-M) ile uyarıldı; aktivasyon durumu CD4, CD8, CD69 ve CD62L belirteçleriyle doğrulandı. Ardından uyarılmış T hücreleri ile IL-10⁺ iWJ-MKH'ler, hücre-hücre temasının olmadığı indirekt ko-kültür sisteminde kültüre edildi. Ko-kültür sonrası T hücrelerinde Treg farklılaşması (CD4⁺/CD25⁺/Foxp3⁺), CD3⁺CD8⁺ T hücre popülasyonu ve apoptoz düzeyi (Annexin V/PI) akış sitometrisi ile analiz edildi.

Transfekte edilmemiş iWJ-MKH grubuna kıyasla, IL-10⁺ iWJ-MKH grubunda CD3⁺CD8⁺ T hücre popülasyonunda azalma, Treg farklılaşmasında ve apoptoz oranında artış saptandı. Bu bulgular, IL-10 ekspresyonu artırılmış iWJ-MKH'lerin T hücre yanıtını baskılayarak immünomodülatör kapasiteyi güçlendirdiğini göstermektedir. IL-10⁺ iWJ-MKH'ler, hücre temelli immünoterapi yaklaşımlarında alternatif bir biyoteknolojik tedavi adayı olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (ESOGÜ-BAP-TYL-2025-3428).

Anahtar Kelimeler: IL-10, Mezenkimal Kök Hücre, Immünosupresyon, T Hücresi

**IMMUNOSUPPRESSIVE CAPACITY OF CRISPR-MEDIATED IL-10 UPREGULATED
MESENCHYMAL STEM CELLS**

Onur SÜNNETÇİ^{1,2} / Nadiye BONCUKÇU^{1,2} / Didem AKINCILAR^{1,2} / Dilay KARACAOĞLU^{1,2} / Prof. Dr. Hüseyin AVCI^{1,2,3} / Öğr. Gör. Tayfun ŞENGEL^{1,2} / Uzm. Merve Nur SOYKAN^{1,2} / Dr. Öğr. Üyesi Onur UYSAL^{1,2} / Nuray VAROL KAYAPUNAR^{2,5} / Gizem YILDIRIM^{2,4} / Dr. Öğr. Üyesi Sibel GÜNEŞ

BAĞIŞ^{1,2} / Prof. Dr. Ayla EKER SARIBOYACI^{1,2}

onursunnetci@gmail.com, 0009-0008-4161-7214 / nadyaboncukcu88@gmail.com, 0009-0002-5394-6257

didemakincilarr@gmail.com, 0009-0009-2840-1205 / dilaykrcglu@gmail.com, 0009-0007-9960-6270 /

havciesogu@gmail.com, 0000-0002-2475-1963 / tayfun.sengel@gmail.com, 0000-0002-1162-6979 /

mervesykn@gmail.com, 0000-0003-1231-9791 / ouysal1971@gmail.com, 0000-0001-6800-5607 /

612049001@ogr.uludag.edu.tr, 0000-0002-1062-332X / gzm.y159@gmail.com, 0009-0004-8060-680X /

gunesibel@gmail.com, 0000-0003-0846-1170 / aylaekersariboyaci@yahoo.com, 0000-0003-4536-9859

1 Eskişehir Osmangazi University, Graduate School of Health Sciences, Department of Stem Cells, Eskişehir, Turkey

2 Eskişehir Osmangazi University, Center for Cellular Therapy and Stem Cell Production, Application and Research (ESTEM), Eskişehir, Turkey

3 Department of Metallurgical and Materials Engineering, Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Turkey.

4 Cukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Biotechnology, Adana, Turkey

5 Uludag University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, Bursa, Turkey

Abstract

Immune system diseases are an important group of disorders that markedly reduce patients' quality of life and impose a substantial burden on healthcare expenditures. Mesenchymal stem cells (MSCs) contribute to the regulation of immune responses by secreting immunomodulatory molecules in response to inflammation. However, several limitations, particularly those related to therapeutic efficacy and cost, must be overcome for MSC-based therapies to become widely applicable in autoimmune diseases. Among the anti-inflammatory molecules secreted by MSCs, interleukin-10 (IL-10) is a particularly promising candidate due to its potent suppressive effects on immune cells, its ability to promote alternative macrophage activation, and its role in T-cell regulation. Therefore, IL-10-overexpressing MSCs may represent a rational strategy to enhance the efficacy of cellular therapy.

The aim of this study was to investigate the immunosuppressive effects of an IL-10⁺ human Wharton's jelly-derived MSC (hWJ-MSC) line generated by increasing IL-10 gene expression using a CRISPR/Cas9-based CRISPR activation (CRISPRa) system.

For this purpose, hWJ-MSCs were transfected with a CRISPRa system targeting the IL-10 promoter region. IL-10 expression was confirmed at the protein level by flow cytometry. For in vitro human immune system modelling, T cells were isolated from peripheral blood samples obtained from healthy volunteers using negative immunoselection, and their purity was assessed by flow cytometric analysis of CD3, CD4, and CD8 markers. The isolated T cells were stimulated with phytohemagglutinin-M (PHA-M), and their activation status was confirmed using CD4, CD8, CD69, and CD62L markers. Subsequently, activated T cells and IL-10⁺ hWJ-MSCs were cultured in an indirect co-culture system without cell-cell contact. After co-culture, regulatory T-cell differentiation (CD4⁺/CD25⁺/Foxp3⁺), the CD3⁺CD8⁺ T-cell population, and apoptosis levels (Annexin V/PI) were analyzed by flow cytometry.

Compared with the non-transfected hWJ-MSC group, the IL-10⁺ hWJ-MSC group showed a decrease in the CD3⁺CD8⁺ T-cell population and an increase in regulatory T-cell differentiation and apoptosis. These findings indicate that IL-10-enhanced hWJ-MSCs strengthen immunomodulatory capacity by suppressing T-cell responses. IL-10⁺ hWJ-MSCs may therefore be considered an alternative biotechnological therapeutic candidate for cell-based immunotherapy approaches.

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Eskişehir Osmangazi University (ESOGÜ-BAP-TYL-2025-3428).

GÖMÜLÜ SİSTEMLERDE FP16 OPTİMİZASYONU İLE YOLOv8n PERFORMANS ANALİZİ**Özkan Şükrü ÖZKAN 1/ İlker Ali ÖZKAN 2****1 Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği, Konya, Türkiye,
238273001003@ogr.selcuk.edu.tr, ORCID 0009-0006-1345-0539****2 Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye,
ilkerozkan@selcuk.edu.tr, ORCID 0000-0002-5715-1040****Özet**

Son yıllarda internetin yaygınlaşması, veri miktarındaki devasa artış, veriye erişimin kolaylaşması ve donanım teknolojileriyle paralel gelişen algoritmalar, yapay zekâ alanında büyük bir sıçrama yaratmıştır. Modellerin hızla büyümesi, donanım kapasitelerinin bu gelişimi karşılamakta zorlanmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda enerji depolaması ve donanım kaynakları kısıtlı olan mobil cihazlar, IoT birimleri, mikroçipler ve kameralar gibi uç sistemlerde bu modellerin verimli çalışabilmesi için optimizasyon süreçleri kritik bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu ihtiyaca gidermek için modeller eğitildikten sonra kuantizasyon (*quantization*) tekniği uygulanabilmektedir. Modelin uç cihaza doğrudan taşınmasının performans ve enerji verimliliği problemleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla bu çalışmada YOLOv8n modeli kullanılarak FP16 ve TensorRT optimizasyonları yapılmıştır. Aynı modelin farklı donanım mimarilerindeki doğruluk, gecikme ve enerji verimliliği karakteristiklerini karşılaştırması için, YOLOv8n tabanlı bir nesne tespit modeli insan, araba, otobüs, tır ve bisiklet olmak üzere beş sınıftan oluşan COCO2017 veri seti ile eğitilmiş ve ardından NVIDIA Jetson Orin Nano uç sistemine dağıtılmıştır. Modelin başarımı; FP32 ve FP16 hassasiyetlerinde, doğruluk, gecikme süresi, FPS ve FPS/Watt performansları açısından karşılaştırılmıştır. FP16 optimizasyonu sonucunda, doğruluk kaybı yaşanmaksızın çalışma performansında artış, asıl önemli kazanım olarak ise FPS/Watt bazında ciddi bir enerji verimliliği elde edilmiştir. Ayrıca TensorRT ve donanım odaklı optimizasyon ile daha yüksek çıkarım hızı ve kaynak verimliliği sağlanmıştır. Sonuç olarak bu çalışma, masaüstü ortamlarında eğitilen derin öğrenme modellerinin uç cihazlara optimizasyon teknikleri kullanılarak başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermektedir. Bununla beraber gerçek zamanlı çıkarım ve sürdürülebilir enerji verimliliği için donanıma özel optimizasyon tekniklerinin kullanılması, projenin başarısı için kritik bir rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gömülü Sistemler, YOLOv8n, Nesne Tespiti, TensorRT, Model Optimizasyonu.

PERFORMANCE ANALYSIS OF YOLOV8N WITH FP16 QUANTIZATION ON EMBEDDED SYSTEMS**Özkan Şükrü ÖZKAN 1/ İlker Ali ÖZKAN 2****1 Selçuk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Computer Engineering Department, Konya, Türkiye, 238273001003@ogr.selcuk.edu.tr, ORCID 0009-0006-1345-0539****2 Selçuk University Faculty of Technology, Department of Computer Engineering, Konya, Türkiye, ilkerozkan@selcuk.edu.tr, ORCID 0000-0002-5715-1040****Abstract**

In recent years, the widespread use of the internet, the massive increase in data volume, easier access to data, and the advancement of algorithms in parallel with hardware technologies have created a major breakthrough in the field of artificial intelligence. The rapid growth of models has made it increasingly difficult for hardware capacities to keep pace with these developments. In this context, optimization processes have become a critical necessity for the efficient operation of these models on edge systems such as mobile devices, IoT units, microchips, and cameras, where energy storage and hardware resources are limited. To address this need, quantization techniques can be applied after the training process of the models. In this study, FP16 and TensorRT optimizations were applied using the YOLOv8n model in order to investigate the effects of directly deploying the model onto an edge device in terms of performance and energy efficiency. To compare the accuracy, latency, and energy efficiency characteristics of the same model across different hardware architectures, a YOLOv8n-based object detection model was trained using the COCO2017 dataset consisting of five classes: person, car, bus, truck, and bicycle, and was subsequently deployed on an NVIDIA Jetson Orin Nano edge system. The performance of the model was compared under FP32 and FP16 precision modes in terms of accuracy, latency, FPS (frames per second), and FPS/Watt metrics. As a result of FP16 optimization, an increase in runtime performance was achieved without any loss of accuracy, while the most significant improvement was obtained in energy efficiency on an FPS/Watt basis. In addition, TensorRT and hardware-oriented optimization provided higher inference speed and improved resource efficiency. As a result, this study demonstrates that deep learning models trained in desktop environments can be successfully deployed on edge devices using optimization techniques. Furthermore, the use of hardware-specific optimization techniques plays a critical role in achieving real-time inference and sustainable energy efficiency, which are essential for the success of such projects.

Keywords: Embedded Systems, YOLOv8n, Object Detection, TensorRT, Model Optimization.

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence, which has entered almost every aspect of our lives, is considered a new technological transformation process after the industrial revolution. With the industrial revolution and mechanization, human muscle power was no longer needed as much as in previous periods. Similarly, it is thought that a new technological phase has been entered with the development of artificial intelligence. After the year 2000, with the widespread use of the internet, the accessibility of big data, the development of machine learning and deep learning algorithms, and advances in hardware technologies, especially Graphics Processing Unit (GPU) technologies, the development of artificial intelligence models accelerated. Different artificial intelligence models are used in almost every field such as environmental perception, autonomous vehicles (Chiam et al., 2025), security (Nguyen et al., 2021), and classification in daily life.

In the development of modern deep learning systems; large-scale datasets, advanced algorithms, and hardware with high processing power play an important role. While the number of transistors on the hardware side has increased, single-threaded processor performance has remained limited; therefore, multi-core systems capable of parallel processing have gained importance (Kayid and Khaled, 2018). This situation has made memory movements more critical than computational cost (Chiam et al., 2025). In addition, high-performance GPU systems are observed to have high energy consumption. Furthermore, these hardware systems are costly and are generally supplied through corporate sales channels. In model training, multiple GPUs are often used together.

Providing high performance with low power consumption in mobile and embedded systems is an important requirement. Embedded artificial intelligence platforms such as NVIDIA Jetson Orin Nano provide GPU, CPU, memory, and power control components on a single board, enabling artificial intelligence applications to run with low energy consumption. These systems are widely used in robotic applications, image processing systems, and autonomous driving applications (Sarvajez et al., 2024).

The number of parameters and hardware requirements of artificial intelligence models are increasing faster than the rate of hardware development. Especially the fact that large language models exceed the computational capacity of a single GPU has increased the importance of optimization techniques. Considering GPU costs, energy consumption, and long training times, model optimization techniques appear to be necessary.

In the literature, pruning, sparsity, and quantization techniques are used for model reduction and optimization purposes. With these techniques, lower memory usage, lower energy consumption, and faster inference times are achieved.

Quantization has been perceived in recent years as an effective method for accelerating and reducing the size of models through optimization (Setyanto et al., 2023). Quantization reduces the model in terms of memory requirements and enables faster data processing on many processors (Galliera and Suria, 2022).

Li and colleagues reduced a MobileNetV2-based model to 4-bit precision using a quantization technique, resulting in only a very small loss in accuracy (Li et al., 2019). Another successful study that used quantization and pruning techniques together is the Deep Compression study. In this study, the memory requirement of the model was reduced by more than 35 times while preserving accuracy (Han et al., 2016). It is one of the cornerstones of the modern edge artificial intelligence world.

Among the most recent studies in this field is a study examining the robustness of the quantization technique against input degradations in images (noise, blur, low light, etc.) (Karimov et al., 2026). In a similar recent study, different variants of the YOLOv8 model were tested on an embedded system. FPS, GPU usage, and processing latency were analyzed (Aljami et al., 2026). In this study, an optimized YOLOv8 model was

proposed for AIoT-based intelligent monitoring systems. Pruning, quantization-aware training, and TensorRT optimizations were applied to the model (Li, 2026).

Hybrid object detection systems based on MobileNet and YOLO have also been developed for resource-constrained devices. While MobileNet provided low computational costs, YOLOv8 provided high accuracy. The results demonstrate that hybrid architectures can provide significant advantages in artificial intelligence studies on edge systems (Khurana et al., 2025). In the field of agriculture, models have been developed to detect aphid damage in agricultural monitoring processes with high accuracy at 48 FPS on edge systems, operating in real time on mobile platforms or drones (Zhang et al., 2024).

Many recent studies have comprehensively examined pruning and quantization methods. In the comprehensive literature review presented by Wei et al. (2024), pruning and quantization methods, which are model compression strategies in deep neural networks, were analyzed in detail. In the study, how YOLO-based architectures are optimized through the TensorRT engine was explained from technical perspectives; the findings revealed that hardware-specific optimization processes play a critical role in maximizing inference performance.

Studies conducted on embedded systems in the literature generally focus on inference speed or accuracy values. However, studies evaluating energy efficiency and real-time inference performance together are limited in number. Based on this gap in the literature, this study examined the effects of FP16 quantization and TensorRT optimizations on embedded system performance using the YOLOv8n model. The NVIDIA Jetson Orin Nano platform was used in the study. It was aimed to evaluate the optimized model integrated with TensorRT in terms of accuracy, inference speed, and energy efficiency. The importance of this study stems from its focus on enabling artificial intelligence models requiring high computational power to run in real time on embedded systems with low power consumption. Today, the increasing hardware requirements of artificial intelligence models bring problems such as energy consumption, cost, and memory usage. By using FP16 quantization and TensorRT optimizations, it was aimed to reduce model size, increase inference speed, and improve energy efficiency. This situation is important for edge system applications that require real-time operation, such as robotic systems, autonomous vehicles, security applications, and image processing systems.

2. MATERIAL AND METHOD

A study was conducted to optimize the YOLOv8n model for object detection by minimizing accuracy loss and applying it on embedded systems (Jetson Orin Nano Developer Kit), in order to make the YOLOv8n model suitable for embedded systems by minimizing accuracy loss in object detection for traffic scenes. YOLOv8n was selected due to its low computational complexity and suitability for edge devices such as Jetson Orin Nano.

2.1. Dataset

The Common Objects in Context 2017 (COCO2017) dataset was used in the study. The dataset was divided into 80% training data and 20% validation data. Five classes were selected as a subset of the dataset: person, car, bus, truck, and bicycle. The bicycle object was selected to measure how the model would perform on small and thin objects. The other classes were selected because they are commonly found in traffic scenes. The training subset consists of 13,931 images. The COCO dataset is one of the most widely used large-scale datasets in the field of image processing and object detection.

The dataset is used for different computer vision tasks such as object detection, image classification, instance segmentation, and keypoint detection.

One of the important features of the COCO dataset is that the objects are not only composed of simple images containing a single object, but also consist of complex real-world scenes. Therefore, the dataset is widely preferred in the performance evaluation of real-time object detection models.

2.2. Hardware Platform

NVIDIA Jetson Orin Nano was used as the hardware platform in the study. The Jetson Orin Nano platform was preferred because it provides high artificial intelligence performance with low power consumption. Thanks to its structure suitable for embedded system architecture, it can be used in real-time inference applications. The system provides GPU, CPU, memory, and artificial intelligence accelerator components on a single board.

Table 1. Jetson Orin Nano Developer Kit hardware specifications

Özellik	NVIDIA Jetson Orin Nano
GPU Architecture	NVIDIA Ampere
Number of CUDA Cores	1024
Number of Tensor Cores	32
CPU	6-Core Arm
CPU Frequency	1.5 GHz
Artificial Intelligence Performance	40 TOPS
Memory (RAM)	8 GB
Storage	500 GB SSD
Network Connection	Gigabit Ethernet
Power Modes	7W / 15W
Operating System	Ubuntu Linux

2.3. Model Optimization and FP16 Conversion

In the study, FP16 quantization optimization was applied to the YOLOv8n model. By using the FP16 (Half Precision) data type instead of the FP32 (Full Precision) data type, the memory space occupied by the model weights was reduced. Thus, it was aimed to reduce memory usage and increase processing performance.

With the use of FP16, the effects of lower precision on model accuracy were observed. During the optimization process, it was evaluated whether the accuracy loss remained within acceptable limits. In order to design the balance between speed and accuracy, the “minimum precision level” required to solve a specific problem must be determined in advance (Zhu and Sutton, 2003).

In the model optimization process, the model converted into ONNX format was optimized using the TensorRT library. With TensorRT optimization, it was aimed to run the model in a hardware-compatible manner.

2.4. Performance Evaluation Metrics

In the study, accuracy, inference speed, and energy efficiency metrics were used to evaluate model performance. In the accuracy evaluation, Mean Average Precision (mAP@50 and mAP@50-95) was used. In the evaluation of inference performance, frames per second (FPS) and latency values were measured.

In the energy efficiency evaluation, frames per watt (FPS/Watt) was used. During power consumption measurements, system monitoring tools were utilized. Inference is the time required for the model to process an image and produce a result on the GPU. Latency is the total delay occurring throughout the entire processing pipeline from input to output.

The accuracy metric showing how many of the model’s positive predictions are correct is presented as precision in the tables. How many of the objects in the image are correctly detected by the model is referred to as recall.

3. FINDINGS AND DISCUSSION

The main specifications of the training hardware are 24 GB RAM, a 12-core CPU processor, a 16-core GPU, and 500 GB storage capacity. This hardware is considered suitable for training medium-scale image processing models. The training was completed on a MacBook M4 Pro laptop computer with `imgsz 640`, `epochs 50`, and `batch 2` parameters to evaluate the model's convergence stability under small batch conditions. The PyTorch library was preferred in order to perform the training on the GPU. A model suitable for embedded systems with 72 layers, 3.0 million parameters, 8.1 GFLOPs, and FP32 parameter values was successfully created.

Table 2. Analysis Table of the Difference Between Epoch 1 and Epoch 50 After Training

Loss Type	Epoch 1	Epoch 50	Improvement
Bounding Box Loss	1.293	1.039	19 % improvement
Classification Loss	1.846	0.904	51 % decrease
Distribution Focal Loss	1.309	1.151	12 % decrease

The training result table shows that the model learned and achieved significant improvement in the classification performance. The 19% improvement in box loss indicates that the model learned object locations better. In YOLO, the decrease generally appears slow.

The 51% decrease in classification loss shows that the model learned what the objects are and succeeded in separating the classes. A 12% decrease was observed in the DFL loss value, indicating that the model's ability to localize and align bounding boxes with object boundaries has improved. Thus, the boxes fit more accurately around the objects.

When the training was completed, it was observed that class separation was learned significantly and that the training was completed stably using the PyTorch library. In the traffic-themed COCO2017 subset dataset, classification loss achieved a value below 1.0 after 50 epochs demonstrating strong convergence on complex traffic scenes. The model is in a deployable state for edge systems.

The artificial intelligence model created after training was run on the host system with FP32 settings without optimization and with PyTorch FP16 optimization.

Table 3. PyTorch FP32 and FP16 Comparison

	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95	Inference (ms)
PyTorch FP32	0.658	0.496	0.555	0.382	22.5
PyTorch FP16	0.656	0.496	0.555	0.382	22.3

After the optimization performed, a very slight increase in speed was observed. No decrease in accuracy was observed. To comprehensively evaluate the inference performance, experiments were conducted using both FP32 and FP16 precision modes. Furthermore, to observe the impact of spatial resolution on computational load and latency, the input image sizes were systematically reduced from 640px to 512px and 416px for both precision modes.

Table 4. Comparison of PyTorch FP32 and FP16 at Different imgsz Parameters

	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95	Inference (ms)
PyTorch FP32 640px	0.658	0.496	0.555	0.382	22.5
PyTorch FP16 640px	0.656	0.496	0.555	0.382	22.3
PyTorch FP32 512px	0.664	0.461	0.527	0.363	21.4
PyTorch FP16 512px	0.665	0.461	0.527	0.363	22.0
PyTorch FP32 416px	0.658	0.427	0.492	0.337	21.7
PyTorch FP16 416px	0.656	0.427	0.492	0.336	21.9

As a result of these optimization experiments performed on the host system, while a decrease in accuracy of up to 5% occurred, no significant increase in inference speed was observed. The reason for the decrease in accuracy is the loss of object details at lower resolutions. After these results, the model was transferred to the Jetson Orin Nano Developer Kit embedded system. The imgsize was reduced and PyTorch FP32 and FP16 optimizations were applied.

Table 5. PyTorch FP32 and FP16 Accuracy and Latency Analysis at Different imgsize Parameters on the Embedded System

Platform	Imgsize	Data Type	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95	Latency (ms)	FPS
Host System	640	FP32	0.658	0.496	0.555	0.382	30 - 35	28 - 33
Edge Device (Jetson)	640	FP32	0.646	0.496	0.555	0.382	48	20
Host System	640	FP16	0.656	0.496	0.555	0.382	27 - 31	32 - 37
Edge Device (Jetson)	640	FP16	0.646	0.496	0.555	0.382	43	23
Host System	512	FP32	0.664	0.461	0.527	0.363	25 - 28	35 - 40
Edge Device (Jetson)	512	FP32	0.665	0.461	0.527	0.363	40	25
Host System	512	FP16	0.665	0.461	0.527	0.363	23 - 28	38 - 43
Edge Device (Jetson)	512	FP16	0.664	0.461	0.527	0.363	39	25
Host System	416	FP32	0.658	0.427	0.492	0.337	22 - 25	40 - 45
Edge Device (Jetson)	416	FP32	0.658	0.427	0.492	0.337	38	26
Host System	416	FP16	0.656	0.427	0.492	0.336	20 - 23	43 - 50
Edge Device (Jetson)	416	FP16	0.656	0.427	0.492	0.336	37	26

The same artificial intelligence model was run on the Jetson Orin Nano and the desktop system with the same parameters, and when the results were compared, it was observed that the model was at the limit for real-time operation on the embedded system.

The experimental results show that model accuracy (mAP, precision, and recall) is largely preserved independently of the hardware platform. This demonstrates that the model has a high post-training generalization capability and strong portability to edge environments.

On the other hand, inference time and FPS values differ between platforms. Although GPU usage was active on the Jetson Orin Nano, the increase in FPS was observed to remain limited. The main reasons for this are low batch size usage, PyTorch's dynamic execution model, kernel launch latencies, and memory bandwidth limitations.

Since the NVIDIA Jetson Orin Nano platform has CUDA core and Tensor core architecture, optimization was performed using the TensorRT library, which provides hardware-specific optimization. With TensorRT optimization, the layer structure of the model was reorganized according to the hardware architecture, memory accesses were optimized, and it was aimed to reduce inference time. In addition, by utilizing FP16 half-precision support, more efficient use of Tensor cores was targeted. In this context, FP32 and FP16

configurations were compared; accuracy, inference time, and frames per second (FPS) performances were analyzed.

At this stage of the study, processing was performed for the imgsize parameter value of 640px. The reason for this is that the highest accuracy was achieved with this parameter and FP16 optimization did not cause any accuracy loss for this model.

The ONNX file of the model was generated on the host system. Using this file, engine files were separately created for FP32 and FP16 on the embedded system.

Table 6. TensorRT FP32 and FP16 Optimization Analysis for Jetson Orin Nano

Platform	Imgsize	Data Type	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95	Latency (ms)	FPS
Jetson Orin Nano	640	TensorRT FP32	0.646	0.496	0.555	0.382	10.9	96
Jetson Orin Nano	640	TensorRT FP16	0.646	0.496	0.555	0.381	6.1	177

As a result of TensorRT compilations, the engine file sizes were measured as 15MB for FP32 and 8MB for FP16. While the activation memory (VRAM) usage for the FP32 model was 17.6MB, the FP16 model used 9.47MB. This memory usage is a critical advantage for edge devices. When the details of the latency components were examined, it was observed that almost all of the gains originated from improvements in GPU processing times.

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, the YOLOv8n model was trained on the five-class traffic-themed subset of the COCO2017 dataset using a high-performance host system. The results obtained on the laptop platform and embedded system were first compared without optimization, then after optimization with PyTorch, and finally after optimization with TensorRT.

In the PyTorch FP32 output on both the host system and the embedded system, it was observed that the embedded system was at the limit in terms of FPS for real-world real-time problems. As a result of FP16 optimization, while no accuracy loss occurred, the speed increase remained limited. At this stage, the greatest gain emerged in energy consumption.

The performance of FP32 and FP16 optimizations on the NVIDIA Jetson Orin Nano Developer Kit platform was examined using TensorRT. Without any loss of accuracy, latency decreased from 48ms to 10.9ms. As a result of TensorRT FP16 optimization, latency was observed to decrease to as low as 6.1ms.

The half-precision (FP16) optimization performed on PyTorch alone does not provide sufficient performance improvement on embedded GPU systems. In real-time Edge-AI applications, the main performance gain is achieved with hardware-level optimized inference engines such as TensorRT.

The FP32 and FP16 versions of the YOLOv8n model were compared. In the obtained results, an increase in the inference performance of the model was observed with FP16 optimization. As a result of the study, it was evaluated that FP16 and TensorRT optimizations provide significant advantages for real-time artificial intelligence applications on embedded systems.

In this context, FP16 TensorRT on Jetson Orin stands out as the most balanced solution without accuracy loss. TensorRT optimization can be applied in systems that require real-time operation if the graphics card uses CUDA infrastructure.

REFERENCES

- Aljami, H. M., Alrowais, N. A., AlAwajy, A. M., Alhrgan, S. O., Aldwaani, R. A., Alsawadi, M. S., Saqib, N. U., Alam, S. S., & Alsubaie, R. (2026). Benchmarking YOLOv8 variants for object detection efficiency on Jetson Orin NX for edge computing applications. *Computers*, 15(2), 74. <https://doi.org/10.3390/computers15020074>
- Chiam, H. M., Wong, Y. C., Singh, R. S. S., & Anand, T. J. S. (2025). Energy optimized YOLO: Quantized inference for real-time edge AI object detection. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 17(1), 19–28. <https://doi.org/10.54554/jtec.2025.17.01.003>
- Han, S., Mao, H., & Dally, W. J. (2016). *Deep compression: Compressing deep neural networks with pruning, trained quantization and Huffman coding*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1510.00149>
- Galliera, R., & Suria, N. (2022). Object detection at the edge: Off-the-shelf deep learning capable devices and accelerators. *Procedia Computer Science*, 205, 239–248. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.025>
- Karimov, T., Imani, H., & Kazakov, A. (2026). *Quantization robustness to input degradations for object detection* (arXiv:2508.19600). arXiv. <https://arxiv.org/abs/2508.19600>
- Kayid, A., & Khaled, Y. (2018). *Performance of CPUs/GPUs for deep learning workloads* [Research report, Media Engineering and Technology Faculty]. German University in Cairo.
- Khurana, K., Sonsare, P., Borkar, D., Thakkar, H., & Bhagat, O. (2025). MOLO: A hybrid approach using MobileNet and YOLO for object detection on resource constrained devices. *Discover Artificial Intelligence*, 5, 288. <https://doi.org/10.1007/s44163-025-00398-3>
- Li, C. (2026). Edge-optimized real-time object detection in AIoT systems using quantized YOLOv8 and Deep SORT. *Informatica*, 50, 441–456. <https://doi.org/10.31449/inf.v50i7.10210>
- Li, R., Wang, Y., Liang, F., Qin, H., Yan, J., & Fan, R. (2019). Fully quantized network for object detection. In *2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 2805–2814). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2019.00292>
- Nguyen, H. H., Bui, V. T., Ta, T. N., Pham, H. M., Nguyen, N. C., & Nguyen, D. M. (2021). YOLO based real-time human detection for smart video surveillance at the edge. In *2020 IEEE Eighth International Conference on Communications and Electronics (ICCE)* (pp. 439–444). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCE48956.2021.935214>
- Sarvajcz, K., Ari, L., & Menyhart, J. (2024). AI on the road: NVIDIA Jetson Nano-powered computer vision-based system for real-time pedestrian and priority sign detection. *Applied Sciences*, 14(4), 1440. <https://doi.org/10.3390/app14041440>
- Setyanto, A., Sasongko, T. B., Fikri, M. A., & Kim, I. K. (2023). Near-edge computing aware object detection: A review. *IEEE Access*, 12, 2989–3011. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3347548>
- Wei, L., Ma, Z., Yang, C., & Yao, Q. (2024). Advances in the neural network quantization: A comprehensive review. *Applied Sciences*, 14(17), 7445. <https://doi.org/10.3390/app14177445>
- Zhang, Z., Yang, Y., Xu, X., Liu, L., Yue, J., Ding, R., Lu, Y., Liu, J., & Qiao, H. (2024). GVC-YOLO: A lightweight real-time detection method for cotton aphid-damaged leaves based on edge computing. *Remote Sensing*, 16(16), 3046. <https://doi.org/10.3390/rs16163046>
- Zhu, J., & Sutton, P. (2003). FPGA implementations of neural networks: A survey of a decade of progress. In P. Y. K. Cheung et al. (Eds.), *Field-programmable logic and applications* (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2778, pp. 1062–1066). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-45234-8_120

**YAZILIM GELİŞTİRME YAŞAM DÖNGÜSÜ VERİLERİNİN SÜRE VE EFOR TAHMİNİNE
YÖNELİK VERİ SETİ HAZIRLANMASI VE ANALİZİ****Beyza İrem Taşdemir ^{1/} İlker Ali Özkan ²****¹Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği, Konya, Türkiye,
248273001027@ogr.selcuk.edu.tr, 0009-0007-7481-5009****²Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye,
ilkerozkan@selcuk.edu.tr, 0000-0002-5715-1040****Özet**

Yazılım projelerinde süre ve efor tahmini, proje yönetimi ve kaynak planlamasının en kritik unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu problem literatürde; istatistiksel yöntemler, uzman görüşüne dayalı yaklaşımlar ve makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak ele alınmaktadır. Son yıllarda özellikle topluluk öğrenmesi ve yapay zeka tabanlı yöntemlerin tahmin doğruluğunu artırdığı görülmektedir. Ancak mevcut çalışmaların büyük bir kısmı sınırlı, genelleştirilmiş ve çoğunlukla açık veri setleri üzerinde gerçekleştirilmiş olup, gerçek kurumsal verilerle yapılan çalışmaların sayısı görece sınırlıdır. Bu durum, geliştirilen modellerin uygulanabilirliği açısından önemli bir boşluk oluşturmaktadır. Bu boşluktan hareketle, bu çalışmada yazılım projelerinde süre ve efor tahmini problemine yönelik kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş ve büyük ölçekli bir kuruma ait Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü (SDLC) süreçlerinden elde edilen log verileri kurumsal veri ambarında toplanarak entegre edilmiştir. Elde edilen bu kapsamlı veri seti detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Oluşturulan veri seti; analiz, geliştirme, test ve üretim aşamalarına ait aktiviteler, zaman kayıtları, görev dağılımları ve proje büyüklüğü gibi çok boyutlu değişkenleri içermektedir. Bu yönüyle çalışma, literatürde yaygın olarak kullanılan sınırlı ve standartlaştırılmış açık veri setlerinden farklılaşmakta; gerçek kurumsal süreçlerin karmaşıklığını ve dinamik yapısını yansıtan bir veri seti üzerinden analiz sunmaktadır. Veri setine uygulanan veri ön işleme sürecinde eksik verilerin giderilmesi, kategorik değişkenlerin dönüştürülmesi, aykırı değer analizi ve özellik mühendisliği adımları gerçekleştirilmiştir. Bu süreç sonucunda, doğrudan bir tahmin modeli çıktısı sunmaktan ziyade, ilerleyen aşamalarda geliştirilecek tahmin modelleri için güvenilir ve yüksek kaliteli bir veri altyapısı oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Efor Tahmini, Süre Tahmini, SDLC, Veri Ön İşleme, Veri Analizi

PREPARATION AND ANALYSIS OF A DATASET FOR DURATION AND EFFORT ESTIMATION IN SOFTWARE DEVELOPMENT LIFE CYCLE**Beyza İrem Taşdemir ^{1/} İlker Ali Özkan ²****¹ Selçuk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Computer Engineering, Konya, Türkiye, 248273001027@ogr.selcuk.edu.tr, 0009-0007-7481-5009****² Selçuk University, Faculty of Technology, Department of Computer Engineering, Konya, Türkiye, ilkerozkan@selcuk.edu.tr, 0000-0002-5715-1040****Abstract**

Time and effort estimation in software projects is recognised as one of the most critical elements of project management and resource planning. This problem has been addressed in the literature using statistical methods, expert-based approaches and machine learning techniques. In recent years, it has been observed that ensemble learning and artificial intelligence-based methods have improved estimation accuracy. However, the majority of existing studies are limited in scope, generalised, and have mostly been conducted on open datasets, whilst the number of studies using real-world organisational data remains relatively limited. This situation creates a significant gap regarding the applicability of the developed models. To address this gap, this study conducted a comprehensive literature review on the problem of time and effort estimation in software projects and integrated log data obtained from the Software Development Life Cycle (SDLC) processes of a large-scale organisation, which was collected in the corporate data warehouse. This comprehensive dataset was analysed in detail. The created dataset includes multi-dimensional variables such as activities, time records, task distributions, and project size relating to the analysis, development, testing, and production phases. In this respect, the study differs from the limited and standardised open datasets commonly used in the literature; it presents an analysis based on a dataset that reflects the complexity and dynamic structure of real-world organisational processes. During the data pre-processing applied to the dataset, steps such as missing data imputation, categorical variable transformation, outlier analysis and feature engineering were carried out. As a result of this process, rather than providing a direct prediction model output, a reliable and high-quality data infrastructure has been established for prediction models to be developed in subsequent stages.

Keywords: Effort Estimation, Duration Estimation, SDLC, Data Pre-processing, Data Analysis

1. INTRODUCTION

The software development process is not solely a technical activity but also an economic one characterized by strong interrelationships among cost, time, and quality (Boehm, 1984). A project's success in meeting its budget and schedule constraints depends on the use of scientific methods for estimating software effort and duration. This estimation process is not a fixed set of data at the beginning of a project but a dynamic structure that must be continuously updated throughout the project lifecycle (McConnell, 2006). As a critical component of project management and resource planning, inaccurate estimation may result in project failure, cost overruns, or reputational damage (Standish Group, 1995).

Traditionally, this problem has been addressed using expert-based approaches and statistical models. However, the rapid evolution of the software industry and the increasing complexity of projects have limited the flexibility and accuracy of these methods. In response to this need, machine learning-based approaches have emerged as a prominent solution in the literature (Uc-Cetina, 2023). In recent years, ensemble learning methods such as Random Forest, bio-inspired algorithms such as those presented by Ali and Gravino (2021), and deep learning architectures such as LSTM networks (Iordan, 2024) have been widely used to improve prediction performance.

Nevertheless, a significant portion of existing studies faces a major limitation. Most models in the literature are trained on open datasets with limited feature sets that have become outdated over time. This situation reduces the ability of developed models to capture the dynamic structure and complexity of real-world enterprise processes.

The primary motivation of this study is to address this gap in the literature by providing a high-quality data infrastructure based on Software Development Life Cycle (SDLC) log data collected from a real-world enterprise data warehouse. Within the scope of this study, activity logs covering the analysis, development, and testing phases of a large-scale organization have been integrated. These logs were prepared for modeling through data cleaning and feature engineering processes. The remainder of this paper is organized as follows: Section 2 presents the literature review, Section 3 describes the dataset and preprocessing methods, and Section 4 presents the dataset analysis and discussion, followed by conclusions and future work.

2. LITERATURE REVIEW

Research in the field of software effort estimation has shifted toward data-driven approaches over the past decade. A review of the literature reveals that researchers have primarily focused on testing various algorithms and feature selection methods to minimize estimation errors.

(Pospieszny et al., 2018) demonstrated that machine learning algorithms exhibit effective performance in software effort and duration estimation through their study conducted on the ISBSG dataset, which consists of industrial software project data. (Sousa et al., 2023) developed machine learning models for task-based effort and duration estimation in studies conducted using datasets such as SCRAIM, JIRA, and Project Control. With the widespread adoption of Agile processes, (Rosa et al., 2021) utilize specialized software project data consisting of past project reports collected within the U.S. Department of Defense (DoD) that contain information on cost, schedule, and requirements to conduct their analysis. It primarily reflects project-level estimates rather than detailed software lifecycle process data. (Pasuksmit et al., 2024) summarized approaches that increase accuracy in Agile projects in their systematic literature review.

From an algorithmic perspective, (AG et al., 2025) demonstrated that the Random Forest algorithm improves prediction accuracy through hyperparameter optimization, while (Iordan, 2024) showed that LSTM neural networks yield successful results with time-series project data. Furthermore, it has become increasingly important not only for models to make predictions but also to explain the reasons behind these predictions.

(Kaya & Görmez, 2025) analyzed which variables have a greater impact on effort by explaining machine learning models using the SHAP method.

Despite this extensive body of literature, as noted by (Kasastra et al., 2024), the limited availability of end-to-end datasets covering large-scale corporate SDLC processes in global software development remains one of the most significant research constraints in this field. Most studies rely on static datasets that contain only summary metrics such as post-completion effort and duration for software projects. Common open-source data sources provide project-based metrics but do not adequately represent the in-process dynamics of the software development life cycle. Yet, software development is a process that generates data at every stage, from analysis to production.

The unique contribution of this study to the literature is that, rather than relying solely on traditional input-output focused datasets, it presents a multidimensional structure derived from raw log records in an enterprise data warehouse, incorporating time records, task distributions, and activity-based variables. This approach aims to establish a data quality standard that not only improves prediction accuracy but also enables an understanding of how much effort is expended at each stage of the process.

3. METHOD

In this study, a data-driven approach for estimating project duration and effort was developed using operational records generated throughout the SDLC. The primary objective of the study is to create an integrated dataset that can be used for machine learning models by analyzing activities that represent project progress patterns in enterprise software projects. In this study, data collection, data preprocessing, and feature engineering processes were carried out systematically.

3.1. Data Source and Dataset Structure

Data generated in enterprise software development processes is typically scattered across different systems. The data used in this study was obtained from version control systems, work package management systems, requirement management systems, test management systems, time management systems, and database transaction logs. All operational records were integrated into the enterprise data warehouse to make them analyzable.

The dataset contains records from 193 completed software projects. The processes from the start to the completion of the projects were tracked on a monthly basis, resulting in a data structure comprising a total of 17,358 rows. Each row represents a monthly activity summary for a specific project.

The data used in the study was obtained from the following primary operational sources:

- Work package creation records
- Work package closure records
- End-user test approval processes
- Requirement addition and update operations
- Test scenario creation records
- Package creation and package completion operations
- Database migration logs
- Dev/Test/Prod environment check-in records
- Timesheet records

The data was extracted from the corporate data warehouse via SQL-based queries, and records from various operational systems were consolidated by project and month.

3.2. Activity Groups

Operational activities within the SDLC have been grouped under specific categories. This allows the different phases of project processes to be modeled more meaningfully.

SDLC Activities: These activities represent the core processes of the SDLC. Operations such as creating work packages, closing work packages, and end-user test approval are included in this group.

Analysis Activities: These include activities related to the analysis process. Operations such as adding requirements, updating requirements, and creating test scenarios fall under this category.

Development Activities: These represent the technical activities in the software development process. Package creation, database development migrations, and development environment check-in operations are included in this group.

Test Activities: These cover operations related to the test environment. Test database migrations and test environment check-in records are evaluated in this category.

Preparation Activities: These include the preparation processes prior to migration to the production environment. Prep environment database migrations and prep environment check-in operations are addressed within this scope.

Production Activities: These represent operations in the production environment. Package finalization and migration to the production environment are evaluated in this group.

Time-sheet Activities: These consist of time-entry records indicating the time employees spent on tasks. These activities were used to calculate project effort.

3.3. Data Pre-processing and Preparation Process

Raw operational data were processed using the Pandas and NumPy libraries. The preprocessing pipeline consists of the following steps:

- **Data Structuring:** Row-based activity logs from heterogeneous systems were transformed into a feature matrix using the pivot table method, organized by project and month.
- **Missing Data Handling:** Missing values resulting from non-occurring activities were imputed with zero (0) to preserve data integrity. This approach corresponds to constant imputation, where the absence of an activity is explicitly encoded as zero (Little, 2019).
- **Data Cleaning:** Records with missing Project ID, Dimension, or Period information were removed using a dropna operation.
- **Normalization (Scaling):** Min-Max scaling was applied to prevent features with different scales from biasing the model (Han et al., 2022). This transformation maps all values into the range [0, 1], improving model convergence stability and predictive performance.

3.4. Feature Engineering

To better represent the progress of projects, new metrics have been derived from raw activity counts.

Activity_Type_Count: Represents the number of different activity types that occurred within a month. High values indicate that the project is progressing in a balanced manner.

Activity_Score: A composite progress score derived from the weighted sum of all activity counts and categorical attributes. This score ensures that the project's progress status is represented by a single metric.

4. DATASET ANALYSIS AND DISCUSSION

This study conducted a comprehensive literature review addressing the problem of time and effort estimation in software projects, focusing on the use of real-world organizational data, which is a significant gap identified in the existing literature. Accordingly, a multidimensional dataset was created by integrating log data obtained from the SDLC processes of a large-scale organization. The resulting dataset distinguishes itself from many studies in the literature by containing detailed time and task information spanning the analysis, development, testing, and production phases, as well as project characteristics.

One of the study's most significant contributions is that, rather than directly developing a prediction model, it provides a reliable and high-quality data infrastructure for future modeling work. The fact that open datasets commonly used in the literature are limited, static, and do not fully reflect real-world processes can negatively impact the performance of developed models in real-world scenarios. The dataset created in this study is designed to better reflect the dynamic structure of real organizational processes.

The steps performed during the data preprocessing phase including missing data analysis, outlier detection, categorical variable transformations, and feature engineering played a critical role in enhancing data quality. This dataset provides a basis for future duration and effort estimation models to be developed. Indeed, the impact of data quality on model performance is frequently emphasized in the literature, and this study addresses this requirement in a practical manner.

However, the study also has some limitations. First, since the dataset belongs to a single organization, its direct generalizability to different organizations may be limited. Because the structure of organizational processes, the tools used, and team dynamics may vary, the obtained dataset must be tested in different environments. Additionally, no prediction model was developed in this study, and no comparative results regarding model performance were presented.

In future studies, time and effort prediction models could be developed using this dataset with various machine learning and deep learning algorithms. In particular, comparing the performance of ensemble learning methods, time series analysis, and deep learning-based approaches would provide significant contributions to the literature. Furthermore, it is recommended to test the model's generalizability using datasets obtained from different organizations and to conduct cross-organizational analyses.

In conclusion, this study presents a data-driven approach to the problem of time and effort estimation in software projects, fills a significant gap in the literature, and establishes a solid foundation for future research.

REFERENCES

- A G, P. V., K, A. K., & S, R. (2025). Enhancing software effort estimation with random forest tuning and adaptive decision strategies. *Scientific Reports*, 15, Article 34053. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-14372-7>
- Ali, A., & Gravino, C. (2021). Improving software effort estimation using bio-inspired algorithms to select the relevant features: an empirical study. *Science of computer programming*, 205, 102621.
- Boehm, B. W. (1984). Software engineering economics. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-10(1), 4–21.
- Fenton, N. E., & Bieman, J. (2014). *Software metrics: a rigorous and practical approach*. CRC Press.
- Han, J., Pei, J., & Tong, H. (2022). *Data mining: concepts and techniques*. Morgan Kaufmann.
- Iordan, A.-E. (2024). Now optimized LSTM neural network for accurate estimation of software development effort. *Mathematics*, 12(2), 200.
- Kasatra, A., To Ferdia, R., & Alfarozi, S. A. I. (2024). Systematic literature review of software estimation in global software development. 2024 international conference on information technology and computing (ICITCOM).
- Kaya, E. N., & Görmez, Y. (2025). Proje efor tahmini için makine öğrenmesi modellerinin geliştirilmesi ve SHAP yöntemi kullanılarak açıklanması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 13(2), 528-544.
- Little, R. J., & Rubin, D. B. (2019). *Statistical analysis with missing data* (Vol. 793). John Wiley & Sons.
- McConnell, S. (2006). *Software estimation: Demystifying the black art*. Microsoft Press.
- Pasuksmit, J., Thongtanunam, P., & Karunasekera, S. (2024). Accurate effort estimations ten reasons for and approaches to agile in a systematic literature review. *ACM Computing Surveys*, 56(11), 1-37.
- Pospieszny, P., Czarnack To-Chrobot, B., & Kobylinsk, A. (2018). An effective approach for software project effort and duration estimation with machine learning algorithms. *The Journal of systems and software*, 137, 184-196.
- Rosa, W., Clark, B. K., Madachy, R., & Boehm, B. W. (2021). Empirical effort and schedule estimation models for the U.S. DoD agile processes. *IEEE Transactions on software engineering*, 48(8), 3117-3130.
- Sousa, A. O., Veloso, D. T., Gonçalves, H. M., Faria, J. P., Mendes-Moreira, J., Graça, R., & Henriques, P. C. (2023). Applying machine learning to estimate the effort and duration of individual tasks in software projects. *IEEE Access*, 11, 89933-89946.
- Standish Group. (1995). *CHAOS report*. The Standish Group International.
- Uc-Cetina, V. (2023). Recent advances in software effort estimation using machine learning. *arXiv preprint arXiv:2303.03482*.

THE ROLE OF BATTERY ENERGY STORAGE SIZING IN RENEWABLE ENERGY INTEGRATION INTO POWER GRIDS

Mevlüt SAATCI¹/ Hasan Hüseyin ÇEVİK²

¹ Institute of Science, Electrical and Electronics Eng., mevlutsaatci@konseptenerji.com, 0009-0009-4447-6450

² Selcuk University, Electrical and Electronics Eng., hasanhcevik@selcuk.edu.tr, 0000-0002-5521-5434

Abstract

The increasing penetration of renewable energy sources, particularly solar photovoltaic and wind power, introduces significant operational challenges to modern power grids due to their variable and weather-dependent generation characteristics. Fluctuations in renewable generation may lead to power imbalance, reverse power flow, voltage rise, peak-load stress, and renewable energy curtailment, especially at high penetration levels. battery energy storage systems have emerged as a key flexibility solution to mitigate these challenges by storing surplus renewable energy during high-generation periods and supplying it back to the grid when generation is insufficient or demand is high. However, the effectiveness of battery energy storage applications strongly depends on proper sizing. An undersized battery may fail to provide sufficient grid support or renewable energy utilization, whereas an oversized system may increase investment and operational costs, reducing economic feasibility. Therefore, battery sizing is not limited to determining energy capacity; it also involves power rating, state-of-charge limits, charge/discharge constraints, efficiency, lifetime, cost, and operational strategy. This study reviews the role of BESS sizing in renewable energy integration in power grids and discusses key grid services, including renewable energy integration, peak load shaving, frequency and voltage support, and energy arbitrage. The review highlights that proper battery sizing is essential for improving grid flexibility, reliability, and economic operation under high renewable energy penetration.

Keywords: Battery energy storage system, Battery sizing, Energy arbitrage, Renewable energy integration.

1. INTRODUCTION

Global demand for electricity is increasing year by year. In addition to traditional industrial, residential, and commercial consumption, the rapidly growing use of electric vehicles and the increasing energy needs of artificial intelligence-based data centers have been key drivers of this growth in recent years. According to data from the International Energy Agency, global electricity demand increased by 3% in 2025. Compared with 2024, electricity consumption by electric vehicles increased by 38%, while the electricity demand of data centers rose by 17% (IEA, 2026). To meet this growing demand, new generation capacity must be added to existing power systems every year. Renewable energy sources play a major role in meeting this demand. In 2025, a new record was set with the addition of 800 GW of renewable energy capacity worldwide. Approximately 75% of this added capacity came from solar energy, while 20% came from wind energy. In the same year, renewable energy sources accounted for 34% of global electricity generation, and wind and solar power together supplied 17% of total electricity generation (IEA, 2026). It is expected that both the installed capacity of renewable energy and its share in electricity generation will continue to increase in the coming years.

Unlike conventional generation sources, solar and wind energy have a variable output profile that depends on weather conditions, daily variations, and seasonal effects. While PV generation varies depending on solar irradiance, temperature, cloud cover, and panel orientation, wind generation is influenced by fluctuations in wind speed, wind direction, turbulence, and regional wind regimes. For this reason, sources such as PV and wind are defined in the literature as variable renewable energy sources. The integration of these sources into power grids at high penetration levels creates new technical challenges for grid operation (Lim et al., 2025). In particular, the increase in inverter-based renewable generation requires additional measures in terms of low system inertia, frequency stability, voltage control, and power quality (Saha et al., 2023).

The fluctuating nature of renewable energy generation makes it difficult to maintain the balance between electricity generation and consumption in power grids. When renewable energy generation exceeds electricity demand during off-peak hours, surplus energy may occur. This situation can lead to several operational problems, such as reverse power flow, voltage rise, renewable energy curtailment, frequency deviations, and protection coordination issues. Electrical energy storage is considered an effective solution for mitigating these problems. In recent years, the use of battery energy storage systems has increased due to declining battery costs and technological advancements. According to IEA data, 108 GW of new battery storage capacity was installed worldwide in 2025, representing an increase of approximately 40% compared to 2024 (IEA, 2026). Battery energy storage systems enhance the integration of renewable energy into power grids and provide benefits in areas such as peak load shaving, frequency regulation, and energy management (Li et al., 2023). With battery systems, surplus energy can be stored during periods of excess generation and supplied back to the grid during periods of high demand. This helps maintain a better balance between electricity supply and demand while improving power system reliability and operational security. Battery systems can also provide spinning reserve and enhance efficiency, leading to cost reductions and lower carbon emissions (Adeyemo et al., 2025).

Battery storage systems can be connected to any point in the grid to support grid operation, or they can be installed at a prosumer site where renewable energy generation is available. In this context, determining the correct battery size is a problem that should be addressed from both technical and economic perspectives. Battery energy storage sizing requires the consideration of parameters such as the battery management approach, battery power capacity, charge-discharge limits, SOC range, cycle life, investment cost, and operating cost (Hannan et al., 2021). Selecting a battery size larger than required increases the investment cost, whereas selecting a smaller size limits the technical and economic benefits that can be obtained from the battery system.

In this study, the approaches used in the literature for sizing battery energy storage systems in power grids are reviewed. The benefits of battery energy storage systems in electrical power grids are discussed under four main

categories: renewable energy integration, peak load shaving, frequency and voltage support and energy arbitrage. This classification is made to show how battery systems support the integration of variable renewable energy sources into the grid, how they contribute to grid flexibility, and what role they play in the reliable and economic operation of modern power systems.

2. RENEWABLE ENERGY INTEGRATION

Since the generation of renewable energy sources such as PV and wind depends on meteorological conditions, the high-level integration of these sources into the grid can make it difficult to maintain the balance between generation and consumption. Especially during periods when PV generation is higher than load demand, problems such as reverse power flow, voltage rise, and energy curtailment may occur. On the other hand, during periods of low renewable generation, additional energy may need to be supplied from the grid. Battery energy storage systems reduce this time mismatch by storing energy during periods of excess renewable generation and supplying it back to the system when generation is insufficient or demand is high. In this way, fluctuations in PV and wind generation can be smoothed, renewable energy curtailment can be reduced, reverse power flow and voltage problems can be limited, and the grid can accommodate a higher penetration of renewable energy. Therefore, battery systems are considered not only as energy storage units in renewable energy integration, but also as active components that improve grid flexibility and operational reliability.

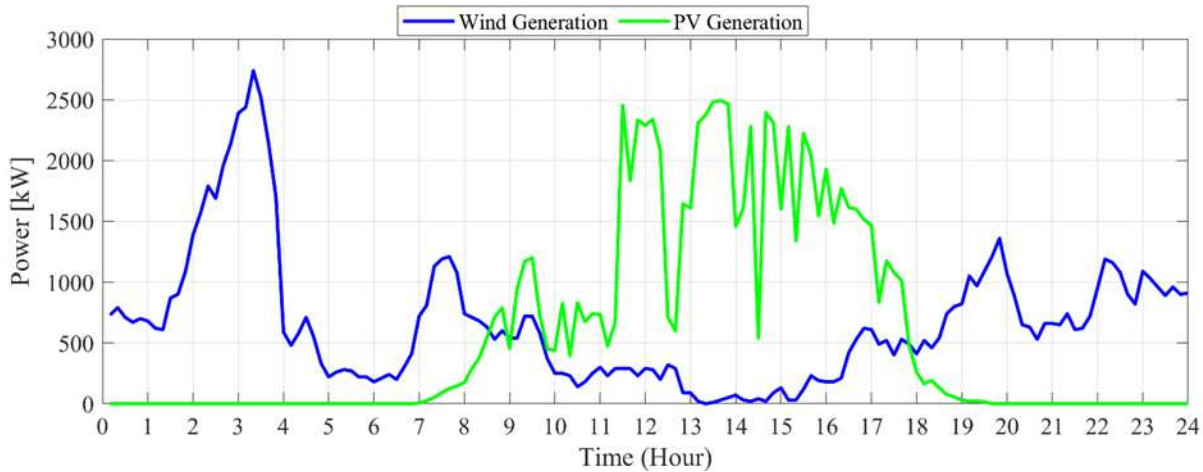


Figure 1. One-Day Power Generation Profile of Wind and PV Sources

Figure 1 shows the one-day generation data of a wind power plant and a PV solar power plant located in Türkiye. As shown in Figure 1, the generated power exhibits clear fluctuations over time, which is mainly due to its strong dependence on meteorological conditions such as wind speed and solar irradiance. Battery energy storage systems can help maintain the supply-demand balance in systems with a high share of renewable generation, especially during sudden increases and decreases in the renewable generation curve. Thus, the integration of renewable energy into the grid can be strengthened. In addition, the difference between the generation forecasts made by power plants and the actual generation amounts can be compensated by the battery system. As a result, power plants may reduce the economic losses arising from forecast errors.

There are studies in the literature showing how this integration can be achieved. In one study conducted for a low-voltage distribution network in Iran, the optimal placement and sizing of a battery system were performed for a case where PV penetration reached 93% (Jannesar et al., 2018). As a result of the study, a net profit of \$7,877.4 was obtained. In addition, a daily energy loss reduction of 3.3 kWh/day and a daily CO₂ emission saving of 13.4 kg were achieved. The overvoltage problem was also mitigated, and the voltage level was reduced from 1.06 pu to the legal operating range of 0.95–1.05 pu. In another study, a battery energy storage

system scenario was analyzed for a region with a 60 GW electricity demand in the Kanto region of Japan (Udawalpola et al., 2021). In this study, PV capacities of 50–100 GW and BESS capacities of 100–200 GWh were evaluated using a MILP approach. The simulations were carried out for April 2016 and January 2017 with 0.5-hour time steps. With the proposed method, power shortfalls were completely eliminated. In the case of 100 GW PV and 200 GWh BESS, PV energy curtailment was reduced by 69.5% in April and by 95.2% in January.

3. PEAK LOAD SHAVING

Peak load refers to the amount of electricity consumed during periods of high electricity demand. Consumption habits and climatic conditions affect the peak load value, and the time intervals in which peak load occurs may vary by country and city. Since electricity generation must increase during peak load hours, less economical power plants may need to be operated in the grid. This situation causes electricity prices to rise during peak hours. In addition, the power system must have sufficient generation, transmission, and distribution infrastructure to carry the peak load. The use of battery energy storage systems in the grid can reduce the effects of these negative conditions. Energy can be stored during low-demand hours and then used to supply the grid during peak hours. In this way, the electricity generation cost during peak hours can be reduced, and the need for new electricity infrastructure can also be decreased.

Studies on battery storage for peak load reduction have been reported in the literature. A recent study examined battery sizing for peak load reduction using load profiles from three different industrial facilities and grid signals (Yao et al., 2026). The Bayesian Optimization–Mixed-Integer Linear Programming (BO-MILP) method was used for optimization. Energy-curtailment-based demand response incentives of \$2/kWh and power-curtailment-based incentives of \$100/kW-year were included in the model. As a result of the study, the most economical size was found to be a battery system with a power capacity of 100 kW and an energy capacity of 200 kWh, corresponding to a 2-hour storage duration. For the selected optimal configuration, the BESS lifetime was estimated as 139 months. The economic analysis also showed an NPV of \$85,237, an equivalent annual annuity of \$8,583 per year, and an internal rate of return of 13.82%. The findings indicate that the battery system size increases as demand charges or incentive levels increase. However, excessive sizing reduces the economic benefit due to calendar aging and cycle degradation costs. In another study, the optimal battery size and inverter size for industrial applications were determined using linear programming (Martins et al., 2018). Four different industrial load profiles were analyzed using one year of data with a 15-minute resolution. For the facility corresponding to the load profile named Profile A, the optimal battery size was calculated as 39 kWh, while the inverter size was calculated as 117 kW. The results showed that the economic return of the BESS strongly depends on the industrial load profile, billing scheme, and battery aging effects.

4. FREQUENCY AND VOLTAGE SUPPORT

Photovoltaic systems equipped with energy storage can meet frequency regulation requirements under various operating conditions, and their coordinated support for grid frequency has become one of the emerging trends for future power systems. To address frequency stability problems caused by low inertia and weak damping, a multi-time-scale coordinated frequency regulation control strategy has been proposed in the literature for PV-storage integrated systems. According to the power imbalance in a PV-storage integrated system, frequency support can be classified into the following three operating conditions (Ma et al., 2026):

Condition 1: After a load disturbance, if the disturbed power is small and the frequency nadir remains within the deadband of PV frequency control, the energy storage system and synchronous generators provide frequency support.

Condition 2: After a load disturbance, if the constraint in the following equation is satisfied, it means that the power regulation margin of the synchronous unit is sufficient to compensate for the system power imbalance. Since frequency fluctuations caused by load disturbances are quite common during system operation, the

primary frequency regulation of synchronous generators can maintain system frequency stability in most cases. Therefore, the probability of this scenario is generally high (Ma et al., 2026).

$$\Delta P_{load} \leq \Delta P_{max} \quad (1)$$

where ΔP_{max} represents the power regulation margin of the synchronous unit, and ΔP_{load} represents the system power imbalance.

Condition 3: After a power disturbance, if the system power imbalance does not satisfy the constraint given in the above equation, this indicates that the power regulation margin of the synchronous unit is insufficient to compensate for the imbalance. Since large power disturbances in the system are generally caused by faults, their probability of occurrence is lower than that of load disturbances. Therefore, to maintain the security and stability of the system frequency, photovoltaic systems must also participate in the primary frequency regulation of the system (Ma et al., 2026).

Several studies have investigated how battery sizing and placement can be used to support voltage regulation in active distribution networks. In one study, the location and capacity of battery energy storage systems were optimized using an NSGA-II-based multi-objective optimization approach (Su et al., 2023). The study considered an active distribution network with wind power, PV generation, and load data, and the proposed method was tested on extended IEEE-33 and IEEE-69 bus systems. In the IEEE-33 bus system, the base capacity of the network was 10 MVA, and three wind power plants with a rated power of 0.75 MW and one PV plant with a rated power of 2.5 MW were integrated into the system. The optimal configuration was obtained by placing two battery units at nodes 17 and 16. Each unit had an energy capacity of 0.1 MWh, while their rated powers were 0.51 MW and 0.67 MW, respectively. With this configuration, the daily voltage fluctuation was reduced by 38.54% and the daily load fluctuation was reduced by 37.77%. These results show that the optimal placement and sizing of battery energy storage systems can improve the voltage profile and reduce load fluctuations in active distribution networks.

5. ENERGY ARBITRAGE

Energy arbitrage is a common way of operating battery energy storage systems in electricity markets. The basic idea is simple: the battery is charged when electricity prices are low and discharged when prices are high. In this way, the battery owner can benefit from the price difference between these periods. This operation becomes more valuable in systems with dynamic electricity prices, time-of-use tariffs, and a high share of renewable energy. For example, when renewable generation is high, electricity prices may decrease because of surplus energy in the system. In contrast, prices generally increase during peak demand hours. A battery can store energy in low-price periods and later supply this energy to the grid or local loads when prices are higher.

For prosumers, the role of the battery is not limited to market arbitrage. If a prosumer has local renewable generation, such as rooftop PV, the battery can store excess energy that is not consumed at the time of generation. This stored energy can then be used later instead of buying electricity from the grid. In this way, the self-consumption ratio of the prosumer increases. At the same time, the electricity imported from the grid during expensive or peak hours decreases. This may reduce not only the energy cost but also grid usage charges, demand charges, and other tariff-related payments. Therefore, in prosumer systems, battery storage creates economic value through both energy arbitrage and self-consumption maximization.

The main aim of energy arbitrage is to maximize profit by using the price difference between low-price and high-price periods. However, battery operation should not be optimized only according to electricity prices. SOC limits, charge-discharge efficiency, cycle cost, maintenance cost, and degradation effects should also be included in the optimization model. Otherwise, frequent cycling of the battery may increase short-term revenue

but reduce battery lifetime and increase total system cost. Therefore, an effective arbitrage strategy should consider both market revenue and battery-related costs.

Battery sizing and scheduling for energy arbitrage have been investigated in the literature. In a study covering electricity markets in the United States, Canada, and Australia, the battery size was optimized for energy arbitrage applications (Kadri & Raahemifar, 2019). The study used one year of hourly data, and the operational lifetime of the batteries was assumed to be five years. As a result of the optimization, the Australian electricity market, which had the highest volatility in electricity prices, was found to be the most suitable market for energy arbitrage. For Australia, the optimal battery size was determined as 6.125 MW of power capacity and 19 MWh of energy capacity. While the maximum budget allocated for the battery was limited to \$6.5 million, an annual arbitrage revenue of approximately \$994,000 was obtained for the Australian grid.

6. RESULTS

The reviewed studies show that battery energy storage systems provide important technical and economic benefits in electrical power grids. In renewable energy integration, properly sized and located batteries can reduce voltage rise, reverse power flow, renewable energy curtailment, energy losses, and CO₂ emissions. For peak load shaving, BESSs can reduce the maximum power drawn from the grid by charging during low-demand periods and discharging during peak hours. In frequency and voltage support applications, batteries improve grid operation by providing fast active power response and reducing voltage and load fluctuations. In energy arbitrage, BESSs create economic value by charging during low-price periods and discharging during high-price periods. The reviewed studies also indicate that the performance of battery systems strongly depends on battery size, location, control strategy, tariff structure, load profile, SOC limits, and battery degradation.

7. CONCLUSIONS

This review indicates that battery sizing is a critical planning problem for modern power grids, especially under high renewable energy penetration. An undersized battery may not provide sufficient support for renewable energy integration, peak load reduction, frequency regulation, or energy arbitrage, while an oversized battery may increase investment and degradation costs without providing proportional benefits. Therefore, battery sizing should not be considered only as an energy capacity selection problem. It should be evaluated together with power capacity, SOC range, charge-discharge limits, cycle life, investment cost, operating cost, market prices, and grid requirements. Future studies should focus on integrated sizing approaches that consider multi-service operation, battery aging, demand-side flexibility, renewable generation uncertainty, and real grid data.

REFERENCES

- Adeyemo, A. A., Marra, F., & Tedeschi, E. (2025). Sizing of energy storage for spinning reserve and efficiency increase in isolated power systems within a data-driven stochastic unit commitment framework. *Journal of Energy Storage*, 111, 115051.
- Hannan, M. A., Wali, S., Ker, P. J., Abd Rahman, M. S., Mansor, M., Ramachandaramurthy, V., Muttaqi, K., Mahlia, T. M. I., & Dong, Z. Y. (2021). Battery energy-storage system: A review of technologies, optimization objectives, constraints, approaches, and outstanding issues. *Journal of Energy Storage*, 42, 103023.
- IEA. (2026). *Global Energy Review 2026*. I. E. Agency. <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2026>
- Jannesar, M. R., Sedighi, A., Savaghebi, M., & Guerrero, J. M. (2018). Optimal placement, sizing, and daily charge/discharge of battery energy storage in low voltage distribution network with high photovoltaic penetration. *Applied Energy*, 226, 957-966.
- Kadri, A., & Raahemifar, K. (2019). Optimal sizing and scheduling of battery storage system incorporated with pv for energy arbitrage in three different electricity markets. 2019 IEEE Canadian Conference of Electrical and Computer Engineering (CCECE),
- Li, S., Xu, Q., & Huang, J. (2023). Research on the integrated application of battery energy storage systems in grid peak and frequency regulation. *Journal of Energy Storage*, 59, 106459.
- Lim, S., Kim, T., Lee, K. Y., Choi, D., & Park, J.-W. (2025). Impact of high penetration of renewables on power system frequency response: A review and verification. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 217, 115728.
- Ma, J., Zhao, H., Hu, Z., Shen, Y., Ding, F., & Jiang, S. (2026). Coordinated Control Strategy for Active Frequency Support in PV-Storage Integrated Systems. *Energy Engineering: Journal of the Association of Energy Engineers*, 123(2).
- Martins, R., Hesse, H. C., Jungbauer, J., Vorbuchner, T., & Musilek, P. (2018). Optimal component sizing for peak shaving in battery energy storage system for industrial applications. *Energies*, 11(8), 2048.
- Saha, S., Saleem, M., & Roy, T. (2023). Impact of high penetration of renewable energy sources on grid frequency behaviour. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 145, 108701.
- Su, R., He, G., Su, S., Duan, Y., Cheng, J., Chen, H., Wang, K., & Zhang, C. (2023). Optimal placement and capacity sizing of energy storage systems via NSGA-II in active distribution network. *Frontiers in Energy Research*, 10, 1073194.
- Udawalpola, R., Masuta, T., Yoshioka, T., Takahashi, K., & Ohtake, H. (2021). Reduction of power imbalances using battery energy storage system in a bulk power system with extremely large photovoltaics interactions. *Energies*, 14(3), 522.
- Yao, J., Billings, B., Gao, T., Hedengren, J., & Powell, K. M. (2026). Optimal sizing of battery energy storage systems for peak shaving and demand response using a degradation-aware Bayesian Optimization-Mixed-Integer Linear Programming framework. *Energy Conversion and Management*, 350. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.120947>

ARABA-KAYAN EKSANTRİK KÜTLELİ ANKASTRE-SERBEST KİRİŞ SİSTEMİNİN BASKIN MODAL MODELİ: EULER-BERNOULLI TABANLI ANALİTİK-NÜMERİK BİR İNCELEME**Mak.Yük.Müh., Serdar Murat DEMİREL/ Prof.Dr., Naci ZAFER****Serbest Mühendis, Makine Teorisi ve Dinamiği, smdemirel@gmail.com, 0000-0003-1503-4206****Eskişehir Osmangazi Üni., Makine Teorisi ve Dinamiği, nzafer@ogu.edu.tr, 0000-0001-5026-9102****Özet**

Bu çalışmada, yatay doğrultuda hareket eden bir araba üzerine ankastre bağlanmış elastik bir kiriş ve kiriş boyunca hareket eden eksantrik bir kütleden oluşan sistem için baskın modal model analitik olarak elde edilmiş ve iki farklı çalışma durumu için nümerik zaman cevapları hesaplanmıştır. İncelenen durumlar, (i) araba sabitken kayan eksantrik kütlelerin kiriş üzerindeki hareketi ve (ii) arabanın trapezoidal hız profili ile hareket ettiği durumda aynı kayan kütle hareketinin kiriş dinamiği üzerindeki etkisidir. Sürekli model Euler-Bernoulli kiriş denklemi ile kurulmuş, *Birinci Mod Temelli Modal İndirgeme* yaklaşımı ile birinci moda indirgenmiş ve hareketli kütle ile eksantrik ofsetin zamanla değişen atalet, sönüm-benzeri ve rijitlik-benzeri katkıları baskın modal denkleme dahil edilmiştir.

Elde edilen zamanla değişen katsayılı baskın modal denklem, sabit parametrelili kapalı form çözüme elverişli olmadığından MATLAB ortamında ode45 ile çözülmüştür. Sayısal inceleme, kayan kütlelerin tek başına dahi kirişin eşdeğer modal frekansını önemli ölçüde değiştirdiğini; araba taban ivmesinin eklenmesi halinde ise tepe yer değiştirme ve residual titreşim seviyelerinin belirgin biçimde arttığını dolayısı ile, araba-kayan kütleli kiriş sistemlerinde baskın mod yaklaşımının fiziksel içgörü üretmek açısından güçlü olduğunu ve taban hareketi ile kayan kütle etkilerinin birlikte ele alınmasının zorunlu olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Euler-Bernoulli kiriş, assumed modes, hareketli kütle, hareketli taban, baskın mod, analitik-nümerik çözüm, MATLAB simülasyonu

DOMINANT MODAL MODEL OF A CLAMPED-FREE BEAM SYSTEM WITH A CART AND A SLIDING ECCENTRIC MASS: AN EULER-BERNOULLI-BASED ANALYTICAL-NUMERICAL STUDY**Msc., Serdar Murat DEMİREL/ Prof.Dr., Naci ZAFER****Freelance Engineer, Theory of Machines and Dynamics, smdemirel@gmail.com, 0000-0003-1503-4206****Eskişehir Osmangazi Uni., Theory of Machines and Dynamics, nzafer@ogu.edu.tr, 0000-0001-5026-9102****Abstract**

In this study, a dominant modal model is derived analytically for a system consisting of an elastic beam clamped to a cart moving in the horizontal direction and an eccentric mass traveling along the beam. Numerical time responses are computed for two different operating conditions. The investigated cases are: (i) the motion of the sliding eccentric mass along the beam while the cart is stationary, and (ii) the effect of the same sliding mass motion on the beam dynamics when the cart moves with a trapezoidal velocity profile. The continuous system is formulated using the Euler-Bernoulli beam equation, reduced to the first mode via the assumed-modes approach, and the time-varying inertia, damping-like, and stiffness-like contributions of the moving mass and its eccentric offset are incorporated into the dominant modal equation.

Since the resulting dominant modal equation has time-varying coefficients and is not amenable to a closed-form solution with constant parameters, it is solved numerically in MATLAB using ode45. The numerical investigation shows that even the sliding mass alone significantly alters the equivalent modal frequency of the beam; when base acceleration due to cart motion is included, peak displacement and residual vibration levels increase markedly. Therefore, the results demonstrate that the dominant mode approach provides strong physical insight for cart-beam systems with a sliding mass, and that it is essential to consider the combined effects of base motion and moving mass dynamics.

Keywords: euler-bernoulli beam, assumed modes, moving mass, moving base (base excitation), dominant mode, analytical-numerical solution, matlab simulation

GİRİŞ VE LİTERATÜR

Hareketli kütle taşıyan esnek kiriş sistemleri, vinçler, otomatik depolama ve geri alma sistemleri, raylı taşıyıcı yapılar ve hassas konumlama düzenekleri gibi birçok mühendislik uygulamasında ortaya çıkmaktadır. Bu tür sistemlerde dinamik davranış, yalnız kirişin elastik özelliklerine değil, aynı zamanda hareketli kütlenin konumuna, hızına ve ivmesine de bağlıdır. Eğer bir kiriş araba gibi hareketli taban üzerine bağlıysa, problem daha da karmaşık hale gelir; çünkü bu durumda yapıya hem kayan kütlenin iç kuplajı hem de taban ivmesi kaynaklı dış uyarım aynı anda etki eder [1-4].

Hareketli yük ve hareketli kütle problemleri literatürde uzun süredir incelenmektedir[1][2]. Hareketli kütlenin kiriş dinamiğine doğrudan katılması halinde ise problem, yalnız dış kuvvet etkisiyle sınırlı kalmamakta; kütlenin taşıdığı atalet, Coriolis-benzeri kuplaj ve zamanla değişen modal parametreler sistem denklemlerine girmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar zamanla değişen hareketli kütle-kiriş sistemleri için modal parametre tahminlerinde bu tip sistemlerin sabit katsayılı modellere indirgenemeyeceğini göstermiştir [3]. Ayrıca hareketli tabana bağlı ankastre kiriş dinamiğinde taban ivmesinin modal koordinatlara projeksiyonu mümkündür [4].

Bu çalışmalara ek olarak, hareketli kütle altındaki kiriş davranışının hız profiline duyarlı olduğunu ve özellikle trapezoidal hareket profillerinin dinamik cevabı önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir [5]. Bununla birlikte mevcut literatürde, araba hareketi ile kiriş üzerinde kayan eksantrik kütle hareketini aynı baskın modal model içinde toplayan ve ardından iki farklı işletim durumu için zaman cevaplarını karşılaştırmalı biçimde sunan çalışmalar görece sınırlıdır. Özellikle eksantrik kütlenin yalnız translasyonel etkisinin değil, ofset kaynaklı dönel atalet katkısının da baskın mod denklemi içine nasıl dahil edileceğinin sistematik sunumu az sayıdadır.

Bu çalışma, literatürdeki söz konusu boşluğu analitik-nümerik bir çerçeve ile hedeflemektedir. Amaç, tam süreklilik gösteren Euler-Bernoulli modelinden başlayarak birinci mod baskın kabulü ile zamanla değişen katsayılı baskın modal denklemi türetmek, bu denklemi iki işletim durumu için MATLAB ortamında çözmek ve kiriş zaman cevaplarını yorumlamaktır. Çalışma kasıtlı olarak kontrolör, giriş şekillendirme veya deneysel modal tanımlama bölümlerini dışarıda bırakmakta; yalnızca model, denklemlerin eldesi, nümerik çözüm ve elde edilen dinamik sonuçlar üzerine odaklanmaktadır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1 Euler-Bernoulli Kiriş Denklemi

Kirişin, araba ile birlikte hareket eden yerel koordinat sistemindeki enine yer değiştirmesi $w(x, t)$ olmak üzere, klasik Euler-Bernoulli yaklaşımında, homojen ve ince bir ankastre-serbest kiriş için yönetici denklem

$$\rho A \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + c \frac{\partial w}{\partial t} + EI \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = f(x, t) \quad (1)$$

şeklinde [6]. Burada $x \in [0, L]$ kiriş boyunca uzaysal koordinat, E Young modülü, I ikinci alan momenti, ρ yoğunluk, A kesit alanı ve c eşdeğer viskoz sönüm katsayısıdır.

Ankastre-serbest sınır koşulları

$$w(0, t) = 0, \frac{\partial w}{\partial x}(0, t) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}(L, t) = 0, \frac{\partial^3 w}{\partial x^3}(L, t) = 0 \quad (3)$$

olarak yazılır. Bu sınır koşulları altında, serbest titreşim probleminin birinci özdeğer kökü

$$\beta_1 L = 1.875104 \dots \quad (4)$$

olup birinci doğal frekans

$$\omega_1 = \beta_1^2 \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \frac{1}{L^2} \quad (5)$$

ile belirlenir [6,7].

1.2 Birinci Mod Temelli Modal İndirgeme Yaklaşımı ve Baskın Mod

Yer değiştirme alanı modal açılım ile

$$w(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \phi_n(x) q_n(t) \quad (6)$$

şeklinde yazılabilir. Bu çalışmada birinci modun baskın olduğu kabul edilerek

$$w(x, t) \approx \phi(x) q(t) \quad (7)$$

yaklaşımı kullanılmıştır. Burada $\phi(x)$, uca göre normalize edilmiş birinci mod şeklidir. Ankastre-serbest kiriş için tip-normalize mod şekli

$$\phi(x) = \frac{\cosh(\beta x) - \cos(\beta x) - \sigma[\sinh(\beta x) - \sin(\beta x)]}{\cosh(\beta L) - \cos(\beta L) - \sigma[\sinh(\beta L) - \sin(\beta L)]} \quad (8)$$

$$\sigma = \frac{\cosh(\beta L) + \cos(\beta L)}{\sinh(\beta L) + \sin(\beta L)}, \beta = \frac{\beta_1 L}{L} \quad (9)$$

ifadesiyle verilir.

Bu mod şekline karşılık gelen kirişe ait modal kütle, modal rijitlik ve taban ivmesi katılım katsayıları sırasıyla

$$M_b = \int_0^L \rho A \phi^2(x) dx \quad (10)$$

$$K_b = M_b \omega_1^2 \quad (11)$$

$$P_b = \int_0^L \rho A \phi(x) dx \quad (12)$$

olarak tanımlanır.

1.3 Araba-Kayan Eksantrik Kütleli Sistemin Baskın Modal Denklemi

1.3.1 Kinematik Tanımlar

Arabanın yatay taban ivmesi $a_b(t)$ ile, kayan kütlenin kiriş üzerindeki konumu ise $s(t)$, eksantrik hareketli kütlenin değeri m , eksantrik ofseti e olmak üzere, kütlenin kiriş üzerindeki modal noktadaki enine yer değiştirmesi

$$w_m(t) = \psi(s(t)) q(t) \quad (13)$$

olarak yazılır. Burada

$$\psi(s) = \phi(s) + e \phi'(s) \quad (14)$$

eşdeğer modal şekil fonksiyonudur. Bu noktadaki hız ifadesi

$$\dot{w}_m = \psi(s)\dot{q} + \psi'(s)\dot{s}q \quad (15)$$

şeklindedir. Burada

$$\psi'(s) = \phi'(s) + e\phi''(s) \quad (16)$$

olur. Küçük dönme varsayımı altında lokal eğim

$$\theta(s, t) \approx \phi'(s) q(t) \quad (17)$$

ile elde edilir.

1.3.2 Enerji İfadeleri

Kirişe ait kinetik enerji, birinci mod temelli modal indirgeme yaklaşımı altında

$$T_b = \frac{1}{2} M_b \dot{q}^2 \quad (18)$$

şeklindedir. Kayan kütlenin translasyonel kinetik enerjisi

$$T_m = \frac{1}{2} m (\psi(s)\dot{q} + \psi'(s)\dot{s}q)^2 \quad (19)$$

olarak yazılır. Eksantrik ofset e için dönel atalet $J_e = me^2$ kabul edilirse, küçük dönme varsayımı altında ek kinetik enerji

$$T_e = \frac{1}{2} J_e (\phi'(s)\dot{q} + \phi''(s)\dot{s}q)^2 \quad (20)$$

şeklinde ifade edilir.

Kirişe ait elastik potansiyel enerji

$$V = \frac{1}{2} K_b q^2 \quad (21)$$

olarak yazılır. Yerçekimi etkisi, genelleştirilmiş kuvvet formunda temsil edilmiştir:

$$Q_g(s) = mg\psi(s) + Q_{g,b} \quad (22)$$

burada $Q_{g,b}$, kiriş öz-ağırlığından gelen genelleştirilmiş kuvvettir.

1.3.3 Lagrange Denklemleri ile Elde Edilen Baskın Modal Denklem

Lagrange denklemi

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial T}{\partial q} - \frac{\partial V}{\partial q} = Q \quad (23)$$

biçiminde yazılır. Burada $T = T_b + T_m + T_e$, Rayleigh sönüm fonksiyonu ise

$$D = \frac{1}{2} C_b \dot{q}^2 \quad (24)$$

olarak kabul edilmiştir. Düzenleme sonunda aşağıdaki zamanla değişen katsayılı baskın modal denklem elde edilir:

$$M_{eq}(t)\ddot{q} + C_{eq}(t)\dot{q} + K_{eq}(t)q = Q_g(s) - [P_b + m\psi(s)]a_b(t) \quad (25)$$

Burada

$$M_{eq}(t) = M_b + m\psi^2(s) + J_e[\phi'(s)]^2 \quad (26)$$

$$C_{eq}(t) = C_b + 2m\psi(s)\psi'(s)\dot{s} + 2J_e\phi'(s)\phi''(s)\dot{s} \quad (27)$$

$$K_{eq}(t) = K_b + m[\psi(s)\psi''(s)\dot{s}^2 + \psi(s)\psi'(s)\ddot{s}] + J_e[\phi'(s)\phi'''(s)\dot{s}^2 + \phi'(s)\phi''(s)\ddot{s}] \quad (28)$$

ifadeleridir. Burada

$$\psi''(s) = \phi''(s) + e\phi'''(s) \quad (29)$$

olarak tanımlanmıştır.

Bu denklem üç önemli fiziksel mekanizmayı aynı anda içerir:

1. $M_{eq}(t)$: kayan kütle ve eksantrik ofset nedeniyle zamanla değişen eşdeğer modal atalet,
2. $C_{eq}(t)$: kayan kütle hızı ile oluşan Coriolis-benzeri modal kuplaj,
3. $K_{eq}(t)$: kütle ivmesi ve hızının kareleriyle değişen parametre-benzeri rijitlik katkıları.

1.3.4 İncelenen Özel Durumlar

Bu çalışmada iki özel durum incelenmiştir. Bunlardan birincisi Durum A olarak adlandırılacak olan “Arabanın hareketli, kayan eksantrik kütle sabit” olduğu durumdur. Bu durum için

$$s(t) = s_0 \quad (30)$$

olup

$$\dot{s}(t) = 0, \ddot{s}(t) = 0 \quad (31)$$

şeklinde. Buna rağmen araba ivmesi sıfır değildir ve sistem taban ivmesi ile zorlanmaktadır. Bu durumda eşdeğer modal katsayılar zamanla değişmemekte, ancak titreşim cevabı araba ivmesinden etkilenmektedir.

İkinci durum olan Durum B’de hem araba hem de eksantrik kütle trapezoidal hareket profili ile hareket etmektedir. Bu durumda $s(t)$, $\dot{s}(t)$ ve $\ddot{s}(t)$ zamanla değiştiğinden eşdeğer modal parametreler de beraberinde zamanla değişmektedir. Böylece sistem hem kayan eksantrik kütle iç kuplajı hem de araba taban ivmesi etkisi altında zorlanmaktadır.

2 NUMERİK ANALİZ

2.1 Birinci Dereceden Durum Uzayı Formu

Tam analitik kapalı formun çözümü, $s(t)$, $\dot{s}(t)$, $\ddot{s}(t)$ ve $a_b(t)$ terimleri zamanla değiştiği için genel durumda mümkün değildir. Bu nedenle modal denklem, aşağıdaki birinci mertebe durum uzayı biçimine dönüştürülmüştür: $x_1 = q, x_2 = \dot{q}$ olmak üzere

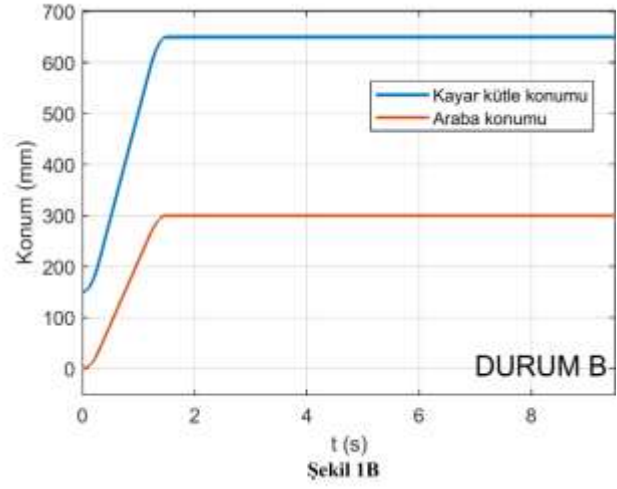
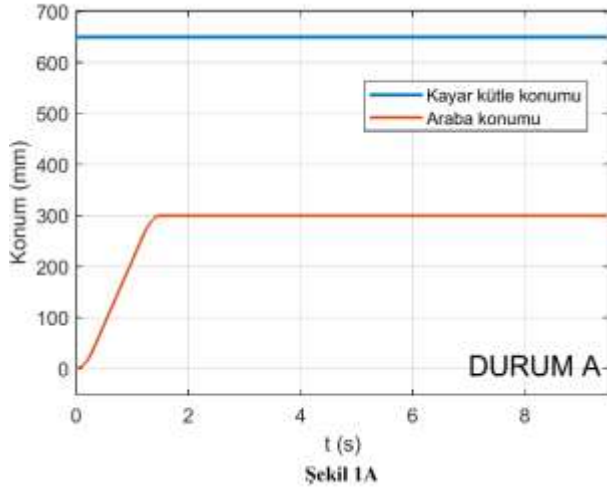
$$\dot{x}_1 = x_2 \quad (32)$$

$$\dot{x}_2 = \frac{Q_g(s) - [P_b + m\psi(s)]a_b(t) - C_{eq}(t)x_2 - K_{eq}(t)x_1}{M_{eq}(t)} \quad (33)$$

Bu sistem MATLAB ortamında ode45 ile çözülmüştür.

2.2 Hareket Profilleri

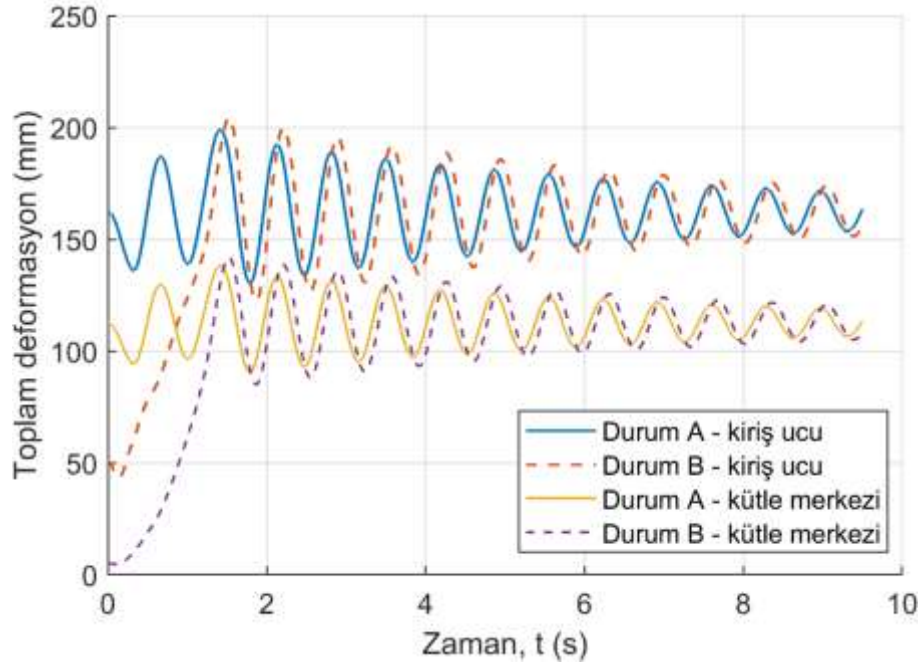
Hem kayan kütle hem de araba hareketi için analitik trapezoidal profil kullanılmıştır. Toplam hareket süresi $T_{move} = 1.5$ s olup ivmelenme, sabit hız ve yavaşlama evreleri $N_a:N_c:N_d = 20:60:20$ oranında tanımlanmıştır (Şekil 1). Durum A için sabit olan kayan kütle başlangıç konumu 0.65 m'dir. Durum B'de ise kayan kütle başlangıç konumu 0.15m toplam kayma mesafesi 0.50 m'dir. Her iki durum için arabanın toplam yatay yer değiştirmesi 0.30 m olarak alınmıştır (Şekil 1B). Bu profil seçimi ile $s(t)$, $\dot{s}(t)$, $\ddot{s}(t)$ ve analitik olarak elde edilmiş, sonra durum denklemlerine doğrudan uygulanmıştır.



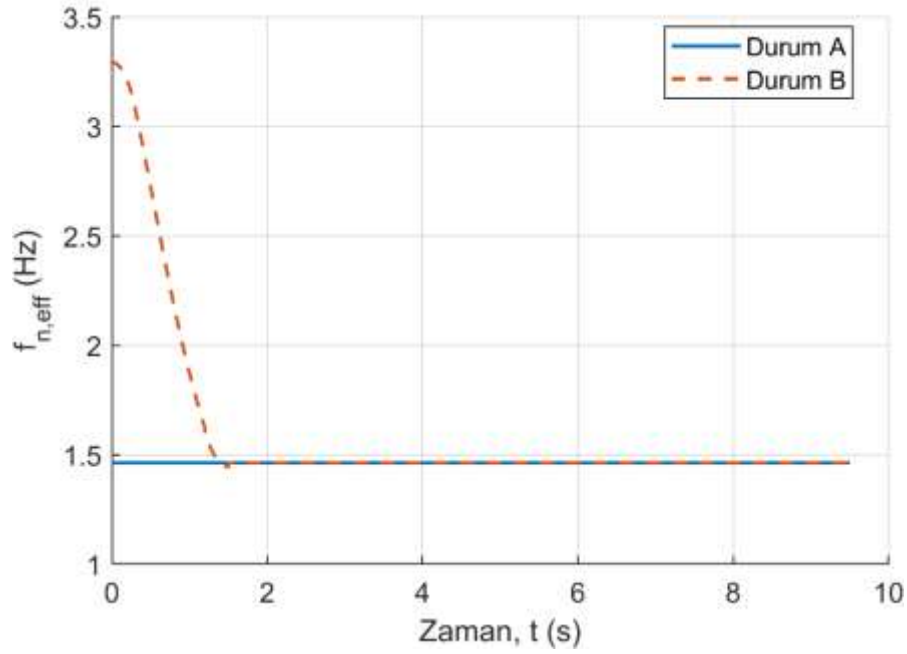
Şekil 4. Hareket profilleri

3 SİMÜLASYON

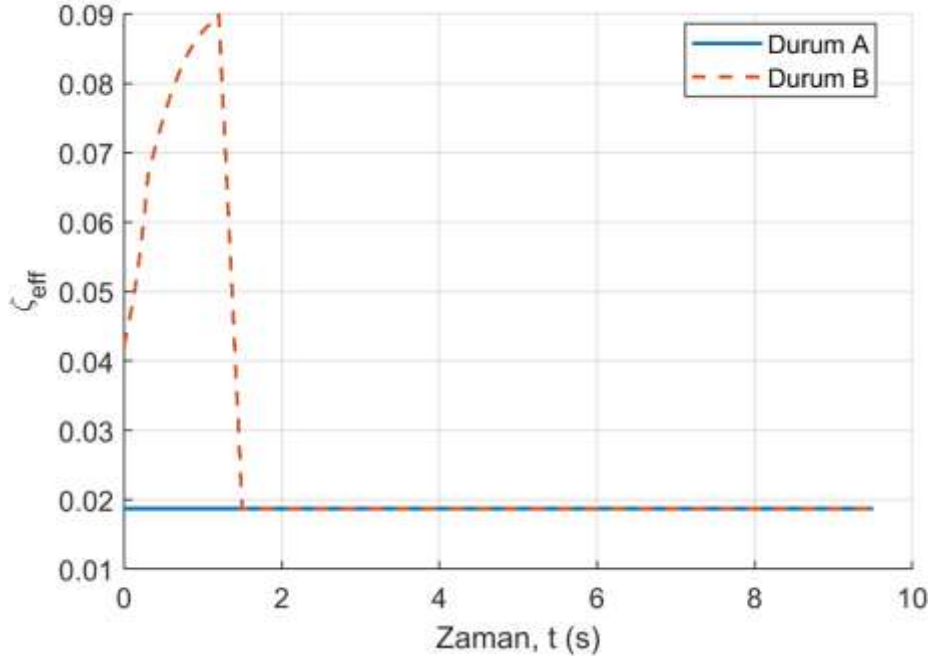
Sayısal çözüm için MATLAB kullanılarak kiriş ve kayan eksantrik kütle parametreleri tanımlanmış, birinci mod şekli ve türevleri analitik olarak hesaplanmış, Durum A ve Durum B için hareket profilleri oluşturulmuş (Şekil 1), baskın modal denklem ode45 çözümleyicisi ile çözülmüş ve karşılaştırmalı olarak uç nokta ile hareketli kütlelerin merkezinin deformasyona bağlı yer değiştirmesi (Şekil 2), anlık eşdeğer modal frekans (Şekil 3), anlık eşdeğer sönüm oranı (Şekil 4) ile modal enerjiye (Şekil 5) ait grafikler elde edilmiştir.



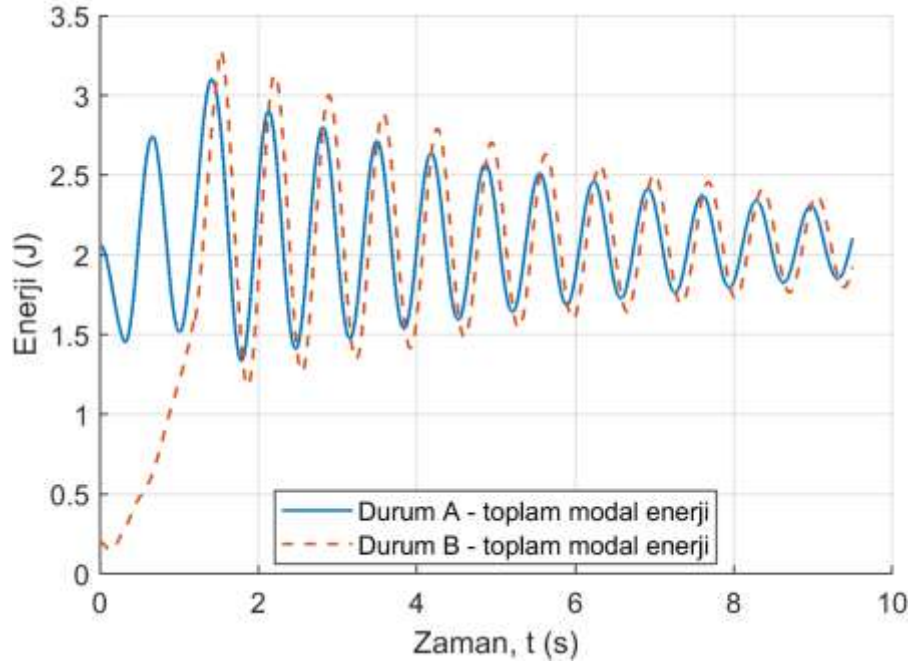
Şekil 5. Durum A ve Durum B için uç nokta ve eksantrik hareketli kütlelerin yer değiştirmesi



Şekil 6. Anlık eşdeğer modal frekans



Şekil 7. Anlık eşdeğer sönüm oranı



Şekil 8. Toplam modal enerji

3 SONUÇLAR

3.1 Parametreler

Problemin çözümünde kullanılan temel fiziksel parametreler şunlardır: Kiriş uzunluğu: $L = 1.0$ m, Genişlik: $b = 40$ mm, Kalınlık: $h = 4.17$ mm, Elastisite modülü: $E = 210$ GPa, Yoğunluk: $\rho = 7850$ kg/m³,

Kayan kütle: $m = 3.0$ kg, Eksantrik ofset: $e = 130$ mm, Referans yapısal sönüm oranı: $\zeta_b = 0.044609$. Bu parametrelerle, yalın kirişin birinci doğal frekansı $f_{1,b} = 3.484104$ Hz olarak hesaplanmıştır.

3.2 Simülasyon Sonuçları

Simülasyon sonrası elde edilen değerler Tablo 1’de özetlenmektedir. Sayısal bulgular, sistem dinamiğine ilişkin üç temel değerlendirmeyi desteklemektedir.

Birinci olarak, kayan kütlenin yalnızca sisteme eklenen sabit bir kütle olarak değil, aynı zamanda zamana bağlı modal katsayıların oluşmasına neden olan bir iç kuplaj mekanizması olarak ele alınması gerektiği görülmektedir. Modelde yalnızca sabit ek kütle yaklaşımının kullanılması durumunda, doğal frekanstaki zamana bağlı değişim ile hız etkilerinden kaynaklanan sönüm-benzeri katkıların temsil edilmesi mümkün olmamaktadır.

İkinci olarak, eksantrik ofsetten kaynaklanan dönel atalet etkisinin baskın modal denkleme sistematik biçimde dahil edilebildiği ve bu katkının özellikle kütlenin giriş boyunca distal bölgelere ilerlediği durumlarda etkin ataleti belirgin şekilde artırdığı belirlenmiştir. Böylece, fiziksel davranışı koruyan ancak hesaplama açısından sadeleştirilmiş tek serbestlik dereceli bir model yapısının elde edilmesi mümkün olmaktadır.

Üçüncü olarak, araba hareketi ile kayan kütle hareketinin eşzamanlı olarak gerçekleşmesi yalnızca sistem üzerindeki dinamik zorlamanın genliğini artırmamakta, aynı zamanda modal cevabın zaman içerisindeki faz karakteristiğini ve residual titreşim seviyesini de önemli ölçüde değiştirmektedir. Bu nedenle, hareketli taban etkisi içeren sistemlerin modellenmesinde yalnızca sabit taban varsayımına dayanan kayan kütle yaklaşımlarının yeterli doğruluk sağlamadığı sonucuna ulaşılmıştır.

PARAMETRE	DEĞER	
	DURUM A	DURUM B
Başlangıç Statik Modal Yer Değiştirme	162.2632 mm	50.5018 mm
Tepe Uç Yer Değiştirmesi	198.8736 mm	204.4052 mm
Hareket Sonrası Uç RMS Değeri	13.7069 mm	17.5580 mm
Hareket Sonunda Eşdeğer Modal Frekans	1.4624 Hz	1.4624 Hz
Hareket Sonunda Eşdeğer Sönüm Oranı	0.018724	0.018724

Tablo 1. Simülasyon sonrası hesaplanan değerler.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, araba-kayan eksantrik kütleli ankastre-serbest kiriş sistemi için Euler-Bernoulli temelli baskın modal model analitik olarak türetilmiş ve iki farklı işletim durumu için nümerik zaman cevapları hesaplanmıştır. Assumed-modes yaklaşımı ile elde edilen model, kayan kütlenin konum, hız ve ivmesinden gelen etkileri; ayrıca eksantrik ofsetin dönel atalet katkısını aynı modal denklem içinde birleştirmektedir.

Çalışmada gözlenmiş olan ve zamanla değişen eşdeğer sönüm davranışı, klasik yapısal viskoz sönümden farklı olarak hareketli eksantrik kütlenin oluşturduğu hız-bağımlı iç kuplaj etkisinden kaynaklanmaktadır. Özellikle hareketli kütle hızının sıfır olmadığı durumda ortaya çıkan $2m\psi(s)\psi'(s)\dot{s}$ teriminin, modal denklem içerisinde

sönüm-benzeri bir katkı oluşturduğu görülmektedir. Ancak bu durum fiziksel bir enerji yutumu artışı anlamına gelmemekte; sistem enerjisinin modal titreşim ile hareketli kütlelerin taşınım kinetiği arasında yeniden dağıtılmasını temsil etmektedir. Literatürde bu tür davranışlar hareketli sistemlerin non-self-adjoint ve convective karakteri ile ilişkilendirilebilir [8].

Araba hareketinin eklenmesi ile tepe yer değiştirme ve residual titreşim seviyelerinin değişimi net bir şekilde görülmektedir. Yani sistemin dinamik karakterinin, yalnız kütle varlığına değil, kütlelerin zaman içindeki taşınma biçimine ve taban hareketine de güçlü biçimde bağlı olduğu ortaya konmuştur. Bu durum gelecekte tasarlanması muhtemel titreşim baskılayan bir kontrolör tasarımında önem arz etmektedir.

Bu çerçevede baskın mod modeli, daha karmaşık tam alan çözümlerden önce kullanılabilecek güçlü bir analitik-nümerik araç sunmaktadır. İleride, aynı modelin deneysel verilerle güncellenmesi, çok modlu genişletilmesi ve kontrol sentezi için temel alınması mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] Frýba, L. (1972). *Vibration of Solids and Structures Under Moving Loads*. Springer.
- [2] Ouyang, H. (2011). Moving-load dynamic problems: A tutorial. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 25(6), 2039-2060. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2010.12.010>
- [3] Ma, Z.-S., Su, D.-L., Zhang, Y., & Wang, Y. (2014). Modal parameter estimation of the coupled moving-mass and beam time-varying system. In *ISMA 2014*.
- [4] Kane, T. R., Ryan, R. R., & Banerjee, A. K. (1987). Dynamics of a cantilever beam attached to a moving base. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 10(2), 139-151. <https://doi.org/10.2514/3.20195>
- [5] Karagülle, H., & Akdağ, M. (2023). Vibration control of a beam under a moving mass through adjusting trapezoidal velocity profile. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 9(1), 115-126. <https://doi.org/10.29132/ijpas.1172085>
- [6] Rao, S. S. (2017). *Mechanical Vibrations* (6th ed.). Pearson.
- [7] Maia, N. M. M., & Silva, J. M. M. (1997). *Theoretical and Experimental Modal Analysis*. Wiley.
- [8] Nikkhoo, Ali & Rofooei, Fayaz & Shadnam, M.R.. (2007). Dynamic behavior and modal control of beams under moving mass. *Journal of Sound and Vibration*. 306. 712-724. 10.1016/j.jsv.2007.06.008.

GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI MODAL ANALİZ İLE HAREKETLİ KÜTLELİ ANKASTRE-SERBEST KİRİŞ SİSTEMİNDE DOĞAL FREKANS VE SÖNÜM ORANININ BELİRLENMESİ**Mak.Yük.Müh., Serdar Murat DEMİREL/ Prof.Dr., Naci ZAFER****Serbest Mühendis, Makine Teorisi ve Dinamiği, smdemirel@gmail.com, 0000-0003-1503-4206****Eskişehir Osmangazi Üni., Makine Teorisi ve Dinamiği, nzafer@ogu.edu.tr, 0000-0001-5026-9102****Özet**

Bu çalışmada, yatay doğrultuda hareket eden bir araba üzerine ankastre bağlanmış elastik bir kiriş ve kiriş üzerinde sabit veya hareket sonu konumunda değerlendirilen eksantrik bir kütlede oluşan sistem için doğal frekans ve sönüm oranının görüntü işleme tabanlı modal analiz ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, mevcut bir mekanik sistemin tanımlanmasına odaklanmakta; yalnızca modal parametrelerin temassız ölçümle elde edilmesini ele almaktadır.

Deneyisel yöntemde, yüksek kontrastlı bir işaretleyici video kareleri boyunca izlenmiş ve elde edilen zamana bağlı yer değiştirme verileri yeniden örnekleme, trend giderme ve gürültü azaltma işlemlerinden geçirilmiştir. Baskın titreşim frekansı Hızlı Fourier Dönüşümü ile belirlenmiştir. Sönüm oranı ise bant sınırlandırılmış serbest titreşim sinyalinin logaritmik azalma yöntemi ile hesaplanmıştır.

Çalışmada iki farklı modal analiz durumu incelenmiştir: bunlardan birincisi, araba ve eksantrik kütlelerin sabit bir konumda tutulurken elde edilen yapısal referans modal parametreler; ikincisi ise, arabanın trapezoidal hareketi sona erdikten sonra residual titreşim bölgesinden çıkarılan efektif modal parametrelerdir.

Bu nedenle çalışmada yalnızca kirişin kendisine bağlı sönüm ile efektif sönüm birbirinden ayrı tanımlanarak modal analiz sonuçlarının fiziksel yorumu ayrı olarak yorumlanmıştır. Sonuç olarak, görüntü işleme tabanlı yaklaşımın hem durağan hem de işletme sonu koşullarında doğal frekans ve sönüm oranının belirlenmesi için düşük maliyetli ve uygulanabilir bir deneyisel modal analiz yöntemi sunduğu gösterilmektedir.

Anahtar Kelimeler: görüntü işleme, deneyisel modal analiz, doğal frekans, sönüm oranı, ankastre-serbest kiriş, hareketli kütle, FFT, logaritmik azalma

DETERMINATION OF NATURAL FREQUENCY AND DAMPING RATIO IN A CANTILEVER BEAM SYSTEM WITH MOVING MASS USING IMAGE PROCESSING-BASED MODAL ANALYSIS**Msc., Serdar Murat DEMİREL/ Prof.Dr., Naci ZAFER****Freelance Engineer, Theory of Machines and Dynamics, smdemirel@gmail.com, 0000-0003-1503-4206****Eskişehir Osmangazi Uni., Theory of Machines and Dynamics, nzafer@ogu.edu.tr, 0000-0001-5026-9102****Abstract**

In this study, it is aimed to determine the natural frequency and damping ratio of a system consisting of an elastic beam clamped to a cart moving in the horizontal direction and an eccentric mass evaluated either at a fixed position or at its post-motion position on the beam, using an image-processing-based modal analysis approach. The study focuses on the identification of an existing mechanical system and considers only the extraction of modal parameters through non-contact measurement.

In the experimental method, a high-contrast marker is tracked throughout the video frames, and the obtained time-dependent displacement data are processed through resampling, detrending, and noise reduction procedures. The dominant vibration frequency is determined using the Fast Fourier Transform. The damping ratio is calculated from the band-limited free vibration signal using the logarithmic decrement method.

Two different modal analysis conditions are investigated in this study: the first corresponds to the structural reference modal parameters obtained while the cart and the eccentric mass are held at a fixed position; the second corresponds to the effective modal parameters extracted from the residual vibration region after the trapezoidal motion of the cart is completed.

For this reason, the intrinsic damping associated solely with the beam and the effective damping are defined separately, and the physical interpretation of the modal analysis results is discussed accordingly. As a result, it is demonstrated that the image-processing-based approach provides a low-cost and practical experimental modal analysis method for determining the natural frequency and damping ratio under both stationary and post-operation conditions.

Keywords: image processing, experimental modal analysis, natural frequency, damping ratio, cantilever beam, moving mass, FFT, logarithmic decrement

GİRİŞ VE LİTERATÜR

Esnek kiriş sistemlerinde doğal frekans, sönüm oranı ve mod şekilleri, yapısal davranışın temel tanımlayıcılar olarak nitelendirilir [1-3]. Bu parametreler yalnızca analitik model doğrulaması için değil, aynı zamanda sistemin işletme koşullarındaki dinamik yanıtını anlamak için de gerekli olup, bu nedenle sistemin tanımlanması önem arz etmektedir. Özellikle taban hareketi ile uyarılan ve üzerinde ek kütle taşıyan kiriş sistemlerinde, durağan serbest titreşim koşullarında elde edilen modal parametrelerle, gerçek hareket sonu serbest titreşimden elde edilen parametrelerin aynı olmayabileceği bilinmektedir [4-7]. Bu durum yapısal sönüme ek olarak mekanik yürütme elemanları, sürtünme, bağlantı boşlukları ve kiriş-araba bağlantısı gibi ek enerji kayıp mekanizmalarının sisteme dahil olmasıdır.

Deneyisel modal analizde geleneksel yaklaşım, ivmeölçer, yer değiştirme sensörü veya lazer vibrometre kullanımıdır [2,3]. Ancak özellikle hafif ve düşük rijitlikli yapılarda bu tip sensörlerin çoğu zaman ek kütle ve montaj kaynaklı etkiler nedeniyle gerçek modal cevabı değiştirebilir ya da çok yüksek maliyetli çözümler sunabilir. Bu sınırlamalar, son yıllarda görüntü işleme ve dijital görüntü korelasyonu gibi temassız ölçüm yöntemlerine olan ilgiyi artırmıştır [8,9]. İşaretleyici ‘marker’ tabanlı video takibi, doğrudan yer değiştirme zaman serisi verdiği için modal frekansın spektral yöntemlerle, sönüm oranının ise zaman alanı tabanlı logaritmik azalma ile belirlenmesini mümkün kılar [8].

Moradi ve ark. [8], metal kirişlerde görüntü işleme kullanarak doğal frekans ve sönüm oranı tayininin uygulanabilirliğini göstermiştir. Huňady ve ark. [9], yüksek hızlı dijital görüntü korelasyonu ile sönüm oranı çıkarımının güvenilirliğini raporlamıştır. Buna karşılık hareketli taban veya hareketli kütle içeren sistemlerde, modal parametrelerin işletme sonu residual titreşim bölgesinden belirlenmesine ilişkin çalışmalar daha sınırlıdır [4-7]. Gerçekleştirilen çalışmanın özgün yanı, görüntü işleme tabanlı modal analiz yaklaşımını iki farklı fiziksel düzlemde tanımlamasıdır: (i) araba durağanken ve kütle sabit konumdayken elde edilen yapısal referans modal parametreler, (ii) araba trapezoidal hareketini tamamladıktan sonra residual titreşim bölgesinden çıkarılan efektif modal parametreler.

Bu ayırım, yalnızca sayısal bir farkı değil, iki farklı fiziksel büyüklüğü temsil eder. Birinci büyüklük yapı parametresiyken ikincisi ise işletme koşuluna ait parametredir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı, görüntü işleme kullanarak hem referans modal sönüm/frekans değerlerini hem de hareket sonu efektif modal değerleri ayrı ayrı tanımlayabilecek bir modal analiz çerçevesi oluşturmaktır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1 Sürekli Kiriş Modeli

İnce, doğrusal elastik ve homojen bir ankastre-serbest kirişin enine titreşim davranışı Euler-Bernoulli kuramı ile

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \rho A \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + c \frac{\partial y}{\partial t} = f(x, t) \quad (34)$$

şeklinde ifade edilir [1,6]. Burada E elastisite modülü, I ikinci alan momenti, ρ yoğunluk, A kesit alanı ve c viskoz sönüm katsayısıdır. $f(x, t)$ terimi dış zorlamayı temsil eder. Araba durağanken yapılan serbest titreşim deneyinde $f(x, t) = 0$ kabul edilir. Trapezoidal hareket sonu deneyinde ise hareket tamamlandıktan sonraki residual titreşim bölgesi için zorlayıcı terim tekrar sıfıra iner ve sistem serbest titreşim rejiminde değerlendirilir.

1.2 Modal Ayırışım ve Birinci Mod Yaklaşımı

Yer değiştirme alanı modal biçimde

$$y(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \phi_n(x) q_n(t) \quad (35)$$

olarak yazılır [2,3]. Bu çalışmada birinci mod baskın kabul edildiğinden

$$y(x, t) \approx \phi_1(x) q_1(t) \quad (36)$$

yaklaşımı kullanılmıştır. Bu indirgeme ile sistem ikinci mertebe tek serbestlik dereceli modal formda ifade edilebilir:

$$M\ddot{q} + C\dot{q} + Kq = 0 \quad (37)$$

Buradan doğal açısal frekans ve sönüm oranı

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}}, \zeta = \frac{C}{2\sqrt{KM}} \quad (38)$$

şeklinde tanımlanır.

1.3 Durağan Referans Parametreler ile Efektif Parametrelerin Ayrımı

Bu çalışmada iki farklı sönüm ve frekans tanımı kullanılmaktadır.

1. **Referans modal parametreler:** Araba durağanken ve eksantrik kütle kiriş üzerinde sabit bir konumda iken elde edilen değerlerdir. Bunlar yapının referans modal davranışını temsil eder.
2. **Efektif modal parametreler:** Arabanın trapezoidal hareketi tamamlandıktan sonra residual titreşim bölgesinden çıkarılan değerlerdir. Bunlar yapısal modal davranışa ek olarak kızak sürtünmesi, tahrik sistemi etkileri, taban-kuplajı ve hareket geçmişini de içerir.

Analitik olarak referans durumda z_0 , sabit eksantrik kütle konumu olmak üzere aşağıdaki ifade yazılabilir:

$$M = M_b + m \phi^2(x_0), C = C_b, K = K_b \quad (39)$$

Hareket sonu efektif durumda ise, residual titreşim başlangıcı $t = t_{\text{end}}$ anında sistem yaklaşık olarak

$$M_{\text{eff}}\ddot{q} + C_{\text{eff}}\dot{q} + K_{\text{eff}}q = 0 \quad (40)$$

formunda değerlendirilir. Bu durumda

$$\omega_{n,\text{eff}} = \sqrt{\frac{K_{\text{eff}}}{M_{\text{eff}}}}, \zeta_{\text{eff}} = \frac{C_{\text{eff}}}{2\sqrt{M_{\text{eff}}K_{\text{eff}}}} \quad (41)$$

olur. Buradaki C_{eff} , yalnız yapısal sönümü değil, işletme koşulunun eşdeğer kayıplarını da kapsar. Bu nedenle ζ_{eff} genellikle referans sönüm oranısından farklıdır.

Bu ayrımın fiziksel önemi büyüktür. Referans sönüm oranı yapının kendi modal özelliğini temsil ederken, efektif sönüm oranısı belirli bir hareketin sonrasında sistemin residual titreşimi ne hızla tükettiğini gösterir. Özetle ilki yapı karakterizasyonu, ikincisi ise işletme karakterizasyonu parametresidir.

1.4 Frekans ve Sönüm Oranının Görüntü İşleme ile Belirlenmesi

İşaretleyici takibi ile elde edilen konum-zaman verisi kullanılarak sistemin dinamik karakteristiklerini belirlemek amacıyla elde edilen sinyal öncelikle sabit örnekleme frekansına yeniden örneklenmiş, ortalama değeri çıkarılmış ve düşük frekanslı trend bileşenlerinin etkisini ortadan kaldırmak amacıyla lineer detrending işlemine tabi tutulmuştur. Bu ön işlemler, serbest titreşim davranışının daha doğru temsil edilmesini sağlamaktadır.

1.4.1 Baskın Frekansın FFT ile Belirlenmesi

Ön işlenmiş sinyal $x(t)$, frekans alanında analiz edilmek üzere Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) ile işlenmiştir. FFT uygulaması öncesinde spektral sızıntıyı azaltmak amacıyla Hann penceresi kullanılmıştır [1]. Frekans spektrumu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$X(f) = \mathcal{F}\{x(t)\} \quad (42)$$

$$P(f) = \frac{2}{N} |X(f)|^2 \quad (43)$$

$x(t)$ zaman alanında ölçülen yer değiştirme sinyali (mm), t zaman değişkeni (saniye), $\mathcal{F}\{\cdot\}$ Fourier dönüşüm operatörü, $X(f)$ sinyalin frekans alanındaki karmaşık gösterimi, f frekans değişkeni (Hz), $|X(f)|^2$ Fourier dönüşümünün genlik spektrumu, N sinyalin toplam örnek sayısı, $P(f)$ tek taraflı genlik spektrumudur. Frekans eksenini, örnekleme frekansı f_s kullanılarak şu şekilde tanımlanır:

$$f_k = \frac{k f_s}{N}, k = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} \quad (44)$$

Burada f_k k 'inci frekans bileşeni (Hz), k Frekans indeksi, f_s Örnekleme frekansı (Hz)'dir.

Analiz sırasında, fiziksel olarak anlamlı frekans aralığını belirlemek amacıyla bir arama bandı tanımlanmıştır:

$$f_{\min} \leq f \leq f_{\max} \quad (45)$$

Bu çalışmada $f_{\min} = 0.5$ Hz ve $f_{\max} = 15$ Hz olarak seçilmiştir. Bu seçim, sistemin beklenen doğal frekans aralığını kapsarken düşük frekanslı sürüklenme "drift" ve yüksek frekanslı gürültü bileşenlerini dışlamaktadır [2].

Baskın frekans, spektrumda maksimum genlik değerine karşılık gelen frekans olarak tanımlanır:

$$f_0 = \arg \max_{f \in [f_{\min}, f_{\max}]} P(f) \quad (46)$$

Elde edilen bu frekans, sistemin sönümlü doğal frekansı olarak kabul edilmektedir. Hafif sönümlü sistemler için sönümsüz doğal frekans aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir:

$$f_n = \frac{f_0}{\sqrt{1 - \zeta^2}} \quad (47)$$

Düşük sönüm oranları için $f_n \approx f_0$ yaklaşımı geçerlidir [3].

1.4.2 Bant Geçiren Filtreleme ile Modal İzolasyon

FFT analizi ile belirlenen baskın frekans f_0 , sinyalin birinci titreşim modunu izole etmek amacıyla bant geçiren filtre tasarımı referans olarak kullanılmıştır. Bu kapsamda sinyal, aşağıdaki frekans aralığında filtrelenmiştir:

$$f_0 - \Delta f \leq f \leq f_0 + \Delta f \quad (48)$$

Bu çalışmada bant genişliği parametresi $\Delta f = 0.8$ Hz olarak seçilmiştir. Filtreleme işlemi, Butterworth tipi bant geçiren filtre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Butterworth filtresi, geçiş bandında genlik dalgalanması oluşturmaması nedeniyle tercih edilmiştir [1]. Filtre mertebesi $n = 4$ olarak belirlenmiş ve faz kaymasını ortadan kaldırmak amacıyla ileri-geri filtreleme (*zero-phase filtering*) uygulanmıştır.

$$y(t) = \text{filtfilt}(b, a, x(t)) \quad (49)$$

Bu yöntem sayesinde faz gecikmesi ortadan kaldırılmış ve sinyalin zaman eksenindeki fiziksel doğruluğu korunmuştur [1].

1.4.3 Sönüm Oranının Logaritmik Azalma Yöntemi ile Belirlenmesi

Bant geçiren filtreleme sonrası elde edilen sinyal, sistemin serbest titreşim davranışını temsil etmektedir. Bu sinyal üzerinde pozitif ve negatif tepe noktaları belirlenmiş ve bu tepe değerlerinin mutlak değerleri kullanılarak genlik zarfı oluşturulmuştur.

Sönüm oranı, logaritmik azalma yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Ardışık tepe noktaları arasındaki genlik oranı aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$\delta = \frac{1}{N} \ln \left(\frac{A_i}{A_{i+N}} \right) \quad (50)$$

Burada A_i ve A_{i+N} , sırasıyla i 'inci ve $i+N$ 'inci tepe genliklerini temsil etmektedir. Sönüm oranı ise aşağıdaki bağıntı ile elde edilir:

$$\zeta = \frac{\delta}{\sqrt{(2\pi)^2 + \delta^2}} \quad (51)$$

Bu yöntem, lineer ve düşük sönümlü sistemler için yaygın olarak kullanılan güvenilir bir yaklaşımdır [2,3].

2. DENEYSEL YÖNTEM

2.1 Mekanik Düzenek

Deney sistemi, yatay doğrultuda hareket eden bir araba, bu arabaya ankastre bağlı 1000 mm uzunluğunda çelik kiriş ve kiriş boyunca konumlandırılabilen eksantrik ek kütleden oluşmaktadır. Kiriş için $E = 210 \text{ GPa}$, $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ ve 4.17 mm x 40 mm kesit ölçüsü kullanılmıştır. Görüntü işleme takibi için hareketli kütle merkezine veya modal yer değiştirmeyi temsil eden uygun bir noktaya yüksek kontrastlı dairesel işaretleyici yerleştirilmiştir.



Şekil 9. Mekanik Deney Düzeneği

2.2 Deney 1: Araba Durağanken Referans Modal Analiz

Birinci deney kurgusunda araba sabit tutulmuş, eksantrik kütle kiriş üzerinde belirli bir sabit konuma yerleştirilmiş ve sistem çek-bırak yöntemiyle serbest titreşime bırakılmıştır. Kamera sistemi ile alınan video, MATLAB tabanlı görüntü işleme algoritması ile çözümlenmiştir. Bu deneyin amacı, referans doğal frekans ω_n ve referans sönüm oranı ζ_b değerlerini belirlemektir.

Bu kurgu, hareketli taban veya sürücü etkilerinden olabildiğince arındırılmış bir modal tanımlama sağlaması nedeniyle temel kalibrasyon deneyi olarak kabul edilmiştir.

2.3 Deney 2: Trapezoidal Hareket Sonunda Efektif Modal Analiz

İkinci deney kurgusunda araba, yaklaşık 1.5 s süren trapezoidal bir hareket profili ile uyarılmıştır. Hareket sonunda araba durduktan sonra sistemde kalan residual titreşim bölgesi seçilmiş ve yalnız bu zaman penceresi modal analiz için kullanılmıştır. Bu aşamada eksantrik kütle, hareket sonu konumunda sabitlenmiş kabul edilmiştir. Böylece residual titreşim bölgesi, serbest titreşim benzeri bir yanıt olarak ele alınmış ve bu yanıt üzerinden efektif doğal frekans $\omega_{n,eff}$ ile efektif sönüm oranı ζ_{eff} tanımlanmıştır.

Bu ikinci deney, ilk deneye göre daha fazla enerji kayıp mekanizması içerdiği için elde edilen parametreler yapısal referans değerler değil, işletme sonu eşdeğer modal değerler olarak yorumlanmalıdır.

2.4 Görüntü İşleme ve Sinyal İşleme Adımları

2.4.1 Görüntü İşleme

Bu çalışmada, elastik kiriş üzerindeki eksantrik kütleli ağırlık merkezi üzerinde bulunan işaretleyicinin zamana bağlı konumunun temassız olarak belirlenmesi amacıyla çok aşamalı bir görüntü işleme yöntemi uygulanmıştır. Geliştirilen yöntem, renk tabanlı segmentasyon ve morfolojik işlemleri bir araya getiren hibrit bir yaklaşımdır.

İlk aşamada, analiz edilecek bölge görüntüden Şekil2a,'da gösterildiği üzere **ilgi alanı (Region of Interest, ROI)** olarak seçilmiştir. Bu işlem, hem hesaplama maliyetini azaltmakta hem de ilgisiz bölgelerden kaynaklanabilecek hatalı tespitlerin önüne geçmektedir. Ardından ROI içerisindeki görüntü, aydınlatma değişimlerine karşı daha dayanıklı olması nedeniyle **CIE L*a*b*** renk uzayına dönüştürülmüştür (Şekil2b). Bu

işlemede, renk uzayındaki parlaklık bileşeni (L^*) ile renk bileşenlerinin (a^* , b^*) birbirinden ayrılması sebebiyle, renk tabanlı segmentasyon işlemleri daha kararlı hale gelmektedir.

İşaretleyicinin tespiti için, referans renk değerlerine göre **renk farkı haritası (dAB)** oluşturulmuştur (Şekil 2c). Bu harita, her pikselin referans renkten uzaklığını ifade eden Öklidyen mesafe kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen dAB haritası, uygun bir eşik değeri ile ikili (binary) forma dönüştürülerek hedef nesne ile arka plan ayrıştırılmıştır (Şekil 2d).

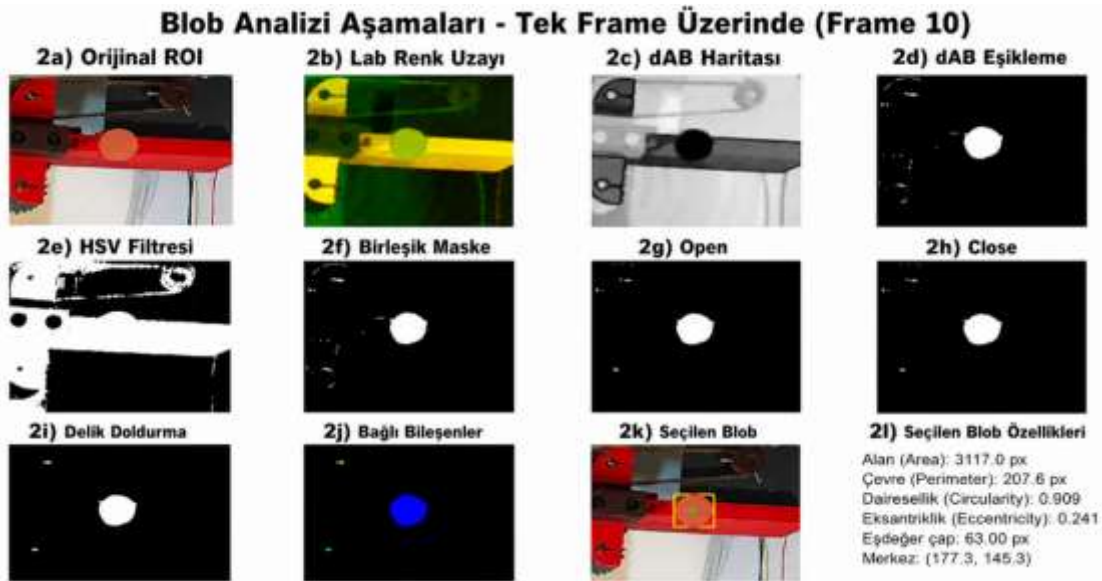
Renk segmentasyonunun doğruluğunu artırmak amacıyla, aynı görüntü üzerinde **HSV** renk uzayında ek bir filtreleme uygulanmıştır (Şekil 2e). HSV uzayı, özellikle renk tonuna (Hue) dayalı ayırıştırma açısından avantaj sağladığından, bu adım ile arka plan gürültüsünün azaltılması hedeflenmiştir. Daha sonra $L^*a^*b^*$ ve HSV tabanlı maskeler birleştirilerek daha güvenilir bir segmentasyon elde edilmiştir (Şekil 2f).

Sonraki adımda özellikle alan ve şekil tabanlı hesaplamaların doğruluğunu artırmak açısından kritik öneme sahip olan ve segmentasyon sonrası oluşan maskede bulunan gürültü bileşenlerini temizlemek amacıyla açma, kapama ve doldurma işlemleri uygulanmıştır. Maskede bulunan küçük gürültü bileşenlerini temizlemek amacıyla önce **morfolojik açma (opening)** (Şekil 2g), ardından nesne içerisindeki boşlukların giderilmesi ve sınırların düzgünleştirilmesi için **morfolojik kapama (closing)** (Şekil 2h) ve sonrasında da nesne içerisindeki olası boşlukları gidermek amacıyla **delik doldurma (hole filling)** (Şekil 2i) işlemleri uygulanmıştır.

Temizlenen ikili görüntü üzerinde **bağlı bileşen analizi (connected component analysis)** uygulanarak tüm aday nesneler belirlenerek her bir bileşen için alan, çevre, dairesellik ve eksantriklik gibi geometrik özellikler hesaplanmıştır (Şekil 2j). Bu özellikler kullanılarak, fiziksel olarak işaretleyiciye karşılık gelen blob seçilmiştir. Özellikle daireselliğin bire yakın olması ve eksantrikliğin düşük olması, seçimin doğruluğunu destekleyen kriterler olarak kullanılmıştır.

Son aşamada seçilen blob'un **ağırlık merkezi (centroid)** hesaplanarak, işaretleyicinin her bir video karesi için konumu elde edilmiştir (Şekil 2k). Bu işlem tüm kareler boyunca tekrarlanarak işaretleyicinin zamana bağlı yer değiştirme verisi oluşturulmuştur. Elde edilen bu veri, daha sonraki aşamalarda doğal frekansın hızlı Fourier dönüşümü ile belirlenmesi ve sönüm oranının logaritmik azalma yöntemi ile hesaplanmasında kullanılmıştır.

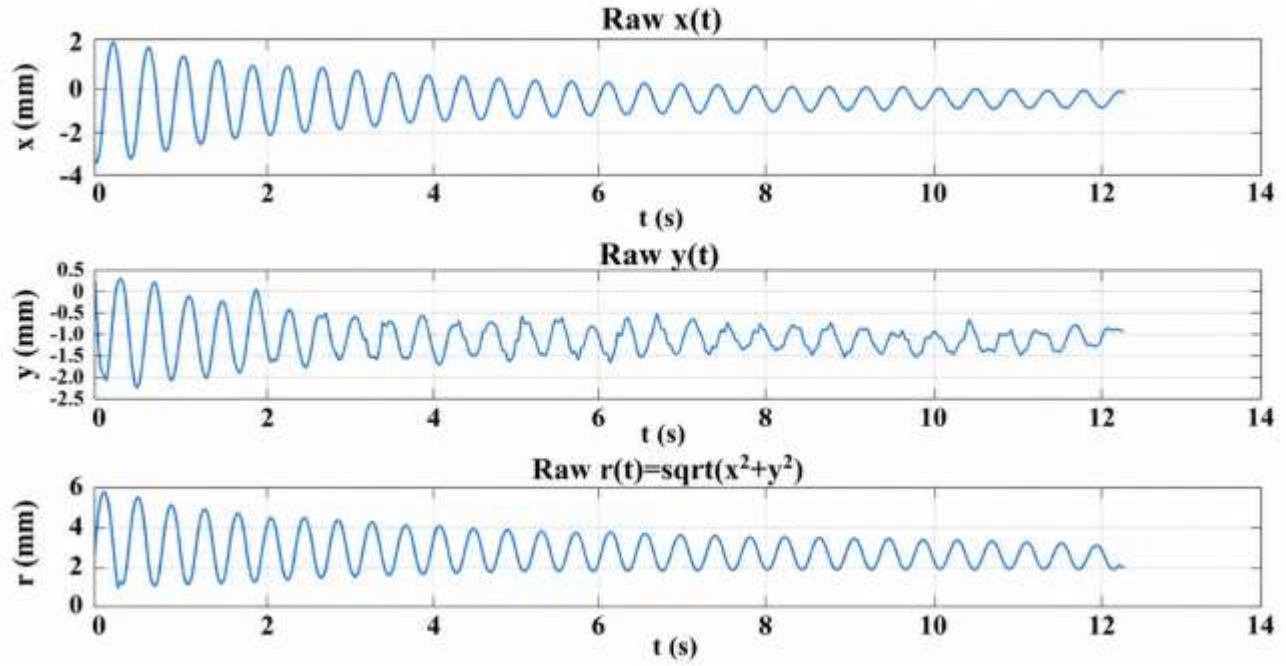
240fps hızında kaydedilen videonun her bir karesine uygulanan işlemin 10. karesi için uygulanan alt adım ve elde edilen sonuçlar Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 10. Blob analizi aşamaları

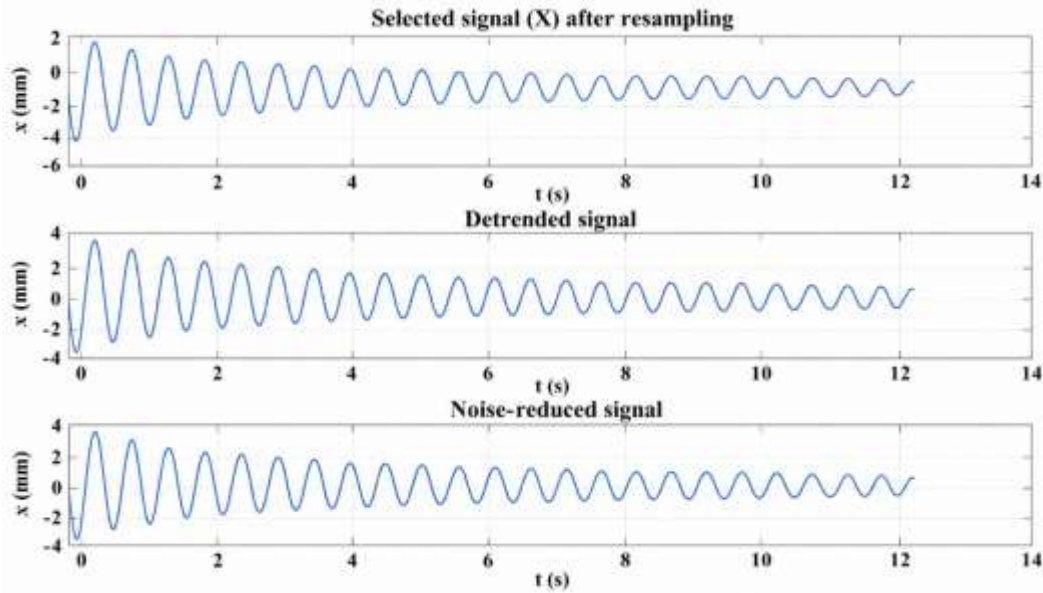
2.4.2 Zaman Serisinin Oluşturulması ve Ön İşleme

Blob analizi sonrası elde edilen işaretleyici konum verileri zaman eksenini ile eşleştirilerek yer değiştirme-zaman sinyali oluşturulmuştur (Şekil 3).



Şekil 11. mm cinsinden zamana bağlı ham X,Y ve RMS değerleri.

Ancak ham veriler doğrudan analiz için uygun olmadığından aşağıdaki işlemler uygulanmıştır Bölüm 1.4'te bahsedilen yeniden örnekleme (resampling), trend giderme (detrending) ve gürültü azaltma adımları uygulanarak Şekil 4'te gösterildiği üzere temiz bir zaman serisi elde edilmiştir.



Şekil 12. Sırasıyla yeniden örneklenmiş, trend giderilmiş ve gürültü azaltma uygulanmış mm cinsinden zamana bağlı X sinyali.

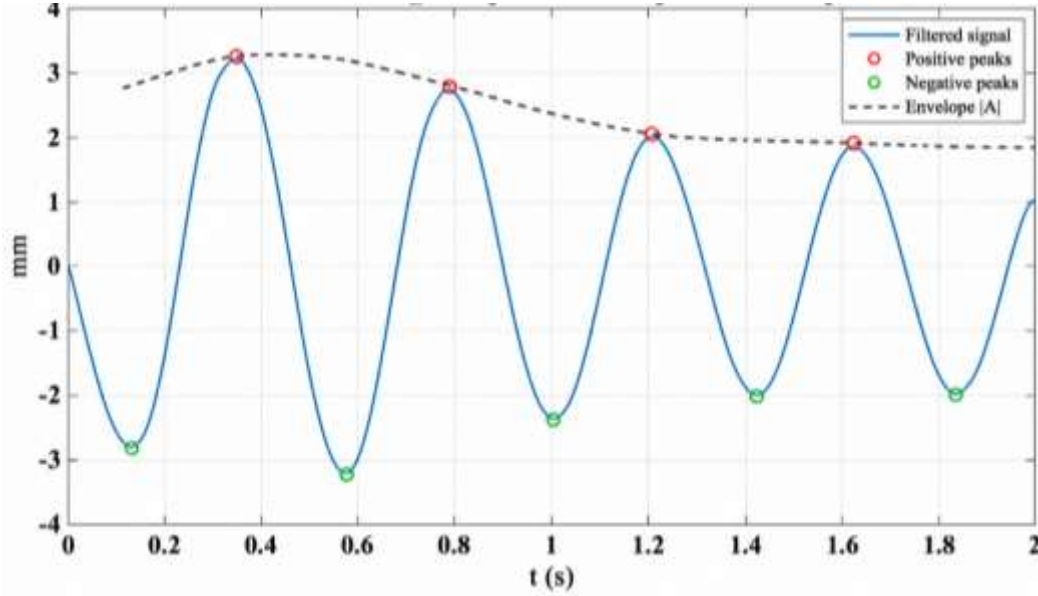
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1 Durağan Referans Modal Parametreler

Araba durağanken ve eksantrik kütle sabit konumdayken elde edilen görüntü işleme tabanlı serbest titreşim analizinde, sistemin birinci modunun baskın olduğu gözlenmiştir. Referans sönüm oranı genlik zarfında

$$\zeta_b = 0.044609$$

olarak bulunmuştur.

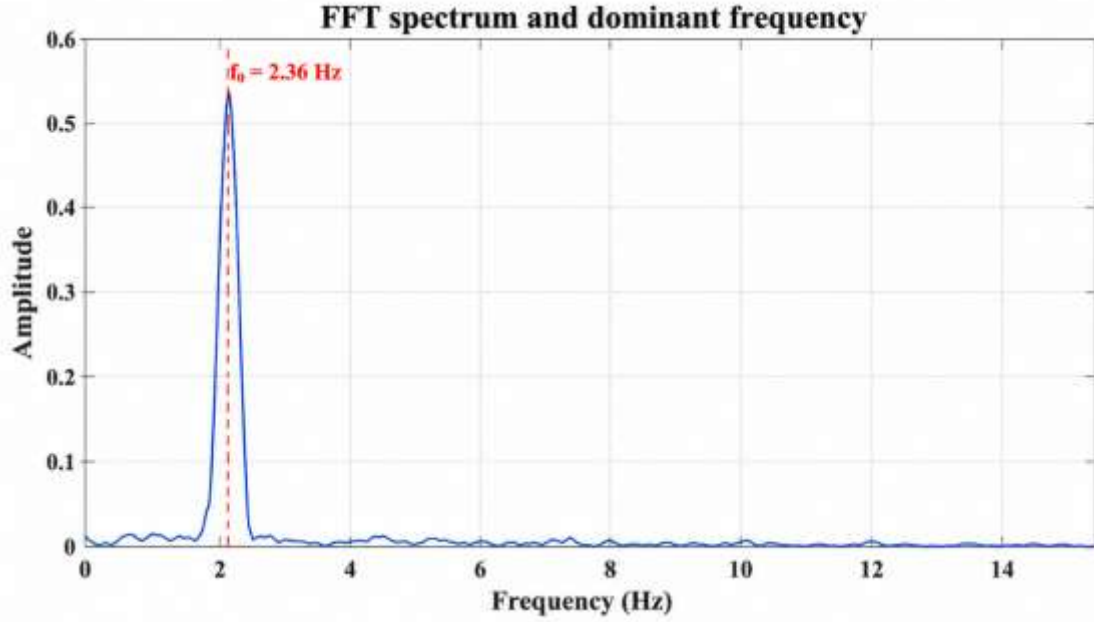


Şekil 5. Genlik zarfı.

İşaretleyici takibinden elde edilen yer değiştirme sinyalinin baskın frekans içeriği, sabit kütleli bu konfigürasyonda birinci modun yaklaşık

$$f_n \approx 2.36 \text{ Hz}$$

bandında olduğunu göstermektedir.



Şekil 6. FFT sonrası belirlenen baskın frekansın gösterimi.

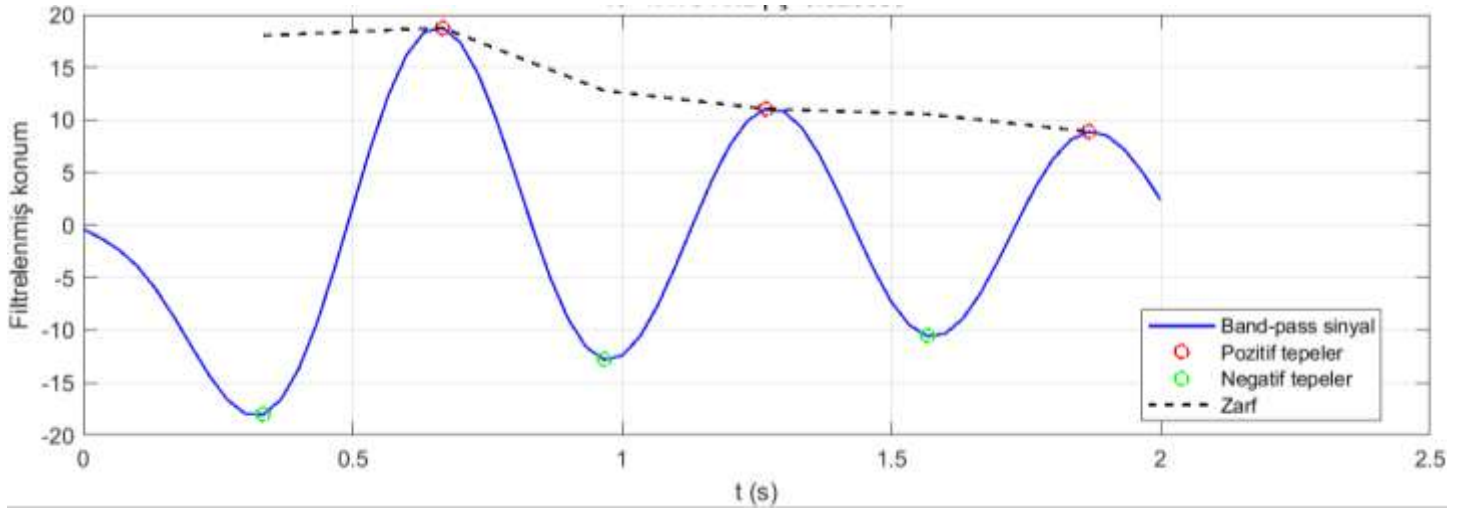
Bu sonuç, eksantrik kütlenin kiriş üzerinde sabitlenmesiyle etkin modal kütlenin arttığını ve doğal frekansın kirişin yalın teorik değerine göre aşağıya çekildiğini göstermektedir. Referans sönüm oranısının 0.044609 çıkması ise, kiriş-mesnet-kütle bütününde yapısal enerji kaybının ihmal edilemeyecek düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır.

3.2 Hareket Sonu Efektif Modal Parametreler

Aynı deney hareket sonrası durum için yapıldığında sönüm oranı genlik zarfında

$$\zeta_b = 0.025385$$

olarak elde edilmiştir.

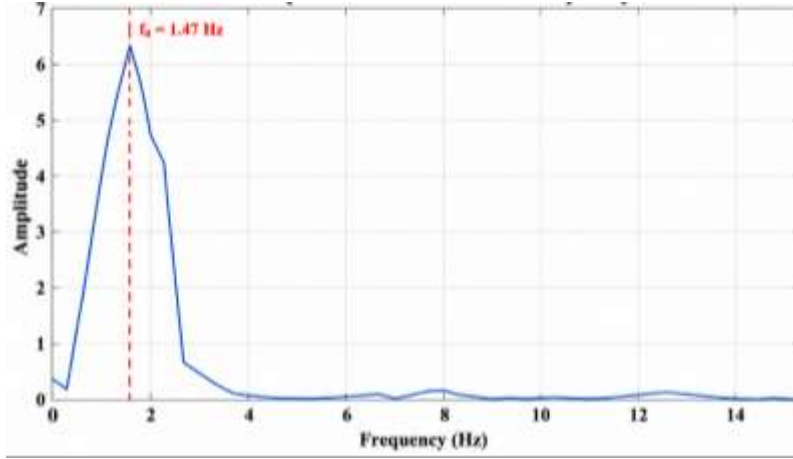


Şekil 7. Genlik Zarfı

Hareket sonrası durum için baskın frekans ise birinci modun yaklaşık

$$f_n \approx 1.47 \text{ Hz}$$

bandında olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. FFT sonrası belirlenen baskın frekansın gösterimi.

3.3 Tartışma

Aynı hareketli kütle konumu için teorik olarak iki konfigürasyonda benzer modal parametrelerin elde edilmesi beklenmektedir. Bununla birlikte, trapez hız profili ile gerçekleştirilen taban uyarımı sonrasında elde edilen titreşim verilerinden hesaplanan doğal frekans ve sönüm oranının daha düşük bulunması, ölçülen cevabın ideal serbest titreşim koşullarından sapma gösterdiğine işaret etmektedir. İdeal durumda serbest titreşim cevabı, dış kuvvetlerin sıfır olduğu lineer-zamanla değişmeyen (LTI) bir sistem denklemi ile tanımlanırken, hareket sonrası durumda sistem üzerinde artık zorlayıcı kuvvetlerin varlığı söz konusu olabilmektedir [1][12]. Özellikle step motorların tutma momenti, mikro-adımlama kaynaklı titreşimler ve kızak sistemindeki sürtünme ile boşluk etkileri, sistemin tamamen serbest bırakılmasını engelleyerek zayıf zorlanmış titreşim davranışına yol açabilir.

Buna ek olarak, hareket sonrası koşullarda ankastre sınır şartının ideal rijitlikten sapması, sistemin etkin rijitliğinin azalmasına neden olur. Araba, bağlantı elemanları ve kızak mekanizmasının sonlu rijitliğe sahip olması, ankastre sınır şartını efektif olarak yumuşatarak doğal frekansın düşmesine yol açmaktadır. Bu durum, doğal frekansın etkin rijitlik ile doğru orantılı olması prensibi ile uyumludur [10][11]. Ayrıca trapez taban uyarımı sırasında yalnızca birinci mod değil, birden fazla modun uyarılması ve hareket sonrasında bu modların süperpozisyonunun devam etmesi, ölçülen sinyalin tek serbest titreşim modundan sapmasına neden olmaktadır. Bu tür modal karışım durumlarında, özellikle düşük frekanslı bileşenlerin baskın hale gelmesi, frekans kestiriminin sistematik olarak daha düşük yapılmasına yol açabilir [2][3].

Öte yandan, gerçek mekanik sistemlerde rijitlik ve sönüm parametrelerinin genliğe bağlı olarak değişebildiği bilinmektedir. Sürtünme, temas ve boşluk etkileri gibi doğrusal olmayan davranışlar, büyük genlikli titreşimlerde etkin rijitliğin azalmasına ve dolayısıyla doğal frekansın düşmesine neden olabilir [13]. Benzer şekilde, logaritmik decrement yöntemi ile sönüm oranı kestirimi yapılırken, sinyalin saf üstel zarf davranışından sapması, düşük frekanslı drift ve filtreleme etkileri sönüm oranının olduğundan düşük hesaplanmasına neden olabilmektedir [14]. Bu bağlamda, ikinci konfigürasyonda elde edilen daha düşük doğal frekans ve sönüm oranı değerleri, sistemin ideal serbest titreşim koşullarından sapmasının ve ölçüm sürecindeki deneysel ile sayısal etkilerin birleşik bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, hareketli kütleli ankastre-serbest kiriş sisteminde doğal frekans ve sönüm oranısının görüntü işleme tabanlı modal analiz ile belirlenmesine yönelik iki kademeli bir deneysel yaklaşım sunulmuştur. Birinci kademede araba durağanken ve eksantrik kütle sabit konumdayken referans modal parametreler belirlenmiş; ikinci kademede ise arabanın trapezoidal hareketi sona erdikten sonraki residual titreşim bölgesinden efektif modal parametrelerin tanımlanması hedeflenmiştir.

Çalışmanın temel sonucu, kiriş sönümü ile efektif sönümün aynı büyüklük olmadığı ve ayrı ayrı raporlanması gerektiğidir. Referans sönüm oranı, yapının kendi modal karakterini temsil ederken; efektif sönüm oranı işletme koşuluna bağlı ek enerji kayıplarını da içerir. Bu nedenle görüntü işleme tabanlı modal analiz, yalnızca doğal frekans ve sönüm oranısı tayini için değil, aynı zamanda modal parametrelerin fiziksel yorumunu derinleştirmek için de güçlü bir yöntem sunmaktadır.

Gelecek aşamada, hareket sonu efektif modal parametrelerin doğrudan deney verisinden kesin olarak hesaplanması, burada verilen tahmini değerlerin güncellenmesi ve farklı kütle konumları için parametrik karşılaştırmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Rao, S. S. (2017). *Mechanical Vibrations* (6th ed.). Pearson.
- [2] Ewins, D. J. (2009). *Modal Testing: Theory, Practice and Application* (2nd ed.). Wiley.
- [3] Maia, N. M. M., & Silva, J. M. M. (1997). *Theoretical and Experimental Modal Analysis*. Wiley.
- [4] Frýba, L. (1972). *Vibration of Solids and Structures Under Moving Loads*. Springer.
- [5] Ma, Z.-S., Su, D.-L., Zhang, Y., & Wang, Y. (2014). Modal parameter estimation of the coupled moving-mass and beam time-varying system. In *ISMA 2014*.
- [6] Ouyang, H. (2011). Moving-load dynamic problems: A tutorial. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 25(6), 2039-2060. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2010.12.010>
- [7] Kane, T. R., Ryan, R. R., & Banerjee, A. K. (1987). Dynamics of a cantilever beam attached to a moving base. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*, 10(2), 139-151. <https://doi.org/10.2514/3.20195>
- [8] Moradi, F., Sabouri, J., & Sayyedfattahi, S. (2024). Determining vibration frequency and damping of metal beams using image processing method. *Computational Engineering and Physical Modeling*, 7(4), 63-75. <https://doi.org/10.22115/cepm.2024.477807.1332>
- [9] Huňady, R., Hagara, M., & Schrötter, M. (2012). Using high-speed digital image correlation to determine the damping ratio. *Procedia Engineering*, 48, 242-249. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.09.510>
- [10] Clough, R. W., & Penzien, J. (2003). *Dynamics of structures* (3rd ed.). Computers & Structures, Inc.
- [11] Meirovitch, L. (2001). *Fundamentals of vibrations*. McGraw-Hill.
- [12] Inman, D. J. (2014). *Engineering vibration* (4th ed.). Pearson.
- [13] Nayfeh, A. H., & Mook, D. T. (1979). *Nonlinear oscillations*. Wiley.
- [14] Bendat, J. S., & Piersol, A. G. (2011). *Random data: Analysis and measurement procedures* (4th ed.). Wiley.

**DEMİRYOLU DOLGULARININ SAYISAL DİNAMİK ANALİZİNDE MODEL GENİŞLİĞİ
OPTİMİZASYONU VE SINIR ETKİLERİ**

İnşaat Mühendisi, Tevfik Baran ÖNDER / Doç.Dr., Kamil Bekir AFACAN/ Doç.Dr., Hasan SAVAŞ
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, tevfikbaran@gmail.com, ORCID
numarası: 0009-0004-3994-7039

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, kafacan@ogu.edu.tr, ORCID
numarası: 0000-0002-3667-4432

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, hsavas@ogu.edu.tr, ORCID
numarası: 0000-0002-3138-5308

Özet

Sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan analizlerde karşılaşılan temel sorunlardan birisi, tanımlanan model geometrisinin genişliği ve sınırlarının isabetli tayin edilmemesidir. Bu çalışmanın temel amacı, Plaxis ile yapılan analizlerde optimum model genişliğinin bulunmasıdır. Sınırların yapıya çok yakın olması, yapay sınırlardan yansıyan dalgaların model içerisine geri dönerek dinamik parametrelerin hatalı hesaplanmasına yol açmaktadır. Bu araştırma, sismik yükler altında demiryolu dolgularının dinamik davranışını incelemek ve sınır etkilerini minimize edecek optimum model genişliğini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, Çerkezköy-Tekirdağ konumuna ait geoteknik veriler kullanılmış ve farklı model genişlikleri sistematik olarak analiz edilmiştir. Kumlu zeminlerin döngüsel yükler altındaki doğrusal olmayan dinamik davranışı UBC3D-PLM modeli ile tanımlanmıştır. Elde edilen bulgular, yeterli genişlikte olmayan modellerde PGA, Toplam Deformasyon ve Arias Şiddeti değerlerinin arttığını göstermektedir. Model genişledikçe bu yansımalar ortadan kalkmış ve sistemin dinamik parametreleri asimptotik olarak yakınsamıştır. Sonuç olarak, sismik enerjinin model içerisinde hapsolmadığı, sönümleyici sınır koşullarının tam çalıştığı ve hesaplama verimliliğinin sağlandığı optimum model genişliği kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dinamik Analiz, Model Genişliği Optimizasyonu, Sınır Etkileri, Demiryolu Dolgusu, UBC3D-PLM

MODEL WIDTH OPTİMİZATİON AND BOUNDARY EFFECTS İN NUMERICAL DYNAMIC ANALYSIS OF RAILWAY EMBANKMENTS

Civil Engineer, Tevfik Baran ÖNDER / Assoc. Prof. Dr., Kamil Bekir AFACAN/ Assoc. Prof. Dr., Hasan SAVAŞ

**Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Engineering and Architecture, tevfikbaran@gmail.com,
ORCID number: 0009-0004-3994-7039**

**Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Engineering and Architecture, kafacan@ogu.edu.tr, ORCID
number: 0000-0002-3667-4432**

**Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Engineering and Architecture, hsavas@ogu.edu.tr, ORCID
number: 0000-0002-3138-5308**

Abstract

One of the primary challenges in finite element analysis is the accurate determination of model geometry width and boundaries. When boundaries are positioned too close to the main structure, seismic waves reflect off these artificial boundaries back into the computational domain, leading to the erroneous calculation of dynamic parameters. This research aims to investigate the dynamic behavior of railway embankments under seismic loading and to determine the optimum model width that minimizes these boundary effects. Within the scope of the study, geotechnical data from the Çerkezköy-Tekirdağ location was utilized, and various model widths were systematically analyzed. The non-linear dynamic behavior of sandy soils under cyclic loading was simulated using the UBC3D-PLM constitutive model. The findings reveal that models with insufficient width yield artificially amplified values for Peak Ground Acceleration (PGA), Total Deformation, and Arias Intensity. As the model width increases, these artificial reflections dissipate, and the system's dynamic parameters converge asymptotically. Ultimately, the study establishes the optimum model width where absorbing boundary conditions function effectively, seismic energy entrapment is avoided, and computational efficiency is maintained.

Keywords: Dynamic Analysis, Model Width Optimization, Boundary Effects, Railway Embankment, UBC3D-PLM

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Zemin-yapı etkileşimi, sismik aktivitenin yoğun olduğu bölgelerde inşa edilen demiryolu dolgularının stabilitesini belirleyen kritik bir mekanizmadır. Sismik dalgalar yüzeye ilerlerken geçtikleri ortamın özelliklerine bağlı olarak genlik ve frekans açısından değişime uğrarlar (Kramer, 1996; Kutter vd., 2019). Bu dalga yayılımının sayısal olarak modellenmesi, doğası gereği sonsuz olan zemin ortamının sonlu bir analiz alanına indirgenmesini zorunlu kılmaktadır (Bentley Systems, 2024).

Bu sınırların yapıya ne kadar uzak olacağı literatürde tartışılan temel bir sorundur. Yetersiz model genişliği, dalgaların yapay rijit sınırlardan geri yansımaya neden olur. Sınır etkisi (boundary conditions) olarak adlandırılan bu tanım, model içerisinde sismik enerjiyi hapseder. Sonuç olarak yapının dinamik tepkisi (ivme, deplasman, Arias şiddeti) hatalı ve gerçekçi olmayan düzeylerde hesaplanır (Kazemi Esfeh ve Kaynia, 2019; Nakao vd., 2022).

Ampirik yaklaşımlar dinamik problemler için yetersiz kalmaktadır. Sismik dalga boylarının uzunluğu ve sönümleyici sınırların çalışma prensipleri dikkate alındığında, sınır mesafesinin optimize edilmesi gerekmektedir. (Idriss ve Boulanger, 2008).

Bu çalışmanın temel amacı; demiryolu dolgularının dinamik analizlerinde, yapay sınır yansımalarını önleyecek ve hesaplama verimliliğinden ödün vermeden en doğru sonucu sağlayacak optimum model genişliğini net bir şekilde ortaya koymaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Sismik yükler altında kum zeminlerin dinamik davranışı, tekrarlı kayma gerilmeleri altında rijitlik azalmasını ve doğrusal olmayan sönümlemeyi içermektedir (Kramer, 1996; Idriss ve Boulanger, 2008). Demiryolu dolguları gibi yapıların bu zeminler üzerindeki inşasında, zemin-yapı etkileşiminin sayısal olarak doğru modellenmesi yapısal stabilite açısından hayati önem taşır (Cetin vd., 2018). Ancak sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan dinamik analizlerde, sonsuz zemin ortamının sınırlandırılması sonucu ortaya çıkan dalga yansımaları, dolgu ivme ve deformasyonlarının hatalı hesaplanmasına zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle, dinamik yüklemeler altında dolgu tepkisinin doğru tahmin edilebilmesi, kullanılan sayısal modelin sınır koşullarının ve genişliğinin optimize edilmesine doğrudan bağlıdır.

2.1. Zemin-Yapı Etkileşimi ve Sayısal Modelleme Yaklaşımları

Zayıf alüvyon zeminler veya kum tabakaları üzerine inşa edilen dolgular, deprem sırasında sismik dalgaların frekans içeriğini büyütürken yapıya iletebilmektedir. Bu karmaşık etkileşimlerin tam olarak anlaşılabilmesi için iki veya üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemlerinin kullanılması zorunludur (Kutter vd., 2019; Mulyadi vd., 2023). Sonlu elemanlar yönteminde sismik dalga yayılımının doğru modellenmesi, kullanılan sınır koşullarının sönümleyici karakterde olmasına doğrudan bağlıdır (Bentley Systems, 2024).

Kum zeminlerin tekrarlı yükler altındaki dinamik davranışını temsil etmek amacıyla gelişmiş bir elasto-plastik bünye modeli olan UBC3D-PLM kullanılmıştır. Bu model, dinamik sarsıntı altında zemin iskeletinde meydana gelen rijitlik azalmasını ve sismik enerji sönümlemesini gerçekçi bir şekilde simüle edebildiği için tercih edilmiştir.

3. BÖLGESEL JEOLJİ, ZEMİN TANITIMI VE GEOTEKNİK DEĞERLENDİRMELER

Sayısal simülasyon sonuçlarının güvenilirliği için zemin profilinin bölgesel stratigrafi ile uyumlu bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Çerkezköy-Tekirdağ lokasyonuna ait jeolojik ve geoteknik karakterizasyon bu bölümde sunulmaktadır.

3.1. Bölgesel Jeoloji ve Depremsellik

Çalışma güzergahının içinde bulunduğu alanda, en genç oluşumlar olan Holosen yaşlı alüvyon çökelleri yüzeylenmektedir. Alüvyon birimler; dereler boyunca yayılan, tutturulmamış killi, siltli ve kumlu malzemelerin heterojen bir karışımından oluşmaktadır. Depremsellik açısından AFAD (2018) Türkiye Deprem Tehlike Haritası baz alınarak sismik tehlike parametreleri çıkarılmıştır. Proje alanı için yerel zemin sınıfı "ZD" (orta sıkı kum, çakıl veya katı kil) olarak tayin edilmiştir. Sismik analizler kapsamında 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan DD-2 deprem düzeyi için Pik Yer İvmesi (PGA) 0.34g, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan DD-1 deprem düzeyi için ise PGA 0.60g olarak belirlenmiştir (AFAD, 2018).

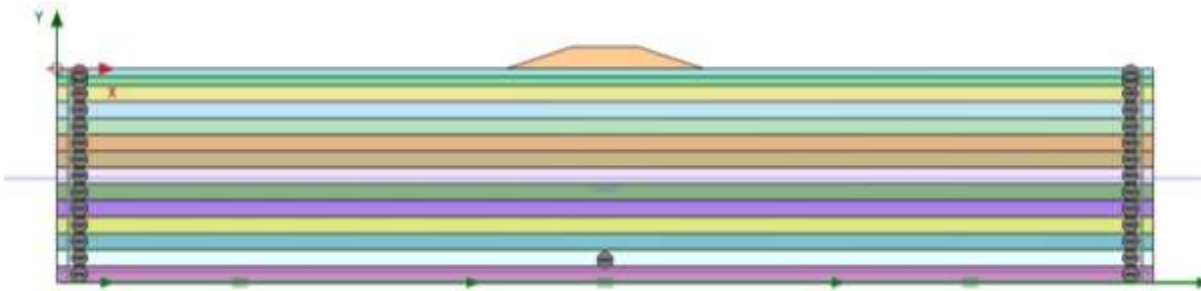
3.2. Zemin Profili ve Sondaj Verileri

Çalışma kapsamında açılan sondaj verileri ışığında derin zemin profilinin idealize edilmiş modeli oluşturulmuştur. Litolojik bulgular Çizelge 3.1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Çalışma alanına ait idealize zemin profili parametreleri

Derinlik (m)	USCS	SPT-N ₆₀	SPT-N ₁₆₀	PI %
0.00 – 4.00	SC	10	-	13
4.00 – 7.00	SM	35	33	NP
7.00 – 20.00	SM	50	38	NP

- 0.00 m – 4.00 m Derinlik: Profilin üst kısmında Killi Kum (SC) formasyonu yer almaktadır. Elde edilen darbe sayısı SPT $N_{1,60} = 10$, plastisite indisi (PI) ise %13.00'tür. Darbe sayısının düşük olması, tabakanın tekrarlı yüklemeler altında dinamik oturmalara karşı hassas olduğunu kanıtladığı görülmektedir.
- 4.00 m – 7.00 m Derinlik: Siltli Kum (SM) tabakasına geçilen bu seviyede darbe sayıları artış göstererek SPT $N_{1,60} = 35$ ve SPT $N_{1,60} = 33.00$ olarak ölçülmüştür.
- 7.00 m – 20.00 m Derinlik: Derinlerdeki Siltli Kum (SM) katmanının oldukça sıkılaştığı ve SPT $N_{1,60} = 50$ değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir.
- Yeraltı Su Seviyesi (YASS): Saha ölçümlerinde YASS'ın 10.00 metre derinlikte gözlemlendiği raporlanmıştır



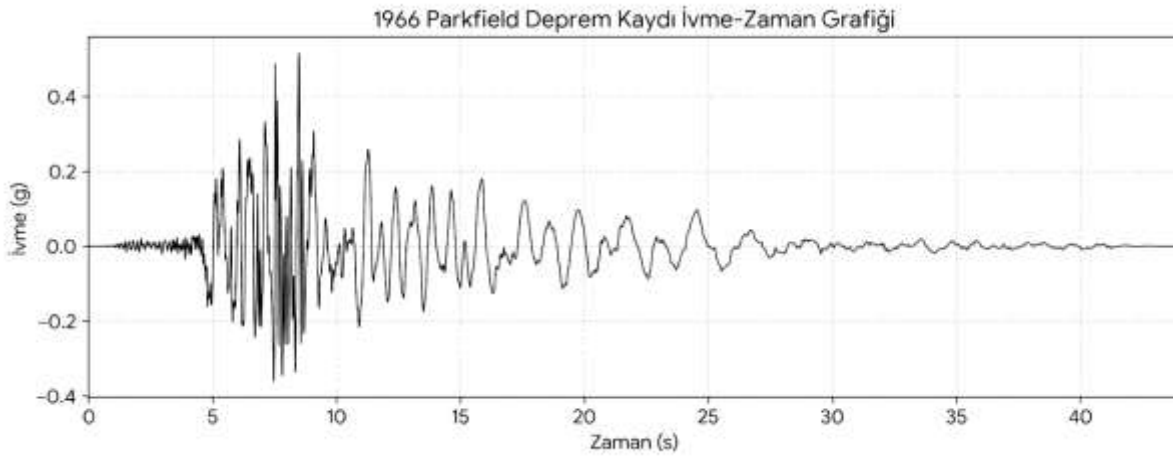
Şekil 1. Plaxis 2D Zemin Modeli

3.3. Analizde kullanılan deprem verisi

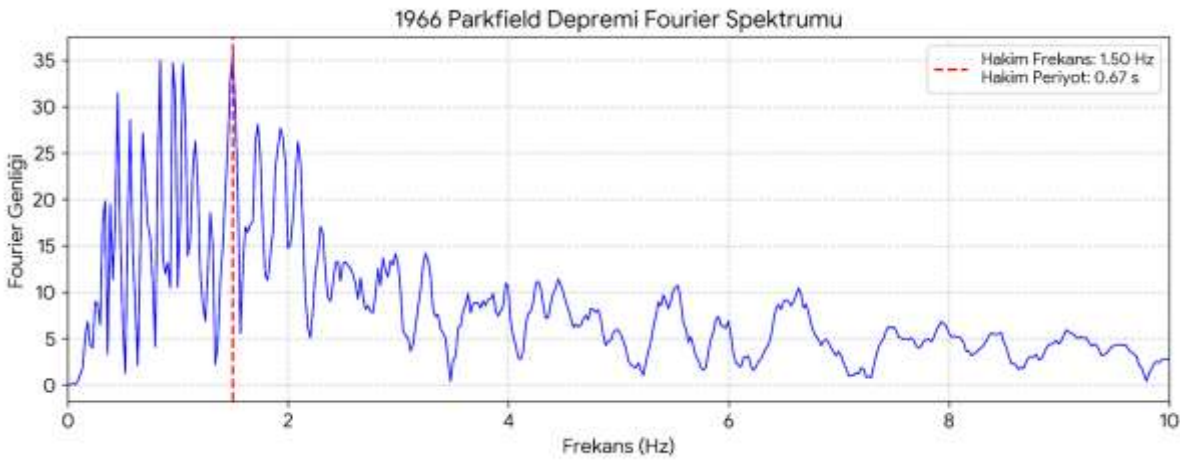
Sisteme dinamik sarsıntı girdisi olarak ne ait (İstasyon: Cholame - Shandon Array #5, Büyüklük: 6.19) 0.515g Pik Yer İvmesi değerine sahip deprem kaydı uygulanmıştır. Söz konusu depreme ait veriler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2. Analiz’de kullanılan depremin özellikleri

Deprem Verisi	Değeri
Pik Yer İvmesi (PGA)	0.515 g
Pik Yer Hızı (PGV)	44 cm/sn
Pik Yer Değiştirme (PGD)	13.29 cm
Zaman Aralığı (Δt)	0.01 sn
Hâkim Periyot T_p	0.667 sn
Hâkim Frekans f_p	1.5 Hz
Deprem Süresi	44.01 sn



Şekil 1. Analizde kullanılan depremin ivme-zaman grafiği

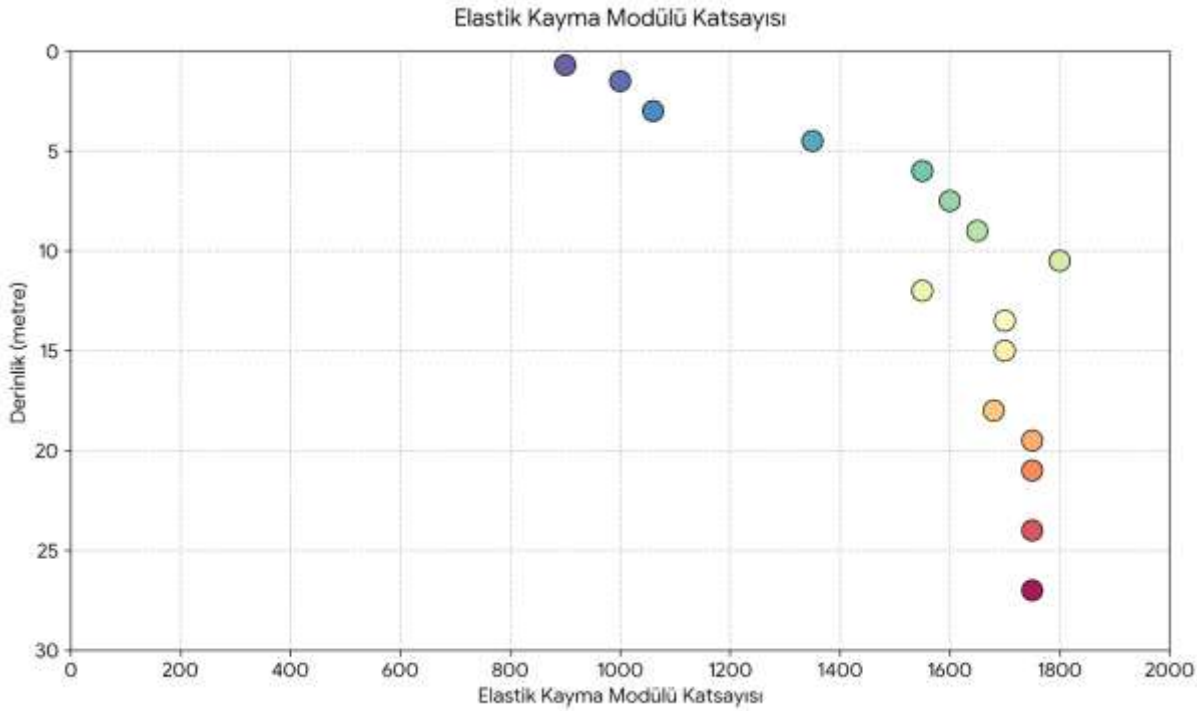


Şekil 2. Analizde kullanılan depremin Fourier Spektrumu

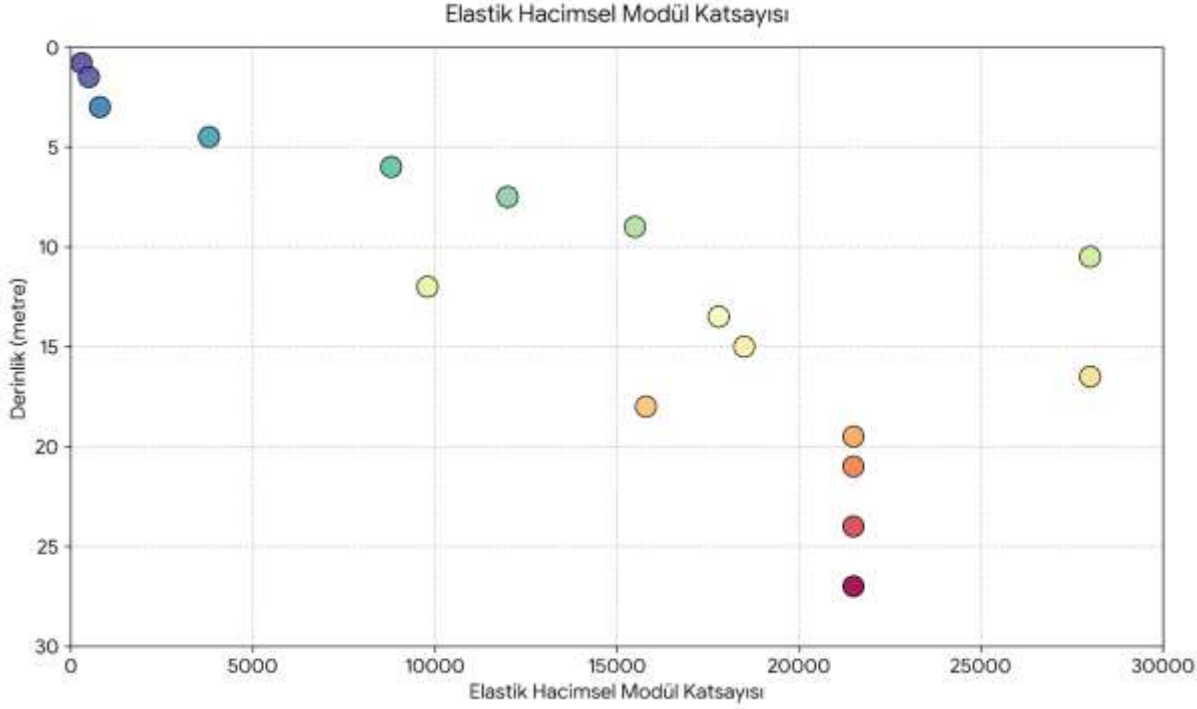
4. SAYISAL MODELLEME METODOLOJİSİ VE KALİBRASYON ÇERÇEVESİ

İki boyutlu sonlu elemanlar analizleri, PLAXIS 2D 2024.2 yazılımında düzlem şekil değiştirme koşulu altında yürütülmüştür. Dalga aktarımını en yüksek doğrulukla hesaplayabilmek için tüm analizlerde 15 düğümlü üçgen elemanlar ve "Very Fine" (Çok İnce) ağ yoğunluğu kullanılmıştır. Modelin alt sınırında "Compliant Base" (Uyumlu Taban) tanımlanmış, yanal sınırlarda ise dışarı yayılan enerjinin model kenarlarından sekmesini önlemek için serbest alan (free-field) sınırları uygulanmıştır.

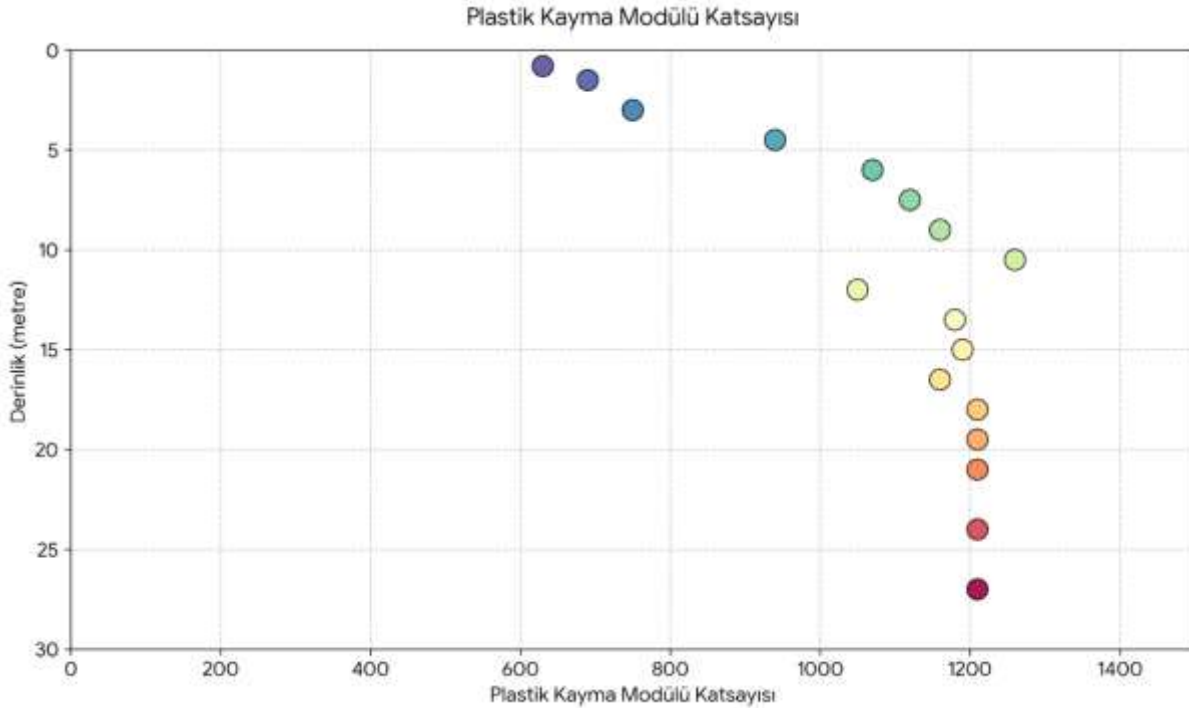
Modelin üstüne 20 MPa elastisite modülüne sahip eşdeğer bir demiryolu dolgusu yerleştirilmiştir. Zemin modeli olarak 10.00 m derinliğindeki suya doymuş SM tabakaları için Tablo 1'deki $N_{1,60}$ verileriyle kalibre edilen UBC3D-PLM model kullanılmıştır. UBC3D-PLM modeli için kullanılan veriler aşağıda Şekil.3, Şekil.4 ve Şekil.5'te grafik olarak belirtilmiştir.



Şekil-3. PLAXIS 2D analizlerinde kullanılan temel UBC3D-PLM bünye modeli için Elastik Kayma Modülü Katsayısı değerleri (G)



Şekil-4. PLAXIS 2D analizlerinde kullanılan temel UBC3D-PLM bünye modeli için Elastik Hacimsel Modül Katsayısı değerleri (K_G^P)



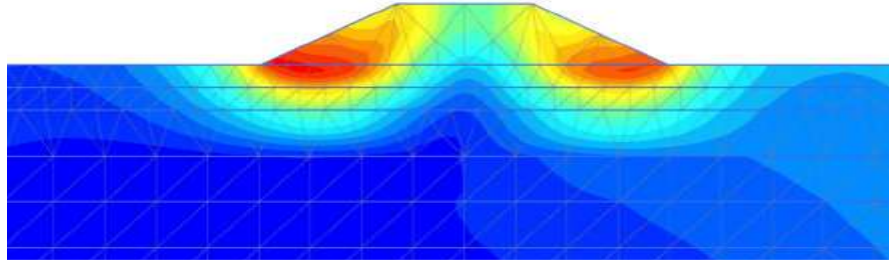
Şekil-5. PLAXIS 2D analizlerinde kullanılan temel UBC3D-PLM bünye modeli için Plastik Kayma Modülü Katsayısı değerleri (K_B^e)

5. ANALİZ SONUÇLARI VE OPTİMUM MODEL GENİŞLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Model genişliği 100 m, 200 m, 300 m, 400 m ve 500 m olarak kurgulandıktan sonra 1966 Parkfield (İstasyon: Cholame - Shandon Array #5, Büyüklük: 6.19) depremi tatbik edilmiştir.

Tablo-3. Yapılan analizlere ait bilgiler

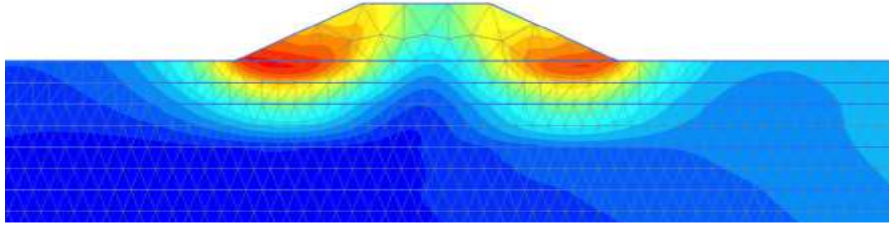
Model No	Model Genişliği (m)	Ağ Yoğunluğu	Uygulanan Deprem
1(Node 20934)	100	Very Fine	Parkfield 1966
2(Node 10806)	200	Very Fine	Parkfield 1966
3(Node 14438)	300	Very Fine	Parkfield 1966
4(Node 20692)	400	Very Fine	Parkfield 1966
5(Node 26484)	500	Very Fine	Parkfield 1966



Total displacements |u| (scaled up 5.00 times) (Time 44.01 s)

Maximum value = 0.6919 m (Element 15 at Node 4528)

Şekil-6. Parkfield Depremi Plaxis Sonuç Modeli x:100 m Ağ Yoğunluğu: Very Coarse



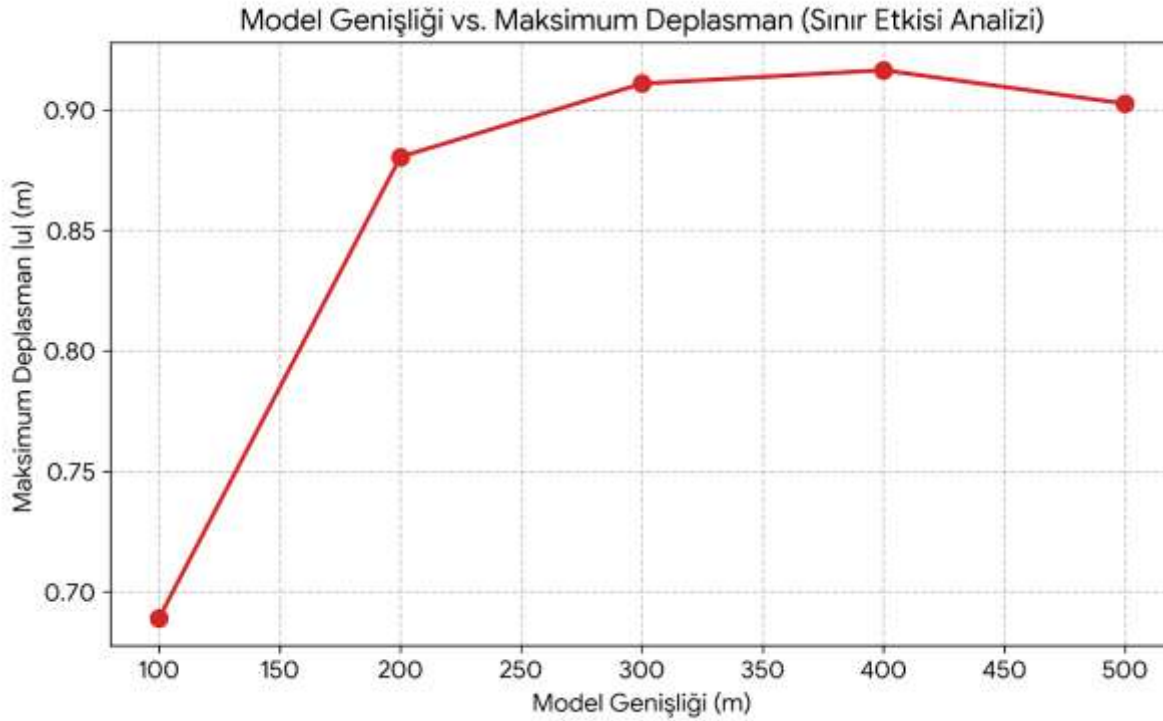
Total displacements |u| (scaled up 5.00 times) (Time 44.01 s)

Maximum value = 0.6890 m (Element 23 at Node 27254)

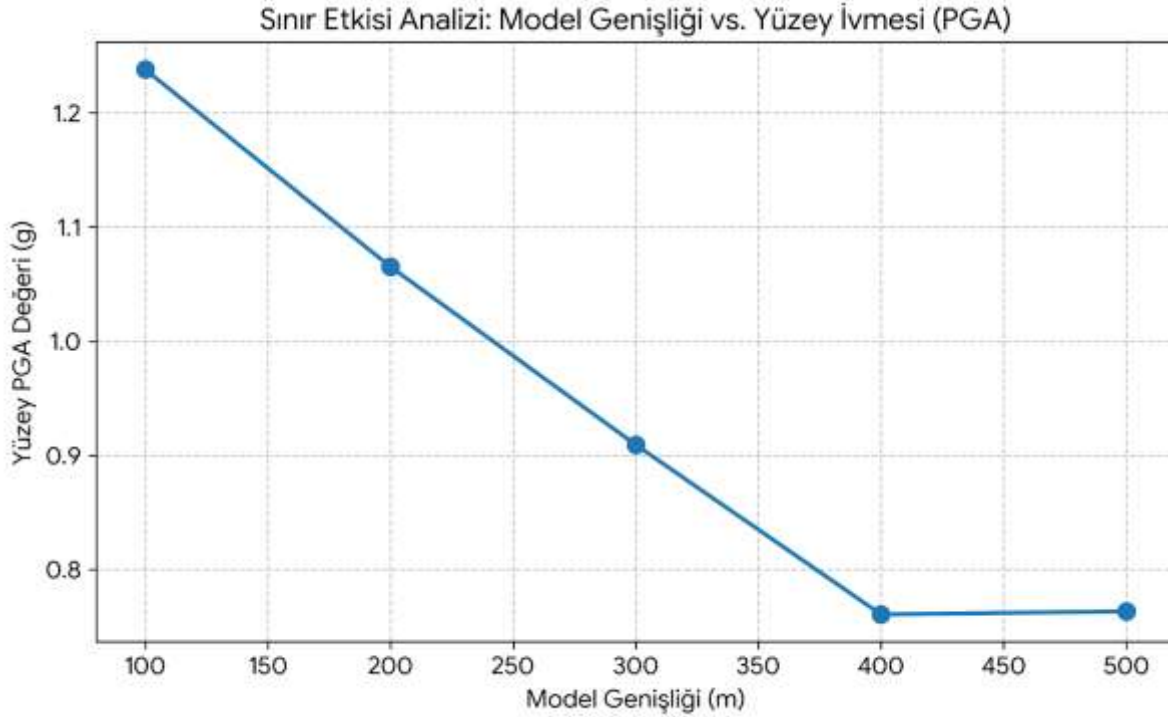
Şekil-7. Parkfield Depremi Plaxis Sonuç Modeli x:100 m Ağ Yoğunluğu: Very Fine

Tablo 4. Modellerdeki Toplam Deplasman, PGA ve Arias Intensity Değerleri

Model No	Model Genişliği (m)	Maksimum Deplasman (m)	Yüzeydeki PGA Değeri (g)	Yüzeydeki Arias Intensity Değeri
1(Node 20934)	100	0.6890	1.238	22.17
2(Node 10806)	200	0.8805	1.065	50.79
3(Node 14438)	300	0.9109	0.909	64.34
4(Node 20692)	400	0.9165	0.761	42.44
5(Node 26484)	500	0.9026	0.763	51.50


Şekil 8. Model genişliğine bağlı olarak maksimum deplasman grafiği

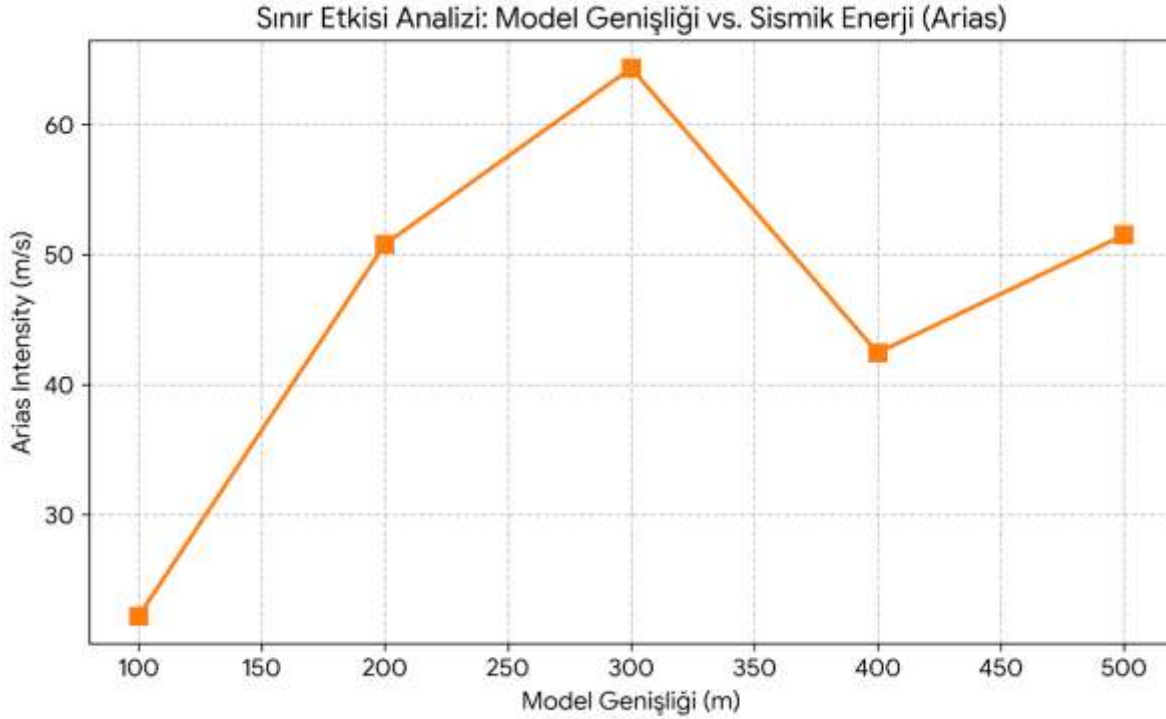
Deplasman sonuçları (Tablo 4) ve Şekil-7 incelendiğinde, 100 m ve 200 m gibi dar modellerde sınırların merkeze çok yakın olması sebebiyle dalgaların tam olarak sönümlenemediği anlaşılmaktadır. Dar modellerdeki bu tutarsızlık, dolgu kütlesinden saçılan sismik dalgaların sınırlardan sekerek gelen dalgalarla yapıcı girişim (constructive interference) oluşturması ve zeminde yapay deformasyonlar üretmesinden (0.9026 m ve 0.6890 m) kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ancak model genişliği 400 m'ye ulaştığında maksimum deplasman 0.9109 m değerine oturarak 500 m referans modelindeki (0.9165 m) sonuca büyük ölçüde yaklaşmış ve stabilizasyon sağlamıştır.



Şekil 9. Model genişliğine bağlı olarak PGA grafiği

PGA sonuçları (Tablo 4) ve model genişliğine bağlı olarak değişen PGA değeri grafiği Şekil-8 incelendiğinde; 100 m genişliğindeki modelde 1.238 g gibi yüksek bir seviyede olan ivme elde edilmiştir. Bu yüksek ivme değeri, model sınırlarının yetersizliğinden kaynaklanan yapay yansımaların (sınır etkisi-boundary conditions) doğrudan bir sonucudur. Model genişledikçe ve serbest alan (free-field) sınırları yansıyan dalgaları emdikçe sınır etkisi ortadan kalkmakta ve PGA değeri hızla düşmektedir.

Analiz sonuçlarında gerçekçi değerler 400 m ve 500 m genişlikleri arasında gerçekleşmektedir. PGA değeri 400 m modelinde 0.761 g iken, 500 m modelinde 0.763 g olarak okunmuş; yani sadece binde 2'lik bir oynama yapmıştır. Bu durum ivme eğrisinin tamamen yataya bağladığını ve sistemin 400 m'de matematiksel olarak "yakınsadığını" (converged) kanıtlamaktadır.



Şekil 10. Model genişliğine bağlı olarak Arias Intensity grafiği

Bir depremin toplam enerji kapasitesini ifade eden Arias Şiddeti Grafiği Şekil-8 ve Tablo-4 birlikte değerlendirildiğinde; sismik enerjinin 300 metrede (64.34 m/s) yapay rezonans sebebiyle zirve yaptığı gözlemlenmiştir. Ancak model genişliği 400 m ve 500 m aralığına çıkarıldığında (42.44 ile 51.50 m/s bandında), sistem salınımını söndürülendirerek ortalama bir dengeye (yaklaşık 45-50 m/s bandına) oturmaktadır.

5.1. Optimum Model Genişliğinin Seçimi

Elde edilen deplasman stabilizasyonu, PGA değerinin binde 2'lik bir farkla yatay asimptota ulaşmıştır. Arias şiddetinin söndürülerek denge bandına oturması verileri ışığında; sismik dalga sınır yansımalarını minimize eden, radyasyon söndürülmesinin tam çalıştığı ideal model genişliğinin 400 metre olduğu ortaya çıkmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bildiriye konu sondaj profili ve Parkfield depremi temel alınarak PLAXIS 2D ortamında gerçekleştirilen dinamik kalibrasyon çalışması sonucunda aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

1. Dinamik analizlerde 100 m ve 200 m gibi dar modeller kullanıldığında sınırların yapıya aşırı yakın olması sınır etkisine (boundary conditions) neden olmuş; bu durum deplasmanların tutarsız çıkmasına ve Yüzey PGA değerinin 1.238 g yüksek seviyelerde ortaya çıkmasına yol açmıştır.
2. PGA verileri detaylı biçimde incelendiğinde, ivme değerindeki asıl söndürülme ve stabilizasyonun 400 m genişliğinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. 400 m (0.761 g) ve 500 m (0.763 g) modelleri arasındaki farkın sadece binde 2 olması, sistemin 400 m boyutunda tamamen yakınsadığını (converged) ispatlamaktadır. Modeli 400 m'den daha geniş tutmanın analiz doğruluğuna bir katkısı olmadığı ortaya çıkmaktadır.
3. Arias şiddeti sonuçlarına göre, sismik enerjinin 300 m modelindeki yapay rezonans zirvesinden (64,34 m/s) sonra söndürülerek 400 m - 500 m aralığında 45-50 m/s bandında ortalama bir dengeye oturduğu

görülmüştür. Bu durum, serbest alan sınır koşullarının (free-field boundaries) bu genişlikte başarıyla çalıştığını teyit etmektedir.

4. Gerek Yüzey PGA yakınsaması, gerek Arias şiddeti sönümlenmesi, gerekse “Çok İnce (Very Fine)” ağ yapısının getirdiği hesaplama süresi maliyetleri dikkate alındığında; demiryolu dolgularının dinamik analizlerinde hem güvenli hem de verimli sonuç veren optimum model genişliğinin 400 metre olarak kullanılması standart bir geoteknik modelleme prosedürü olarak önerilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

AFAD. (2018). *Türkiye Deprem Tehlike Haritası*. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.

Bentley Systems. (2024). *PLAXIS 2D 2024.2 Material models manual* [Computer software manual]. Bentley Systems.

Bowles, J. E. (1996). *Foundation analysis and design* (5th ed.). McGraw-Hill.

Cetin, K. O., Seed, R. B., Kayen, R. E., Moss, R. E. S., Bilge, H. T., Ilgac, M., & Chowdhury, K. (2018). Dataset on SPT-based seismic soil liquefaction. *Data in Brief*, 20, 544-548.

Çelik, S. (2017). Comparison of Mohr-Coulomb and Hardening Soil models' numerical estimation of ground surface settlement caused by tunneling. *FBED*, 7(4), 95-102.

Daftari, A., & Kudla, W. (2014). Prediction of soil liquefaction by using UBC3D-PLM model in PLAXIS. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 8(2), 106.

Hatanaka, M., & Uchida, A. (1996). Empirical correlation between penetration resistance and internal friction angle of sandy soils. *Soils and Foundations*, 36(4), 1-9.

Idriss, I. M., & Boulanger, R. W. (2008). *Soil liquefaction during earthquakes*. Earthquake Engineering Research Institute.

Kazemi Esfeh, P., & Kaynia, A. M. (2019). Numerical modeling of liquefaction and its impact on anchor piles for floating offshore structures. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 127, 105839.

Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical earthquake engineering*. Prentice-Hall.

Kutter, B. L., Manzari, M. T., & Zeghal, M. (Eds.). (2019). *Model tests and numerical simulations of liquefaction and lateral spreading: LEAP-UCD-2017*. Springer Open.

KARBONATLAŞMANIN BETONARME KİRİŞLERİN YAPISAL DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN SONLU ELEMAN TABANLI PARAMETRİK ANALİZİ**Dr. Öğr. İsmail ÖZOĞUL¹/ Prof. Dr. Mehmet Eren GÜLŞAN²/ Prof. Dr. Nihat ATMACA³**¹Gaziantep Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, io297007@mail2.gantep.edu.tr, 0000-0001-6682-860X²Gaziantep Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, gulsan@gantep.edu.tr, 0000-0002-8991-0363³Gaziantep Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, atmaca@gantep.edu.tr, 0000-0003-0845-4536**Özet**

Bu çalışmada betonarme kirişlerde karbonatlaşmanın yapısal davranış üzerindeki etkisi iki aşamalı bir yaklaşımla incelenmiştir. İlk aşamada, daha önce deneysel olarak test edilmiş bir köprü kirişi referans alınarak sonlu eleman modeli oluşturulmuştur. Geliştirilen model aracılığıyla kirişin yük-deplasman ilişkisi elde edilmiş ve analiz sonuçlarının deneysel verilerle yüksek düzeyde uyum gösterdiği belirlenmiştir. Bu doğrulama, oluşturulan sayısal modelin güvenilirliğini ortaya koymaktadır. İkinci aşamada ise karbonatlaşmanın beton dayanımı, çekme donatısı oranı ve çevresel nem gibi temel parametreler üzerindeki etkileri parametrik bir analiz kapsamında değerlendirilmiştir. Bu kapsamda farklı senaryolar altında yapılan analizler, karbonatlaşmanın betonun mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini ve buna bağlı olarak taşıma kapasitesi ile süneklik davranışında azalmalara yol açtığını göstermiştir. Ayrıca, donatı oranı ve nem seviyesindeki değişimlerin karbonatlaşma sürecini ve dolayısıyla yapısal performansı önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, karbonatlaşmanın betonarme yapıların uzun vadeli dayanıklılığı ve güvenliği üzerindeki kritik rolünü vurgulamakta ve bu etkinin tasarım ve değerlendirme süreçlerinde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbonatlaşma, Betonarme, Sonlu Eleman Analizi, Parametrik Analiz, Yapısal Davranış

FINITE ELEMENT-BASED PARAMETRIC ANALYSIS OF THE EFFECT OF CARBONATION ON THE STRUCTURAL BEHAVIOR OF REINFORCED CONCRETE BEAMS**PhD Candidate, İsmail ÖZOĞUL¹/ Prof. Dr., Mehmet Eren GÜLŞAN²/ Prof. Dr. Nihat ATMACA³**¹Gaziantep University, Civil Engineering, io297007@mail2.gantep.edu.tr, 0000-0001-6682-860X²Gaziantep University, Civil Engineering, gulsan@gantep.edu.tr, 0000-0002-8991-0363³ Gaziantep University, Civil Engineering, atmaca@gantep.edu.tr, 0000-0003-0845-4536**Abstract**

In this study, the effect of carbonation on the structural behavior of reinforced concrete beams is investigated through a two-stage approach. In the first stage, a finite element model is developed based on a previously experimentally tested bridge beam. Using the developed model, the load–displacement relationship of the beam is obtained, and it is observed that the numerical results show a high level of agreement with the experimental data. This validation confirms the reliability of the proposed numerical model. In the second stage, the effects of carbonation on key parameters such as concrete compressive strength, tensile reinforcement ratio, and environmental humidity are evaluated through a parametric analysis. The analyses performed under different scenarios indicate that carbonation adversely affects the mechanical properties of concrete, leading to reductions in load-carrying capacity and ductility. Furthermore, variations in reinforcement ratio and humidity effect are found to significantly influence the carbonation process and, consequently, the structural performance. The obtained results highlight the critical role of carbonation in the long-term durability and safety of reinforced concrete structures and emphasize that this effect should be considered in design and performance assessment processes.

Key Words: Carbonation, Reinforced Concrete Beam, Finite Element Analysis, Parametric Analysis, Structural Behavior

GİRİŞ

Betonarme yapılar; yüksek dayanım, ekonomik üretim ve uzun servis ömrü gibi avantajları nedeniyle köprüler, viyadükler ve diğer altyapı sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak zamanla çevresel etkiler nedeniyle betonarme yapılarda dayanıklılık problemleri ortaya çıkmaktadır. Bu problemler arasında karbonatlaşma, betonarme yapıların servis ömrünü doğrudan etkileyen en önemli bozulma mekanizmalarından biri olarak kabul edilmektedir (Tuutti, K. (1982). Karbonatlaşma, atmosferde bulunan karbondioksitin beton içerisine nüfuz ederek çimento hidratları ile reaksiyona girmesi sonucu betonun alkalinite seviyesini düşürmesiyle meydana gelmektedir. Beton içerisindeki pH değerinin azalması sonucunda donatı çeliğini koruyan pasif tabaka bozulmakta ve donatı korozyonu başlamaktadır. Bu durum; çatlak oluşumu, beton örtüsünün dökülmesi, aderans kaybı ve taşıma kapasitesinde azalma gibi ciddi yapısal hasarlara neden olmaktadır (Papadakis et al., 1991).

Karbonatlaşmanın betonarme yapılar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, yapı güvenliği ve servis ömrü tahmini açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak karbonatlaşma kaynaklı bozulmaların deneysel yöntemlerle incelenmesi uzun zaman almakta ve yüksek maliyet gerektirmektedir. Bu nedenle son yıllarda sonlu elemanlar yöntemi gibi sayısal modelleme teknikleri yaygın şekilde kullanılmaktadır. Sonlu eleman modelleri sayesinde betonarme elemanlarda oluşan deformasyonlar, çatlak gelişimleri ve taşıma kapasitesindeki değişimler ayrıntılı biçimde analiz edilebilmektedir. Bu çalışmada, karbonatlaşma etkisine maruz kalan betonarme kirişlerin yapısal davranışının sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Nougawa Köprüsü'nden elde edilen deneysel veriler kullanılarak GİD ortamında üç boyutlu bir model oluşturulmuş ve karbonatlaşmanın yapı davranışı üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Hájková et al., 2018). Çalışma sonucunda geliştirilen modelin karbonatlaşma temelli parametrik analizlerde kullanılabilirliğinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1 Betonarme Yapılarda Karbonatlaşma

Betonarme yapılar servis ömürleri boyunca çevresel etkiler nedeniyle fiziksel ve kimyasal bozulmalara maruz kalmaktadır. Bu bozulmalar arasında karbonatlaşma, betonarme yapılarda dayanıklılığı etkileyen en önemli mekanizmalardan biri olarak kabul edilmektedir (Tuutti, K. (1982). Karbonatlaşma, atmosferde bulunan karbondioksitin beton boşluklarından içeri difüze olması ve çimento hidratları ile kimyasal reaksiyona girmesi sonucu meydana gelmektedir. Bu reaksiyon sonucunda beton içerisindeki kalsiyum hidroksit tüketilmekte ve betonun alkalinite seviyesi düşmektedir. Betonun yüksek alkalinite ortamı donatı çeliğini korozyona karşı koruyan pasif tabakanın oluşmasını sağlarken, karbonatlaşma ile birlikte pH değerinin düşmesi bu koruyucu tabakanın bozulmasına neden olmaktadır (Papadakis et al., 1991).

Karbonatlaşma süreci; betonun geçirgenliği, bağıl nem, çevresel karbondioksit oranı, beton örtü kalınlığı ve su/çimento oranı gibi birçok parametreye bağlı olarak değişmektedir (Saetta et al., 1993). Özellikle düşük kaliteli betonlarda karbonatlaşma derinliği daha hızlı ilerlemekte ve donatı seviyesine daha kısa sürede ulaşmaktadır. Karbonatlaşmanın donatı seviyesine ulaşmasıyla birlikte korozyon süreci başlamaktadır. Korozyon sonucunda donatı hacmi artmakta ve beton içerisinde çekme gerilmeleri oluşmaktadır. Bu durum zamanla çatlak oluşumuna, beton örtüsünün dökülmesine ve taşıma kapasitesinde azalmaya neden olmaktadır (Neville, 1995).

1.2 Karbonatlaşmanın Betonarme Yapı Davranışına Etkisi

Karbonatlaşma nedeniyle oluşan donatı korozyonu, betonarme elemanların mekanik davranışını doğrudan etkilemektedir. Donatı kesitinde meydana gelen azalma, elemanın eğilme ve kesme dayanımını düşürmektedir. Ayrıca donatı ile beton arasındaki aderansın azalması, yük aktarım mekanizmasının bozulmasına neden olmaktadır [Andrade & Alonso, 2001]. Korozyon ilerledikçe beton örtüsünde çatlaklar oluşmakta ve bu

çatlaklar çevresel etkilerin beton içerisine daha hızlı nüfuz etmesine yol açmaktadır. Böylece bozulma süreci hızlanarak devam etmektedir.

Betonarme kirişlerde karbonatlaşma kaynaklı hasarlar özellikle eğilme davranışı üzerinde önemli değişimlere neden olmaktadır. Korozyona uğramış donatılar nedeniyle taşıma kapasitesi azalmakta, deformasyon kapasitesi düşmekte ve göçme davranışı değiştiği Rodriguez et al., (1997) tarafından incelenmiştir. Bu nedenle karbonatlaşmanın yapı davranışı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, mevcut yapıların performans değerlendirmesi ve servis ömrü tahmini açısından büyük önem taşımaktadır.

1.3 Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Betonarme Yapıların Modellenmesi

Sonlu Elemanlar Yöntemi, betonarme yapıların davranışının sayısal olarak incelenmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Coronelli & Gambarova, (2004), bu yöntem sayesinde beton, donatı ve çevresel etkiler ayrı ayrı modellenebilmekte ve yapı davranışı detaylı biçimde analiz edilebilmiştir. Özellikle karbonatlaşma ve donatı korozyonu gibi zamanla gelişen hasar mekanizmalarının modellenmesinde sonlu eleman analizleri önemli avantajlar sağlamaktadır.

Sonlu eleman modellerinde beton genellikle doğrusal olmayan malzeme modeli ile tanımlanırken, donatı elemanları elastoplastik davranış gösterecek şekilde modellenmektedir. Karbonatlaşma etkisi ise donatı kesit kaybı, aderans azalması ve beton çatlakları gibi parametreler üzerinden modele aktarılmaktadır (Akiyama et al., 2025). Böylece yapı elemanlarının yük-deplasman ilişkileri, çatlak gelişimleri ve taşıma kapasitesi değişimleri ayrıntılı olarak incelenebilmektedir.

1.4 Literatür Araştırması

Literatürde karbonatlaşmanın betonarme yapılar üzerindeki etkilerini inceleyen birçok deneysel ve sayısal çalışma bulunmaktadır. Tuutti, K. (1982), betonarme yapılarda korozyon mekanizmasını karbonatlaşma ve klorür etkileri açısından inceleyerek dayanıklılık çalışmalarına önemli katkı sağlamıştır. Papadakis et al., (1991), beton karbonatlaşmasının teorik temellerini açıklamış ve karbonatlaşma derinliğinin tahmini için analitik modeller geliştirmiştir. Saetta et al., (1993) ise beton içerisindeki nem, sıcaklık ve karbondioksit hareketini dikkate alan sayısal bir karbonatlaşma modeli önermiştir.

Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda karbonatlaşma etkisinin sonlu eleman modelleri ile incelenmesine ağırlık verilmiştir. Coronelli & Gambarova, (2004), deneysel verilerle doğrulanmış sayısal modeller sayesinde karbonatlaşmanın betonarme elemanların yapısal performansı üzerindeki etkileri daha gerçekçi şekilde analiz edilebilmektedir.

2. YÖNTEM

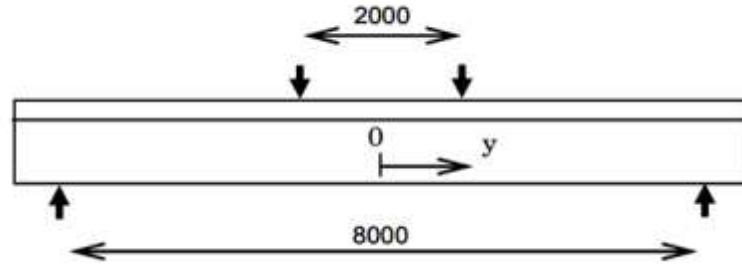
Bu çalışmada, betonarme kirişlerin karbonatlaşma etkisi altındaki davranışının sonlu elemanlar yöntemi ile modellenebilirliğini değerlendirmek amacıyla Japonya’da yer alan Nougawa Köprüsü’ne ait deneysel veriler kullanılmıştır. Söz konusu deneysel veri seti, karbonatlaşma davranışına yönelik doğrudan kapsamlı bir deneysel çalışma bulunmaması nedeniyle, sayısal modelin doğrulanması ve programın çalışabilirliğinin ortaya konulması amacıyla referans alınmıştır. Bu kapsamda köprü yapısı sonlu elemanlar ortamında modellenmiş ve karbonatlaşma etkisi araştırmak için parametrik çalışmaya zemin hazırlanmıştır.

2.1 Deneysel Çalışma

Çalışmada, Japonya’nın kıyı bölgesinde yer alan ve 1930 yılında inşa edilen Nougawa Köprüsü incelenmiştir. Üç açıklıklı sürekli betonarme kiriş sistemine sahip olan köprü toplam 131,8 m uzunluğundadır. Yapı deniz kıyısına yaklaşık 100 m uzaklıkta bulunduğundan dolayı uzun yıllar boyunca klorür saldırısına maruz kalmıştır. Köprüde meydana gelen korozyon kaynaklı bozulmalar nedeniyle 1959 yılında onarım yapılmış, ilerleyen yıllarda ise yeniden hasarlar oluşmuştur. 2006 yılında yapı servis dışı bırakılmış ve 2009 yılında deneysel

incelemeler gerçekleştirilmiştir (Hájková et al., 2018). Deneysel çalışma kapsamında köprünün dış ve iç bölgelerinden iki adet betonarme kiriş örneği alınmıştır. Numuneler üzerinde görsel inceleme, klorür içeriği analizi, yükleme testi ve yükleme sonrası malzeme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Kirişlerden alınan beton karotları üzerinde toplam klorür içeriği ölçülmüştür. Donatı seviyesinde ölçülen klorür miktarının, betonarme yapılarda korozyon oluşumu için kabul edilen sınır değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçları, köprüdeki donatı korozyonunun temel nedeninin klorür etkisi olduğunu göstermiştir.

Kesilen kiriş örnekleri basit mesnetli olarak yerleştirilmiş ve iki noktadan yük uygulanmıştır. Böylece sabit moment bölgesi oluşturularak eğilme davranışı incelenmiştir. Yükleme sırasında yük-deplasman ilişkileri kaydedilmiş ve çatlak gelişimleri gözlemlenmiştir. Yükleme koşulları **Şekil 1**'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Yükleme Koşulları

Yükleme testleri ile birlikte beton numuneleri üzerinde basınç dayanımı ve elastisite modülü deneyleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca donatı çeliklerinden alınan numuneler üzerinde çekme deneyleri yapılmıştır. Elde edilen malzeme özellikleri **Tablo 1** ve **Tablo 2**'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Betonun basınç testi sonuçları.

	T şekilli betonarme kiriş	Yol kaplama betonu
Basınç dayanımı	26 N/mm ²	13 N/mm ²
Elastisite modülü	25,000 N/mm ²	22,000 N/mm ²
Max. agrega boyutu	50 mm	25 mm
Numune sayısı	3	6
Varyans katsayısı	5%	36%

Tablo 2. Donatının çekme testi sonuçları.

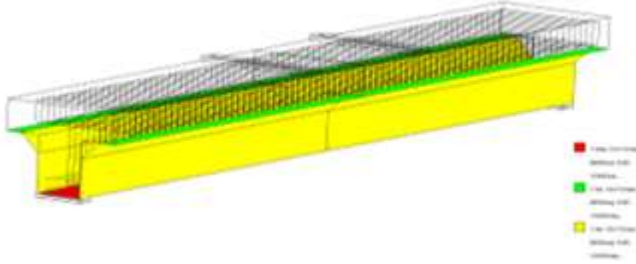
	Uzun donatı	Etriye
Akma gerilmesi	262 N/mm ²	270 N/mm ²
Elastisite Modülü	195,000 N/mm ²	198,000 N/mm ²
Donatı çapı	25.4 mm	9.5 mm

2.2 Sonlu Elemanlar Modeli

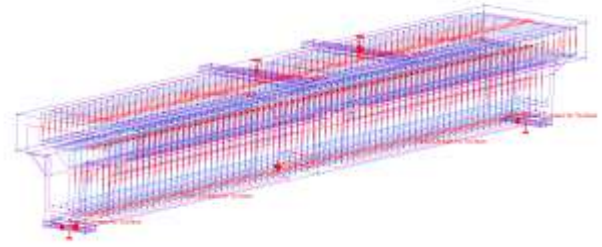
Deneysel çalışmanın sayısal modellemesi, GİD sonlu elemanlar yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Modelleme süreci dört temel aşamada yürütülmüştür.

İlk aşamada betonarme kirişin üç boyutlu geometrisi oluşturulmuştur. Modelde T kesitli betonarme kiriş sistemi dikkate alınmış ve deneysel numuneye ait gerçek boyutlar kullanılmıştır. Deneysel çalışmada iç kiriş ve dış kiriş çalışması yapılmıştır. Ama bu çalışmada sadece iç kiriş modellenmiştir. Donatı yerleşimleri ve kaplama betonları modele dahil edilmiştir.

Üç boyutlu geometrisi çizildikten sonra beton ve donatı çeliğine ait mekanik özellikler modele atanmıştır. Beton için basınç dayanımı, elastisite modülü ve diğer mekanik parametreler deneysel sonuçlara göre tanımlanmıştır. Donatı çeliği için ise akma dayanımı, elastisite modülü ve çap bilgileri kullanılmıştır. Ayrıca boyuna donatılar ve etriyeler gerçek yerleşim düzenine uygun şekilde modellenmiştir. Modele mekanik özellikler aktarıldıktan sonra model üzerinde yükleme işlemleri şu şekilde gerçekleştirildi; kendi ağırlığı, sabit yük, klorür saldırısı son olarak artırımlı yük olmak üzere dört aşamalı yüklenmiştir. Şekil 2 ve Şekil 3'te yükler belirtilmiştir.

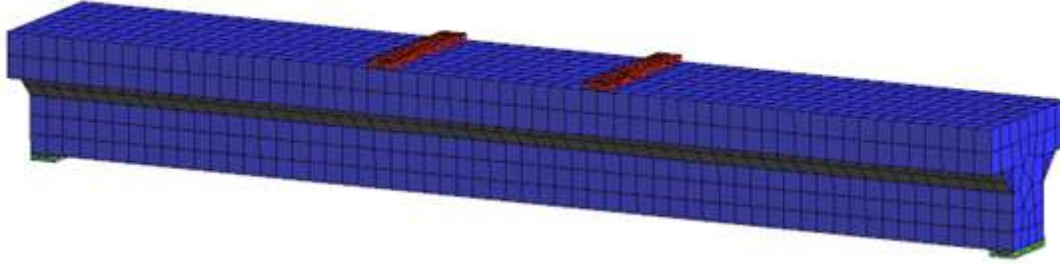


Şekil 2. Üçüncü aralıkta klor etkisi belirtilmiş.



Şekil 3. Kendi yükü, sabit yük ve artırımlı yük etkisi.

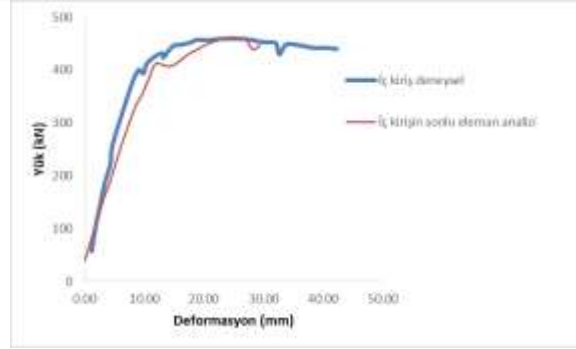
Tüm işlemler bittikten sonra analiz başlatmadan önce modelin çözüm doğruluğunu artırmak amacıyla yüzeysel ve hacimsel mesh işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4). Beton ve donatı elemanları için uygun ağ yapısı oluşturulmuş ve eleman boyutları çözüm hassasiyetine göre optimize edilmiştir.



Şekil 4. T kirişin mesh sonucu.

Son olarak analizler başlatılmış ve sonlu elemanlar analizleri sonucunda klorür geçirgenliği, deformasyon değişimleri, çatlak oluşumları ve donatı deplasmanları elde edilmiştir. Analiz sonuçları deneysel gözlemler ile karşılaştırılmıştır.

Elde edilen yük-deplasman eğrileri incelendiğinde, deneysel çalışma ile sonlu eleman modelinin benzer davranış sergilediği **Şekil 5**'de gösterilmiştir.

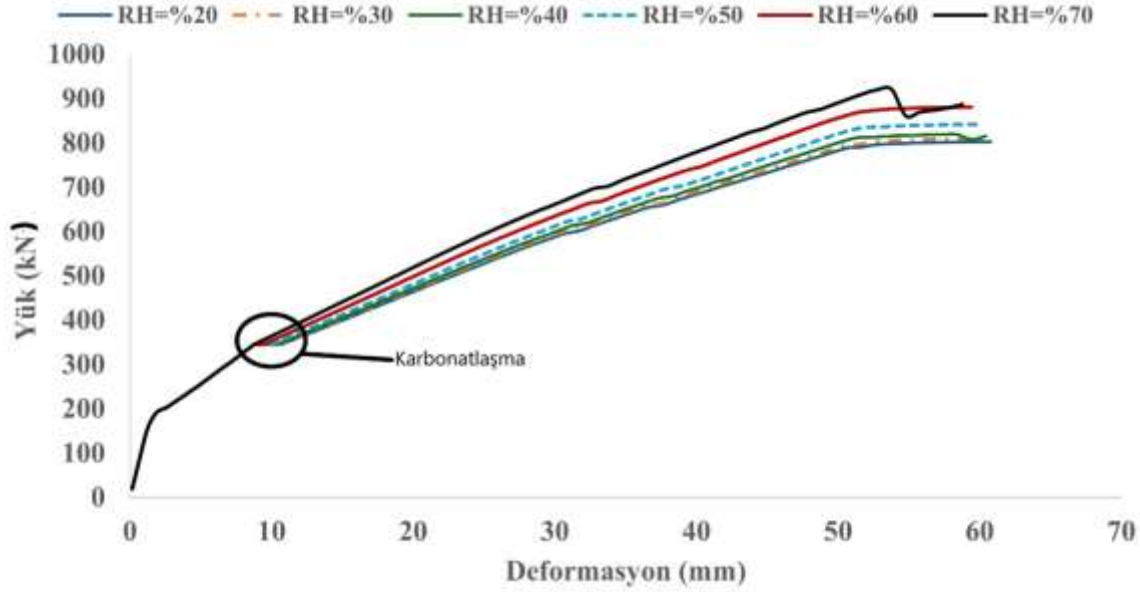


Şekil 5. Deneysel ve sonlu eleman analiz deformasyon-yük grafiği.

Deneysel ve sonlu eleman analiz sonuçlarının uyumu ile betonarme dayanımı, bağıl nem etkisi ve çekme donatısı parametrelerinin karbonatlaşma üzerinde etkisi araştırılmıştır. Aynı kiriş modeli üzerinde diğer parametreler sabit tutularak beton dayanımında 20 MPa, 30 MPa, 40 MPa, 50 MPa ve 60 MPa beton dayanımları. Bağıl nem için %20, %30, %40, %50, %60 ve %70 değerleri, çekme donatısı içi ise çapı R20 mm R23 mm ve R26 mm olan donatılar kullanılmıştır. Böylece bu parametrelerin etisi karbonatlaşmadaki rolleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

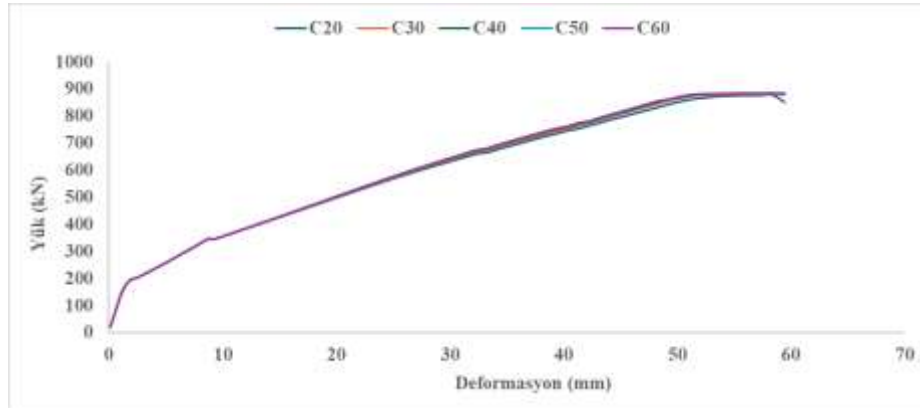
3. BULGULAR

Bu çalışmada, farklı bağıl nem (RH) koşullarının betonarme bir kirişte karbonatlaşma derinliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kullanılan kiriş modeli deneysel çalışmada kullanılan özellikler aynı sadece bağıl nem oranları değiştirilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar **Şekil 6**'da sunulmuş olup, bağıl nem oranı ile karbonatlaşma ilerlemesi arasında belirgin bir ilişki olduğunu göstermektedir. **Şekil 6**'da görüldüğü üzere, %20 ile %50 bağıl nem aralığında karbonatlaşma sürecinin aktif olduğu ve karbonatlaşma derinliğinin anlamlı şekilde arttığı belirlenmiştir. Bu nem seviyelerinde beton gözenek yapısında hem CO₂ difüzyonuna izin veren boşlukların bulunduğu hem de reaksiyon için gerekli nem ortamının sağlandığı düşünülmektedir. Özellikle bu aralıkta karbonatlaşma hızının nispeten yüksek olduğu **Şekil 6**, üzerinden açıkça izlenmektedir. Buna karşılık, **Şekil 6**'da da görüldüğü gibi, %70 bağıl nem ve üzerindeki koşullarda karbonatlaşma ilerlemesinin durduğu veya ihmal edilebilir seviyelere indiği tespit edilmiştir. Yüksek bağıl nemde beton gözeneklerinin su ile büyük ölçüde doygun hale gelmesi nedeniyle CO₂ difüzyonunun ciddi şekilde kısıtlandığı ve bu durumun karbonatlaşma reaksiyonunu sınırlandırdığı değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, **Şekil 6**, karbonatlaşma açısından en etkili çevresel koşulların orta düzey bağıl nem aralığı (%20–%50) olduğunu, yüksek bağıl nem koşullarında ise karbonatlaşma sürecinin belirgin şekilde baskılandığını açıkça ortaya koymaktadır.



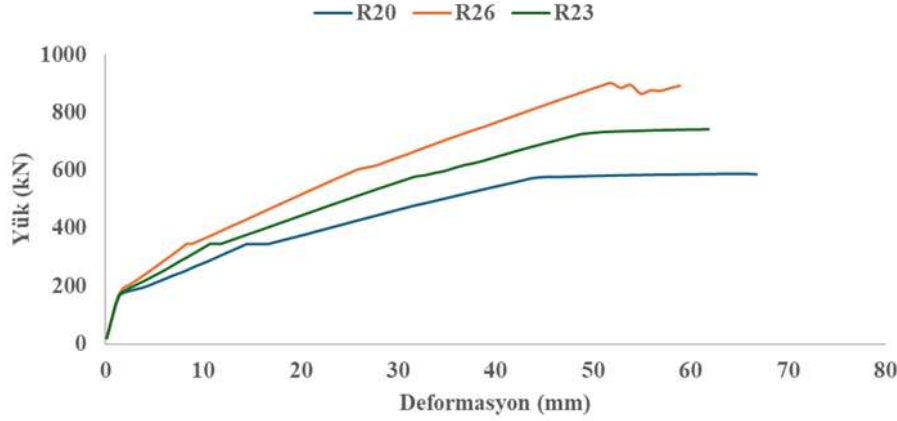
Şekil 6. Bağıl nemin (RH) karbonatlaşmadaki etkisi.

Şekil 7’de görüldüğü gibi C20, C30, C40, C50 ve C60 (MPa) beton dayanım sınıflarına ait örnekler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve karbonatlaşma davranışındaki değişim bu parametreler üzerinden analiz edilmiştir. Gözlemler sonucunda, dayanım sınıfı arttıkça betonun daha yoğun ve daha düşük geçirgenliğe sahip bir mikro yapı sergilemesi nedeniyle karbonatlaşma derinliğinde genel olarak bir azalma eğilimi gözlenmiştir. Ancak elde edilen sonuçlar, bu azalmanın beklenildiği kadar belirgin olmadığını ve etkisinin sınırlı düzeyde kaldığını göstermektedir. Bu bulgular, karbonatlaşmanın yalnızca basınç dayanımı ile açıklanmasının yeterli olmayabileceğini göstermiştir.



Şekil 7. Beton dayanım sınıflarına göre yük-deplasman eğrileri

Şekil 8’de eğriler incelendiğinde, çekme donatısı çapı R20, R23 ve R26 (mm) olarak arttıkça karbonatlaşma etkisine bağlı deplasman değerlerinde azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir. Donatı çapındaki artışın elemanın rijitliğini artırması nedeniyle, aynı yük seviyeleri altında oluşan yer değiştirmelerin daha düşük seviyelerde gerçekleştiği düşünülmektedir. Buna paralel olarak, kirişlerin taşıma kapasitesinde artış olduğu ve daha büyük çaplı donatıların karbonatlaşma etkisine karşı daha dayanımlı bir davranış sergilediği görülmüştür. Genel olarak sonuçlar, donatı çapının artmasının hem deformasyonları azalttığını hem de yapı elemanının yük taşıma kapasitesini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır.



Şekil 8. Çekme donatı çaplarına göre yük deplasman eğrileri.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, bağıl nem, beton dayanım sınıfı ve çekme donatısı çapının betonarme kirişlerde karbonatlaşma davranışı üzerindeki etkileri parametrik olarak incelenmiştir. Buna göre sonuçlar ve öneriler ortaya konulmuştur.

- Bağıl nemin betonarme kirişlerde karbonatlaşma derinliği üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğu ve en hızlı karbonatlaşma etkisi %20–%50 RH aralığında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yüksek bağıl nem koşullarında (%70 ve üzeri) gözeneklerin su ile doymuş hale gelmesi nedeniyle CO₂ difüzyonunun sınırlandığı ve karbonatlaşma hızının önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir.
- Beton dayanım sınıfı arttıkça karbonatlaşmanın etkisi betonarme yapılarda azaltılabileceği ortaya koymuştur.
- Çekme donatısı çapının artması betonarme kirişlerin hem taşıma kapasitesini artırmış hem de karbonatlaşma etkisi altında oluşan deformasyonları azalttığı gözlemlenmiştir.
- Gelecekte bilime katkı için ayrıca sıcaklık ve CO₂ yoğunluğu gibi çevresel parametrelerin bağıl nem ile birlikte etkileşimli olarak değerlendirilmesi, karbonatlaşma sürecinin daha kapsamlı modellenmesine katkı sağlayacaktır.
- Beton dayanımları daha hasas bir şekilde incelenebilmesi için daha küçük modeller kullanılırsa beton dayanımlarının karbonatlaşma üzerinde etkisi daha net ortaya konulabilir.
- Betonarme yapılarda çekme donatısının anlık yük için taşıma kapasitesinde etkili olabilir. Ama karbonatlaşmada sürecinde betonda oluşan dökülmelerin etkisi deneysel bir çalışma ile ancak daha net bir şekilde ortaya konulabilir.

Fonlama: Bu çalışma, Gaziantep Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından desteklenmiştir (No: MF.DT.22.20).

Teşekkür: Yazarlar, İsmail Özoğul'a YÖK 100/2000 Projesi kapsamında sağlanan destekten dolayı teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

- Andrade, C., & Alonso, C. (2001). *On-site measurements of corrosion rate of reinforcements*. Construction and Building Materials, 15(2–3), 141–145.
- Akiyama, M., Frangopol, D. M., & Xu, Z. (2025). *Probabilistic service life assessment of corroded concrete structures: a state-of-the-art review*. Structure and Infrastructure Engineering, 21(7–8), 1081–1100.
- Coronelli, D., & Gambarova, P. (2004). *Structural assessment of corroded reinforced concrete beams*. Journal of Structural Engineering, 130(8), 1214–1224.
- Hájková, K., Šmilauer, V., Jendele, L., & Červenka, J. (2018). Prediction of reinforcement corrosion due to chloride ingress and its effects on serviceability. *Engineering Structures*, 174, 768-777.
- Neville, A. M. (1995). *Properties of Concrete*. Longman Group Limited, Harlow, Essex, UK.
- Papadakis, V. G., Vayenas, C. G., & Fardis, M. N. (1991). *Fundamental modeling and experimental investigation of concrete carbonation*. ACI Materials Journal, 88(4), 363–373.
- Rodriguez, J., Ortega, L. M., & Casal, J. (1997). *Load carrying capacity of concrete structures with corroded reinforcement*. Construction and Building Materials, 11(4), 239–248.
- Saetta, A. V., Schrefler, B. A., & Vitaliani, R. V. (1993). *The carbonation of concrete and the mechanism of moisture, heat and carbon dioxide flow through porous materials*. Cement and Concrete Research, 23(4), 761–772.
- Tuutti, K. (1982). *Corrosion of steel in concrete*. Swedish Cement and Concrete Research Institute.

SÜPERPOZE AV TÜFEĞİ HOROZ MEKANİZMASININ DİNAMİK ANALİZİ VE TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU İLE TASARIM İYİLEŞTİRMESİ**Makine Mühendisi, Vedat ŞAHİN^{1,2}/ Prof. Dr. Ahmet UYUMAZ³****¹Kayhan Ertuğrul Makina Sanayi ve Tic. A.Ş., vedat_shn15@hotmail.com, ORCID ID: 0009-0002-0946-295X****²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, vedat_shn15@hotmail.com, ORCID ID: 0009-0002-0946-295X****³Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, auyumaz@mehmetakif.edu.tr, ORCID ID:0000-0003-3519-0935****Özet**

Atıcılık sporları ve av tüfeği amaçlı üretim yapan işletmelerin, ürün performansını belirleyen en kritik parametrelerden biri, mekanizmaların çalışma hızı ve yapısal güvenilirliğidir. Süperpoze av tüfeği horoz mekanizmasının dinamik analizi ve topoloji optimizasyonu, sistem performansını artırmak, titreşimleri azaltmak ve daha dayanıklı, hafif ve verimli tasarım çözümleri geliştirmek açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmada, süperpoze av tüfeklerinde ateşleme sisteminin temel bileşeni olan horoz mekanizmasının davranışı ve yapısal optimizasyonu incelenmiştir. Ateşleme süreci, tüfek kurulu haldeyken 34,5 mm boyunda olan ve esneklik potansiyel enerjisi depolayan horoz yaylarının, tetiğin düşürülmesiyle 40,7 mm boya ulaşarak bu enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürmesi esasına dayanmaktadır. Bu enerji dönüşümü sonucunda horozun iğneye çarpmasıyla gerçekleşen anlık darbe karakteristiği, zamana bağlı bir çözümleme gerektirdiği için ANSYS "Explicit Dynamics" modülü kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlerde, sağ ve sol horozların iğne ile buluştukları farklı geometrik konumlar ve çarpmadan doğan tepki kuvvetleri altındaki gerilme dağılımları belirlenmiştir. Parça modellenerek elde edilen veriler ışığında, horoz parçasının mukavemetini korurken ağırlığını azaltmak amacıyla "Topoloji Optimizasyonu" yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemle, horoz üzerindeki düşük stresli bölgelerden malzeme boşaltılarak, parçanın mukavemeti irdelenmiş ve daha hızlı bir tetik düşürme zamanı için hafifletilmiş bir tasarım elde edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, hafifletilmiş horoz tasarımının darbe anındaki yapısal bütünlüğünü koruduğu ve üretim süreçlerinde malzeme tasarrufu sağladığı doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Süperpoze av tüfeği, Horoz mekanizması, Topoloji Optimizasyonu, Dinamik analiz

DYNAMIC ANALYSIS AND DESIGN IMPROVEMENT OF OVER-UNDER SHOTGUN HAMMER MECHANISM VIA TOPOLOGY OPTIMIZATION**Mechanical Engineer, Vedat ŞAHİN^{1,2/} Prof. Dr. Ahmet UYUMAZ³****¹Kayhan Ertuğrul Machinery Industry and Trade Inc., vedat_shn15@hotmail.com, ORCID ID: 0009-0002-0946-295X****²Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Mechanical Engineering, vedat_shn15@hotmail.com, ORCID ID: 0009-0002-0946-295X****³Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Mechanical Engineering, auyumaz@mehmetakif.edu.tr, ORCID number:0000-0003-3519-0935****Abstract**

For enterprises manufacturing sports shooting and hunting rifles, one of the most critical parameters determining product performance is the operating speed and structural reliability of the mechanisms. The dynamic analysis and topology optimization of the hammer mechanism in over-under shotguns are of significant importance in enhancing system performance, reducing vibrations, and developing more durable, lightweight, and efficient design solutions. In this study, the dynamic behavior and structural optimization of the hammer mechanism, which constitutes the fundamental component of the firing system in over-under shotguns, were investigated. The firing process is based on the conversion of elastic potential energy into kinetic energy as the hammer springs, which are 34.5 mm long in the cocked position, reach a length of 40.7 mm upon trigger release. The instantaneous impact characteristics resulting from the hammer striking the firing pin were analyzed using the ANSYS "Explicit Dynamics" module, as this energy conversion requires a time-dependent solution. In the analyses, the stress distributions under reaction forces arising from the impact and the different geometric positions where the right and left hammers meet the firing pin were determined. Based on the data obtained from the modeled component, the "Topology Optimization" method was applied to reduce the weight of the hammer part while preserving its structural strength. By employing this method, material was removed from low-stress regions of the hammer in order to optimize its moment of inertia, with the aim of achieving a lightweight design that enables a faster trigger release time. As a result of the study, it was confirmed that the lightweight hammer design maintains its structural integrity during impact and provides material savings in manufacturing processes.

Keywords: Over-under shotgun, Hammer mechanism, Topology optimization, Dynamic analysis

GİRİŞ

Süperpoze av tüfekleri yaygın olarak kullanılan bir ateşli silah türüdür. Bu tür silahların etkinliğini etkileyen en kritik parçalardan biri horoz mekanizmasıdır. Mekanizma, tetiğin çekilmesiyle birlikte potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümünü sağlamakta ve pimin fişeğe çarpmasını tetiklemektedir. Literatürde av tüfekleri ve benzeri ateşli silah sistemlerini inceleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Beyaz ve Erzincanlı, 2018; Chaturvedi ve Dwivedi, 2018; Chen ve ark., 2015; Güner, 2017; Özgüder ve ark., 2017; Zaloğlu, 2013). Bu çalışmalar genellikle geri tepme mekanizmaları, namlu balistiği, malzeme yorgunluğu ve ergonomik tasarım gibi konulara odaklanmaktadır. Horoz mekanizması gibi spesifik ve dinamik yükler altında çalışan kritik bir bileşenin, özellikle modern mühendislik yaklaşımları olan dinamik analiz ve topoloji optimizasyonu perspektifinden kapsamlı bir şekilde incelenmesi sınırlıdır. Mevcut çalışmalar daha çok genel sistem analizi veya tekil parça optimizasyonu üzerinde yoğunlaşırken, horoz mekanizmasının darbe karakteristiği ve topolojik iyileştirmesi gibi birleşimini ele alan bir yaklaşıma nadiren rastlanmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışma, horoz mekanizmasının davranışını ve performans artırıcı topoloji optimizasyonunu bir arada ele alarak literatürdeki bu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Horoz mekanizması, süperpoze av tüfeğinin ateşleme döngüsünün merkezi bir parçasıdır. Tüfek kurulu haldeyken, horoz yayı sıkışmış durumdadır ve bu durum yayda esneklik potansiyel enerjisi biriktirir. Tetiğin çekilmesiyle birlikte horoz serbest kalır ve yay enerjisini kullanarak hızla hareket eder. Bu süreçte horoz yayı boyu artarak depoladığı potansiyel enerjiyi horozun kinetik enerjisine dönüştürür. Hızlanan horoz, ateşleme iğnesine çarpar ve bu çarpma anı, fişekteki barutun ateşlenmesini sağlayacak darbeyi oluşturur. Bu anlık darbe karakteristiği, yüksek hızlı bir enerji aktarımı içerir ve mekanizma üzerinde kısa süreli ancak şiddetli gerilimler oluşturmaktadır. Bu darbenin şiddeti ve süresi, ateşleme iğnesinin etkinliğini ve dolayısıyla ateşlemenin güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir (Beyaz ve Erzincanlı, 2018; Chaturvedi ve Dwivedi, 2018; Chen ve ark., 2015; Güner, 2017; Özgüder ve ark., 2017; Top ve ark., 2025; Zaloğlu, 2013). Ateşlenen 9 mm'lik bir merminin namlu içi davranışı, doğrusal olmayan geçici (nonlinear transient) sonlu elemanlar yöntemi (FEM) kullanılarak simüle edilen bir çalışmada hazne basıncı, Vallier-Heydenreich formülü ile hesaplanmış ve giriş yükü olarak kullanılmıştır. Sayısal sonuçlar ile gerçek deney verileri arasındaki maksimum fark %2,56 olarak bulunmuştur (Deng ve ark., 2014). Paletli bir araç üzerine entegre edilmiş hava savunma silah sistemi (ADWS) kundak grubunun dinamik davranışlarının Abaqus/CAE ortamında analiz edildiği çalışmada, Matlab tabanlı matematiksel geri tepme modeli kullanılarak elde edilen beş atışlık yükleme çevrimi, sonlu eleman modeline geçici sınır şartı olarak tanımlanmıştır. Atış doğruluğunu iyileştirmeye yönelik gerçekleştirilen topolojik tasarım geliştirmeleri kapsamında, pivot tabanına dikey takviye plakaları (gusset) ilave edilmiş ve döner taban üzerindeki kaburga (rib) geometrisi optimize edilmiştir. Gerçekleştirilen yapısal iyileştirmeler sonucunda açısal sapma değeri 2,37 mil seviyesine düşürülmüş, aynı zamanda sistem rijitliği artırılarak dinamik gerilme seviyelerinin güvenli sınırlar içerisinde kalması sağlanmıştır (Banerjee ve ark., 2016). Başka bir araştırmada, 5,56×45 mm NATO mühimmatı kullanan makineli tüfeklerde namlu kütlesi korunurken yapısal rijitliğin ve atış hassasiyetinin artırılması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen “T-kanatçıklı” namlu geometrisi detaylı olarak değerlendirilmiştir. ANSYS Workbench ortamında yürütülen geçici dinamik ve harmonik analizlerde, merminin namlu içerisindeki ilerleme hareketi ile namlu ucunda meydana gelen deplasman davranışları modellenmiştir. Elde edilen bulgular, T-kanatçıklı namlu profilinin geleneksel kalın namlu geometrisine kıyasla daha yüksek eğilme rijitliği sağladığını ve doğal frekansları çalışma sırasında oluşan uyarı frekans aralığının dışına taşıdığını göstermiştir (Chaturvedi, 2020). Lin ve ark. (2010), süreklilik tabanlı topoloji optimizasyonu kapsamında esnek mekanizmaların tasarımı ile ilgili olarak “SIMP-PP” olarak tanımlanan yenilikçi bir optimizasyon yaklaşımı önermiştir. Çalışmada, Hareketli Asimptotlar Yöntemi (MMA) kullanılarak mekanizmaların hem karşılıklı ortalama kompiyans (mutual mean compliance) hem de ortalama kompiyans (mean compliance) değerleri eş zamanlı olarak optimize edilmiştir. Gerçekleştirilen sayısal analizler, önerilen yaklaşımın esnek mekanizma tasarımı yüksek hesaplama etkinliği sunduğunu ve tasarımcı tercihlerini matematiksel modele daha duyarlı biçimde

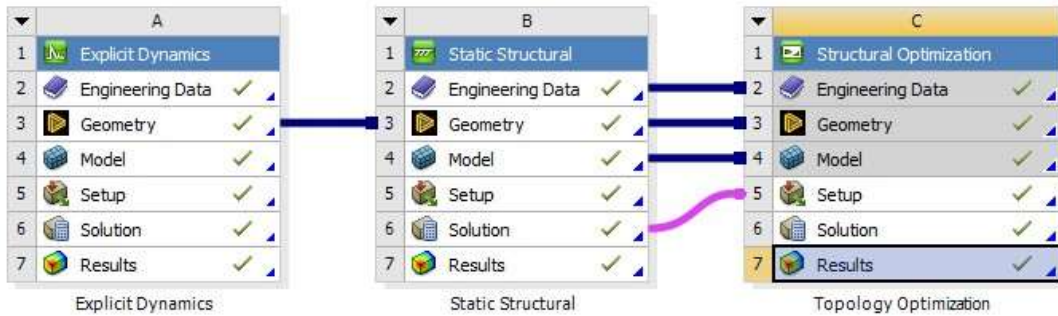
aktarabildiğini ortaya koymuştur. Kim ve ark. (2020) tarafından yürütülen araştırmada, bir otomotiv direksiyon mafsalı kütesinin azaltılması ve yapısal rijitliğinin iyileştirilmesi amacıyla kinetik analiz, yapısal sonlu elemanlar analizi (FEA) ve topoloji optimizasyonunu bir araya getiren entegre bir tasarım yaklaşımı geliştirilmiştir. Çalışma bulguları, optimize edilen tasarımın başlangıç geometrisine kıyasla rijitlik performansının 2,5 katın üzerinde artırıldığını ve eklemeli imalat yöntemleriyle üretilebilen karmaşık geometrilerin yapısal verimlilik üzerinde önemli düzeyde iyileşme sağladığını göstermiştir. Ebeling-Rump ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, eklemeli imalatın (3D baskı) temel sınırlamalarından biri olan “çıkıntı/destek yapısı” (overhang) gereksinimi, topoloji optimizasyon sürecine matematiksel bir ceza fonksiyonu olarak entegre edilmiştir. Ginzburg-Landau terimi ile Allen-Cahn arayüz yayılımı esas alınarak geliştirilen faz alanı (phase-field) yaklaşımında, yapısal rijitliği en üst düzeye çıkarırken baskı sürecinde kararsızlığa neden olabilecek destek yapısı ihtiyacını en aza indirmeyi hedefleyen bir maliyet fonksiyonu oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar, düşük hesaplama maliyeti ile üretim kısıtlarını dikkate alan, üretim sonrası ek işlem gereksinimini azaltan ve baskı sürecindeki yapısal kararlılığı artıran optimize edilmiş geometrilerin sistematik biçimde üretilebildiğini ortaya koymuştur. Wang ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, giriş tipi yapıların hem dış geometrisini hem de iç topolojik dağılımını eş zamanlı biçimde optimize edebilen “sıralı bağlaşımlı” bir tasarım yaklaşımı önerilmiştir. Dış geometrinin parametrik olarak tanımlanmasında NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) eğrilerinden yararlanılmış ve böylece tasarım alanının sınırlı sayıdaki kontrol noktaları aracılığıyla yüksek doğrulukla yönetilmesi sağlanmıştır. Araştırmada, 2.5D ve tam 3D modelleme yaklaşımları kapsamında gradyan tabanlı optimizasyon algoritmaları ile kapalı formda elde edilen duyarlılık analizleri (sensitivity analysis) kullanılarak hesaplama etkinliği artırılmıştır. Önerilen hibrit yöntemin, dış geometrinin aerodinamik ve estetik gereksinimlerini korurken iç malzeme dağılımının maksimum rijitlik sağlayacak şekilde düzenlenmesine imkân tanıdığı belirtilmiştir. Bu yaklaşımın, geleneksel optimizasyon yöntemlerine kıyasla daha verimli ve üretilebilir mühendislik tasarımlarının geliştirilmesine katkı sunduğu ifade edilmiştir. Frederiksen ve ark. (2024) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, sınırları önceden kesin biçimde tanımlanmamış topolojilerde ortaya çıkan iç temas problemlerinin çözümüne yönelik olarak “üçüncü ortam temas yöntemi” geliştirilmiştir. Geleneksel temas modellerinde topoloji optimizasyonu sırasında karşılaşılan kararsızlıkları azaltmak amacıyla, belirli bir deplasman altında temas yükünü en yüksek seviyeye çıkarırken sistem dayanımını sürdürebilen bir “teğet rijitlik” koşulu modele entegre edilmiştir. Çalışmada ayrıca, düşük yoğunluklu bölgelerde tanımlanan “üçüncü ortamın” fiziksel olmayan temas aktarımına neden olmasını engellemek amacıyla Helmholtz PDE filtreleme yaklaşımı ile genişletilmiş hacim kısıtlarından yararlanılmıştır. Önerilen yöntemin; dişli, anahtar ve klips benzeri mekanik bileşenlerin hem geometrik formunun hem de temas davranışlarının eş zamanlı biçimde optimize edilmesine imkân sağladığı belirtilmiştir. Böylece temas davranışının, mekanik tasarım süreçlerinde bağımsız bir tasarım değişkeni olarak değerlendirilebilmesine yönelik önemli bir yaklaşım sunulmuştur. Li ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, kompozit yapılarda hem çoklu plastikleşme hem de farklı sertleşme (hardening) modellerini dikkate alabilen yenilikçi bir çok malzemeli topoloji optimizasyonu yöntemi geliştirilmiştir. Doğrusal olmayan sonlu elemanlar analizi ile entegre çalışan yeni bir eşlenik duyarlılık analizi formüle edilmiştir. Araştırma sonuçları, seçilen plastik akma kriterlerinin ve gerinim sertleşmesi modellerinin nihai topolojik form üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Pan ve ark. (2021) tarafından yürütülen çalışmada, ateşli silahlarda hem açık hem de kapalı mekanizma ateşleme modlarının avantajlarını birleştiren yeni bir dönüşüm mekanizması tasarlanmış ve analiz edilmiştir. Çalışmada, Unigraphics yazılımı ile üç boyutlu modelleme yapılmış ve ADAMS (Automatic Dynamic Analysis of Mechanical Systems) kullanılarak mekanizmanın dinamik simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, önerilen mekanizmanın parçalar arası girişim (interference) olmaksızın pürüzsüz bir hareket sergilediğini, ateşleme eyleminin tutarlılığını koruduğunu ve parçalar üzerinde büyük anlık çarpışma kuvvetleri oluşturmadan stabil çalıştığını kanıtlamıştır.

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

Horoz mekanizmasındaki ateşleme süreci, saniyenin çok küçük bir diliminde gerçekleşen, yüksek hız ve ivme içeren, zamana bağlı bir olgudur. Bu tür bir olayın statik analiz yöntemleri ile tam olarak incelenmesi mümkün görülmemektedir. Dinamik analiz, zamana bağlı ve kütle atalet etkilerini de içeren hareketli sistemlerin davranışını değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Özellikle çarpma ve darbe gibi ani yüklerin olduğu durumlarda, malzemenin gerilme ve şekil değiştirme tepkilerini doğru bir şekilde belirlemek için dinamik analiz vazgeçilmezdir. Bu çalışmada, horoz mekanizmasının davranışını incelemek amacıyla ANSYS "Explicit Dynamics" modülü kullanılmıştır. Sistemin zamana bağlı tepkisini, yani her bir zaman adımındaki deplasman, gerilme, gerinim ve kuvvet değerlerini hesaplar. Bu yöntemle, horozun iğneye çarpma anındaki anlık darbe karakteristikleri, çarpma kuvveti ve bu kuvvetin horoz üzerindeki gerilme dağılımları incelenmiştir. Bu analiz, horozun yapısal bütünlüğünü koruyarak uzun ömürlü ve güvenilir bir performans sunması için kritik zayıf noktaların tespit edilmesine olanak tanımıştır.

2. YÖNTEM

Makine parçalarının tasarımında, belirli bir performans hedefine ulaşırken malzeme kullanımını ve ağırlığı minimize etmek modern mühendisliğin temel hedeflerinden biridir. Topoloji optimizasyonu, belirlenen performans kriterlerini (örneğin mukavemet, rijitlik, doğal frekans) koruyarak veya iyileştirerek bir tasarım alanındaki malzemenin optimum dağılımını belirleyen güçlü bir sayısal yöntemdir. Bu yöntem, tasarımın başlangıcında belirlenen bir hacim içerisinde, malzemeyi en verimli olduğu bölgelerde tutarken, stresin düşük olduğu veya yapısal katkısının az olduğu bölgelerden malzemeyi çıkarmayı hedefler. Bu sayede, ağırlık azaltımı, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve bileşenin atalet momentinin optimize edilmesi gibi avantajlar elde edilir. Çalışmamızda, elde edilen gerilme dağılımları ışığında, horoz parçasının mukavemetini korurken ağırlığını azaltmak amacıyla topoloji optimizasyonu uygulanmıştır. Bu yöntemle, horoz üzerindeki düşük stresli bölgeler (yani yapısal olarak daha az katkı sağlayan alanlar) belirlenmiş ve bu bölgelerden malzeme boşaltılmıştır. Analiz akışının oluşturulması ile ilgili görsel Şekil 1'de görülmektedir. Analiz akışının oluşturulması için öncelikle malzeme özellikleri için malzeme kütüphanesi üzerinden AISI 4140 malzeme seçimi yapılmıştır. Horoz üzerine gelen tepki kuvvetinin tespit edilebilmesi için ANSYS Explicit Dynamics üzerinde analiz hazırlanıp veriler girilmiştir. Tepki kuvveti ve tepki kuvvetinin yeri tayin edilmiştir. Bu bilgiler Static Structural modülüne işlenerek horozun üzerine etkiyen yükün horozun üzerinde oluşturduğu toplam stres ve toplam deformasyon incelenmiştir.

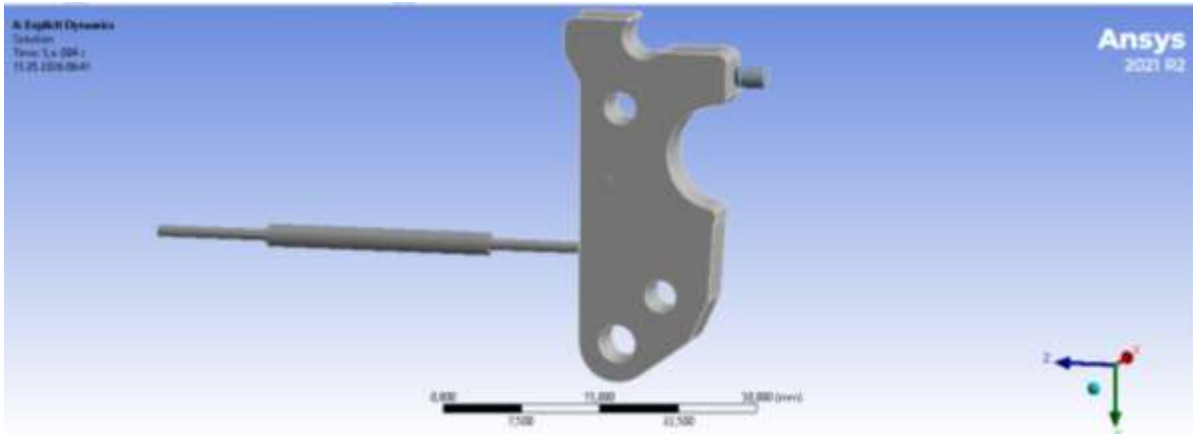


Şekil 1. Analiz akışının oluşturulması

3. BULGULAR

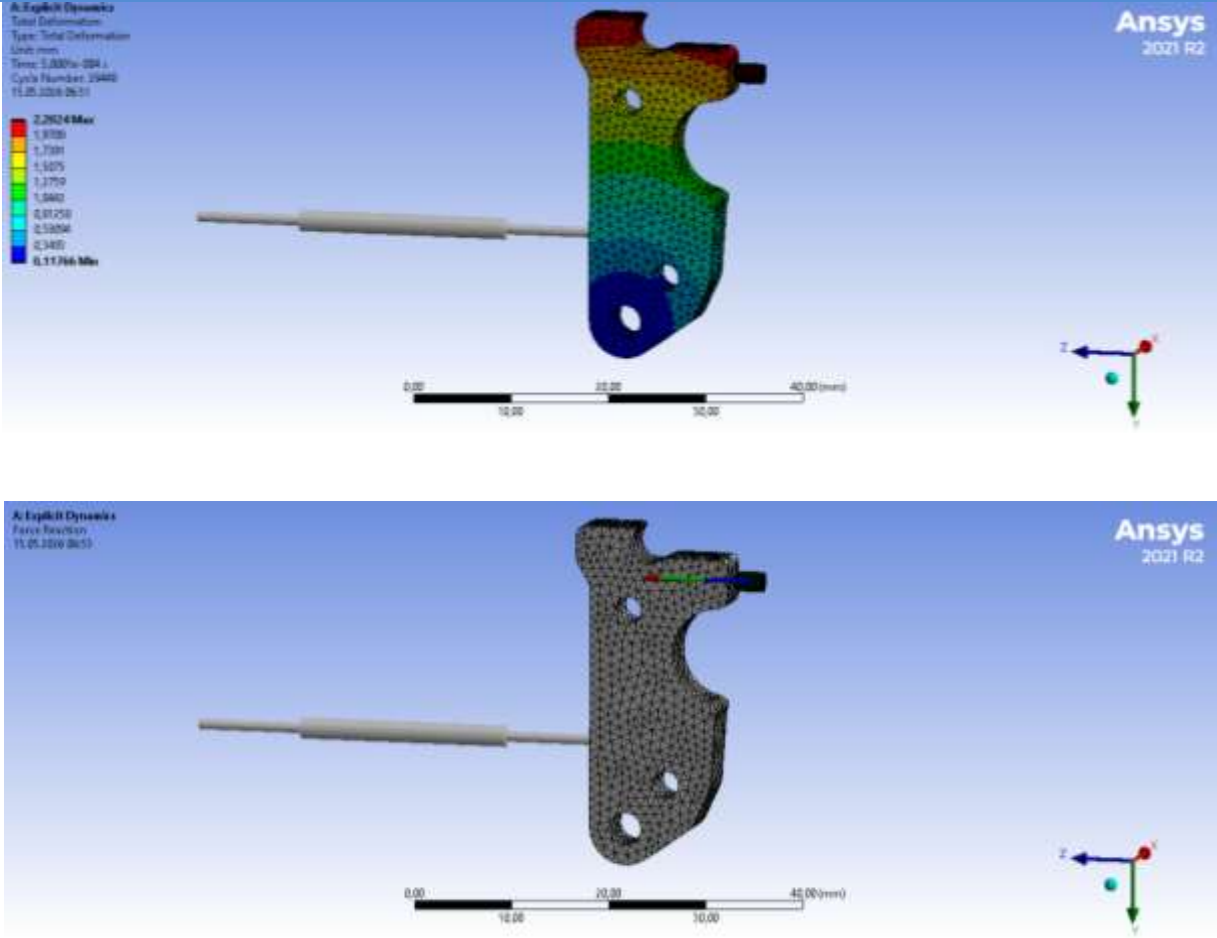
Bu çalışma kapsamında, AISI 4140 ıslah çeliğinden imal edilen süperpoze av tüfeği horoz mekanizmasının dinamik analizi ve ardından gerçekleştirilen topoloji optimizasyonu süreçleri incelenmiştir. Süperpoze av tüfeği

horoz mekanizmasının modellenmesi ve topoloji optimizasyonu için yaygın olarak yüksek dayanım gerektiren mekanik sistemlerde kullanılan AISI 4140 alaşımlı çelik tercih edilmiştir. AISI 4140 çeliği; yüksek mukavemet, iyi tokluk, aşınma direnci ve ısıtıl işlem uygulanabilirliği gibi üstün mekanik özellikleri nedeniyle silah sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle dinamik yüklemelere ve darbeleri çalışma koşullarına maruz kalan horoz mekanizmalarında, yorulma dayanımı ve sertleşebilirlik özellikleri önemli avantaj sağlamaktadır. Mekanizmanın çalışma döngüsü simüle edilerek, horoz üzerine etki eden darbe ve kurma yükü altında zamana bağlı dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan simülasyonlar sonucunda parçanın yapısal davranışı "Equivalent (von-Mises) Stress" dağılımı üzerinden incelenmiş ve maksimum gerilme yoğunlaşmalarının horozun iğne ile temas ettiği çarpışma bölgesinde toplandığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bu yük dağılımı verileri doğrultusunda, parçanın rijitliğini koruyarak kütlesini minimize etmek amacıyla topoloji optimizasyonu modülü çalıştırılmıştır. Şekil 2’de modellenen parça görülmektedir. Horoz mekanizmasının mesh görselleri ise Şekil 3’te görülmektedir. 5879 düğüm noktası ve 18092 eleman sayısının elde edildiği görülmektedir.



Şekil 2. Modellenen parça

Modellenen horoz mekanizmasına topoloji optimizasyon uygulanarak malzeme miktarı azaltılmıştır. Bu kapsamda elde edilen topoloji optimizasyon uygulaması Şekil 4’te görülmektedir. Optimizasyon sürecinde parçanın fonksiyonel sürdürülebilirliği için; üst kısımda bulunan horoz tutucu parçaya (süperpoze ayak) tutunan radyuslu geometri, iğne ile çarpışmanın gerçekleştiği darbe yüzeyi ve horozun gövdeye yataklandığı pim deliği kritik bölgeler olarak tanımlanarak korunmuştur. Belirlenen bu sınır şartları dahilinde iterasyon sonunda hedeflenen nihai geometriye yakınsayan algoritma, yapısal bütünlüğe katkısı düşük olan bölgelerden malzeme tahliyesi yaparak parçayı yaklaşık %47 oranında hafifletmiştir. Optimizasyon çıktısı olarak elde edilen yeni geometri, talaşlı imalat yöntemleri göz önünde bulundurularak CAD ortamında yeniden modellenmiş ve yapılan doğrulama analizleri sonucunda hafifletilmiş tasarımın yük altında halen emniyet katsayısı sınırları içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Horoz mekanizmasının mesh görüntüleri

Parçaya etki eden tüm yükler uygulandıktan sonra parçanın üzerine etki eden yüklere göre Topoloji optimizasyonu parçadan kütle eksiltir ve bir tasarım oluşturur. Şekil 4’te eksiltilmiş kütleye göre oluşturulan tasarım verilmiştir. Topoloji optimizasyonu, horozun atalet momentini optimize ederek daha hafif ve daha hızlı bir tetik düşürme zamanı için iyileştirilmiş bir tasarım elde edilmesini sağlamıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde topoloji optimizasyonu sonucunda, parçanın yapısal bütünlüğü korunurken hacim ve kütle azaltımı elde edilmiştir. Analiz sonucunda yaklaşık %47 kütle azaltımı elde edildiği görülmüştür. Optimizasyon algoritması, düşük gerilme bölgelerindeki malzemeyi uzaklaştırarak daha verimli bir malzeme dağılımı sağlamış ve böylece hafif fakat yapısal olarak yeterli bir tasarım ortaya çıkarmıştır. Elde edilen tasarımın sadeleştirilmiş hali Şekil 5’te görülmektedir. Parça üzerinde fazla bölgeler çıkartılıp köşelere radiuslar eklenmiştir.



Şekil 4. Topoloji optimizasyon uygulanmış horoz mekanizması



Şekil 5. Horoz mekanizmasının sadeleştirilmiş son hali

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonucunda, hafifletilmiş horoz tasarımının darbe anındaki yapısal bütünlüğünü koruduğu ve beklenen performans kriterlerini karşıladığı doğrulanmıştır. Dinamik analiz ile horoz mekanizmasının yüksek hızlı çarpma anındaki kritik gerilme bölgeleri tespit edilmiş; topoloji optimizasyonu ile bu bilgiler kullanılarak malzeme verimli bir şekilde dağıtılmıştır. Elde edilen hafifletilmiş horoz tasarımı, sadece ağırlık azaltımı sağlamakla kalmamış, aynı zamanda üretim süreçlerinde malzeme tasarrufu sağlayarak ekonomik faydalar da sunmuştur. Bu çalışma, süperpoze av tüfeği tasarımında horoz mekanizmasının performansını artırmaya yönelik kritik bir katkı sağlamaktadır. Dinamik analiz ve topoloji optimizasyonu yöntemlerinin entegre bir şekilde kullanılması, mühendislik problemlerine yenilikçi ve verimli çözümler sunma potansiyelini bir kez daha ortaya koymuştur. Elde edilen bulguların, gelecekteki ateşli silah mekanizması tasarımlarında daha hafif, daha dayanıklı ve daha verimli bileşenlerin geliştirilmesine rehberlik edeceği öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde katkı sağlayan Kayhan Ertuğrul Makina Sanayi ve Tic. A.Ş. ve KOFS Makina'ya yazarlar olarak teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Banerjee, S., Balamurugan, V., Sunil, M., & Srinivasan, G. (2016). Transient dynamic finite element analysis of the air-defence weapon system mount assembly of tracked vehicle. *Procedia Engineering*, 144, 382-389.
- Beyaz, O., & Erzincanli, F. (2018). New 3D cad design semi automatic kinetic system hunting and sport shotgun prototype production and testing studies. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 7(1), 722-730.
- Chaturvedi, E. (2020). Numerical investigation of dynamic interaction with projectile and harmonic behaviour for T-finned machine gun barrels. *Defence Technology*, 16(2), 460-469.
- Chaturvedi, E., Dwivedi, R. (2018). Design and static load analysis comparing steel, grey cast iron and titanium alloy as materials for breech hinged lugs in recoil weapons. *Advances in Military Technology*, 13(2), 265-275.
- Chen, Q., Xu, C., & Chen, Y. (2015). Multi-objective topology optimization for the measuring rod of gun barrel bore detecting system. *Vibroengineering Procedia*, 5, 440-445.
- Deng, S., Sun, H. K., Chiu, C. J., & Chen, K. C. (2014). Transient finite element for in-bore analysis of 9 mm pistols. *Applied Mathematical Modelling*, 38(9-10), 2673-2688.
- Ebeling-Rump, M., Hömberg, D., Lasarzik, R., & Petzold, T. (2021). Topology optimization subject to additive manufacturing constraints. *Journal of mathematics in industry*, 11(1), 19.
- Frederiksen, A. H., Sigmund, O., & Poullos, K. (2024). Topology optimization of self-contacting structures. *Computational Mechanics*, 73(4), 967-981.
- Güner, F., (2017). Silah ve Parçalarının Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Analizi, II. Uluslararası Savunma Sanayi Sempozyumu, IDEFIS 2017.
- Kim, G. W., Park, Y. I., & Park, K. (2020). Topology optimization and additive manufacturing of automotive component by coupling kinetic and structural analyses. *International Journal of Automotive Technology*, 21(6), 1455-1463.
- Lin, J., Luo, Z., & Tong, L. (2010). A new multi-objective programming scheme for topology optimization of compliant mechanisms. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 40(1), 241-255.
- Li, M., Deng, Y., Zhang, H., Wong, S. H., Mohamed, A., Zheng, Y., ... & Kuang, J. S. (2021). Topology optimization of multi-material structures with elastoplastic strain hardening model. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 64(3), 1141-1160.
- Top, N., Gökçe, H., & Şahin, İ. (2025). Topology optimization of an additive manufactured UAV catapult bracket using SIMP and BESO methods. *Applied Sciences*, 15(23), 12477.
- Özgüder, O., Özbay, M., & Adin, H. (2017). Namlu içi balistik davranışın sonlu elemanlar yöntemiyle analizi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 8(3), 609-620.
- Pan, M., Sun, G., Hu, M., Tang, Y., & Yu, H. (2021, December). Design and Dynamics Analysis on Opening and Closing Conversion Mechanism of the Chamber for Firearms. In *ICMLCA 2021; 2nd International Conference on Machine Learning and Computer Application* (pp. 1-4). VDE.
- Wang, Z., Suiker, A. S., Hofmeyer, H., van Hooff, T., & Blocken, B. (2021). Sequentially coupled shape and topology optimization for 2.5 D and 3D beam models: Z. Wang et al. *Acta Mechanica*, 232(4), 1683-1708.
- Zaloğlu, H., (2013). Finite element modelling and analysis of recoil springs in Automatic weapons, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

EFFECT OF NEODYMIUM MAGNETS ON BLDC MOTOR PERFORMANCE**Mechatronics Engineering Muhammed Yasar KARANARIN / Assist. Prof. Dr., Ziya OZCELIK****¹Selçuk University, Institute of Science, Mechatronics Engineering Department,****248265001001@ogr.selcuk.edu.tr,****0009-0002-7086-0842****²Selçuk University, Department of Mechatronics Engineering, zozcelik@selcuk.edu.tr,****0000-0002-6567-2671****Abstract**

Brushless Direct Current (BLDC) motors are widely used in industrial automation, electric vehicles, aerospace systems, and consumer electronics due to their high efficiency, low maintenance requirements, quiet operation, and compact design. One of the most critical components determining the performance of these motors is the permanent magnets used in the rotor structure. In particular, neodymium-iron-boron (NdFeB) magnets provide high torque and power density due to their high magnetic energy density.

This study aims to investigate the effects of neodymium-based permanent magnets on BLDC motor performance, their usage trends, and design approaches highlighted in the literature. In this context, factors such as magnet material, geometric structure, thermal stability, and cost are evaluated in terms of their influence on motor characteristics.

A systematic literature review and comparative content analysis were conducted using data obtained from scientific articles, technical reports, and academic sources. Performance parameters such as torque production, efficiency, cogging torque, thermal behavior, cost, and sustainability were analyzed, and the studies were classified based on these criteria.

The findings indicate that neodymium-based magnets significantly improve efficiency and torque density in BLDC motors. However, temperature sensitivity, cost fluctuations, and dependence on rare-earth elements are identified as major limitations. Additionally, optimizing magnet geometry can reduce cogging torque and enhance motor stability.

In conclusion, appropriate magnet selection plays a critical role in achieving optimal performance and cost efficiency in BLDC motor design.

Keywords: BLDC motor, neodymium magnet, permanent magnet, performance analysis, sustainability

INTRODUCTION

Electromechanical energy conversion systems are currently evolving in response to demands for energy efficiency and compact design. In this context, brushless direct current (BLDC) motors find wide applications ranging from industry to consumer electronics due to their high efficiency, low maintenance requirements, high power density, and quiet operation (Gieras et al., 2008). Unlike conventional brushed DC motors, commutation in BLDC motors is performed by electronic controllers instead of mechanical brush-commutator assemblies. This eliminates friction losses and arcing, extending motor lifespan and reducing mechanical wear.

A key factor determining BLDC motor performance is the permanent magnets on the rotor. The magnetic field generated by these magnets interacts with the stator current to produce electromagnetic torque. Magnet material selection directly affects torque density, efficiency, thermal stability, and cost (Campbell, 1996). Today, the most preferred material for high-performance applications is neodymium-iron-boron (NdFeB). These magnets produce stronger magnetic fields than ferrite or AlNiCo magnets due to their high remanent flux density (Br), coercivity (Hc), and maximum energy product (BHmax) (Sagawa et al., 1984). This enables motors to be designed more compactly, lightweight, and with higher power. They play a particularly important role in electric vehicles, UAVs, and medical devices (Widmer et al., 2015).

The literature has extensively examined the effects of magnet geometry and placement on motor performance. Magnet shape and positioning determine flux distribution across the air gap, while skewed designs reduce cogging torque, minimizing vibration and noise (Zhu & Howe, 2000). In high-speed applications, centrifugal forces and eddy current losses can cause thermal issues, increasing the risk of demagnetization (Hadjipanayis, 1999). Although elements such as dysprosium (Dy) and terbium (Tb) enhance high-temperature performance, their cost and supply challenges highlight the need for alternative solutions (Hirota et al., 2006; Skokov & Gutfleisch, 2018). From a sustainability perspective, recycling end-of-life NdFeB magnets is increasingly important. Reusing magnets from electric vehicle motors and wind turbines reduces dependence on raw materials (Gutfleisch et al., 2011).

1. THEORETICAL FRAMEWORK

BLDC motors consist of stationary stator windings and permanent magnets on the rotor. Unlike conventional DC motors, they use electronic commutation instead of brushes and a commutator. This eliminates friction, sparking, and the need for maintenance. The operation of the motor relies on sensing the rotor position, which is typically detected using Hall-effect sensors. The sensor signals are processed by the driver circuit, which then supplies sequential currents to the rotor windings, generating a rotating magnetic field that drives the stator.

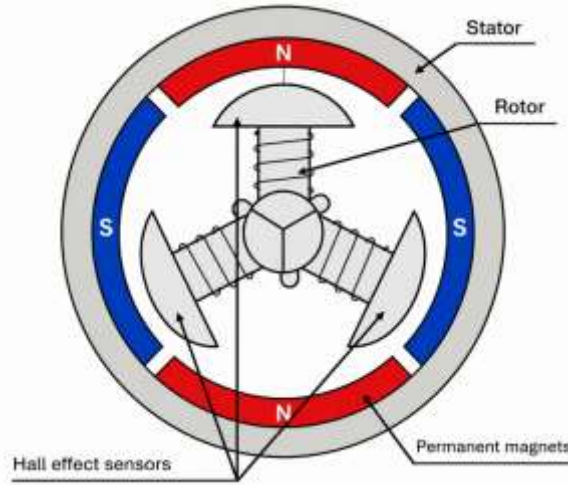


Figure 1: Internal Structure of a BLDC Motor (Created by the

Figure 1 illustrates the internal structure of a BLDC motor. The rotor in BLDC motors contains permanent magnets, which are usually made of neodymium-iron-boron (NdFeB) or samarium-cobalt (SmCo). Thanks to their strong magnetic properties, these magnets allow motors to be designed more compactly and efficiently. Additionally, the placement of the magnets is a critical factor influencing the motor's performance characteristics.

2. METHOD

2.1. Properties of Neodymium Magnets

Neodymium magnets are produced using a neodymium-iron-boron (NdFeB) alloy composed of neodymium (Nd), iron (Fe), and boron (B). Today, these magnets are among the permanent magnet types with the highest magnetic energy density. The performance of permanent magnets is typically evaluated using key magnetic parameters such as remanence, coercivity, and maximum energy product. Remanence refers to the magnetic field a magnet can retain after the external magnetic field is removed; coercivity indicates the magnet's resistance to an opposing magnetic field; and the maximum energy product represents the amount of magnetic energy that can be stored per unit volume.

Higher values of these parameters enable more efficient use of magnets in electric motors. The main magnetic properties of NdFeB magnets can be summarized as follows:

- High remanence (B_r): Can reach approximately 1.4 T. A high B_r value produces stronger magnetic flux in the air gap, allowing the same performance to be achieved with a smaller magnet volume.
- High coercivity (H_c): Ranges from 750 to 2000 kA/m. This property enhances resistance to demagnetization, helping the magnet maintain its magnetic stability under demanding operating conditions.

- High maximum energy product (BHmax): Ranges from 200 to 440 kJ/m³. A high BHmax enables high performance with smaller magnet sizes, increasing the power density of motors.

However, one significant limitation of neodymium magnets is their sensitivity to temperature. Elevated operating temperatures can reduce remanence and overall magnetic performance. To mitigate this effect, rare-earth elements such as dysprosium (Dy) and terbium (Tb) are added to the magnet structure, improving both coercivity and thermal stability.

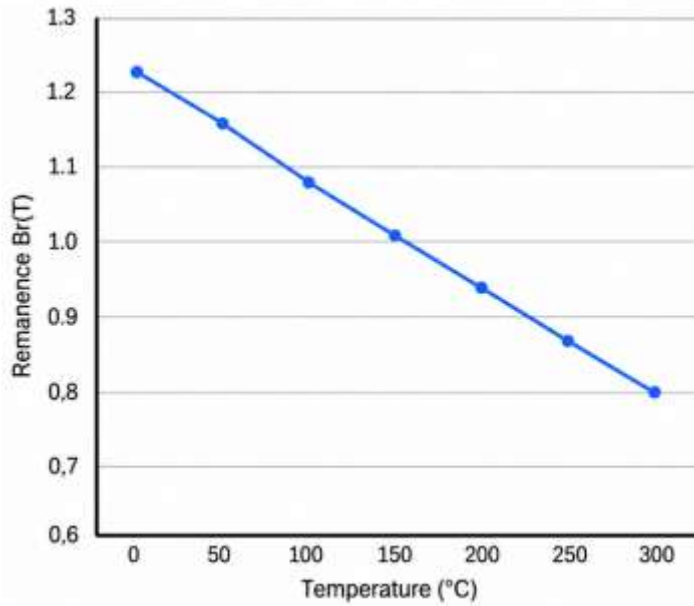


Figure 2: Temperature-Dependent Remanence Change of NdFeB Magnet (Adapted from manufacturer data sheets, Magnets Tek [16])

3. FINDINGS

3.1. Effects of Neodymium Magnets on BLDC Motor Performance

The effects of neodymium magnets on BLDC motor performance are not limited to torque and cogging behavior; they also directly influence system performance through parameters such as thermal stability, resistance to demagnetization, and long-term operational reliability. Maintaining the magnetic properties of the magnet is especially critical in motors operating under high current and elevated temperature conditions, making it a key design requirement.

3.1.1. Torque and Efficiency

Neodymium magnets, due to their high magnetic energy density, directly contribute to the production of electromagnetic torque in BLDC motors by enhancing the magnetic flux in the air gap. Their high remanence and maximum energy product values allow for higher torque to be achieved with a smaller rotor volume. This not only increases motor power density but also enables the development of more compact designs. However, changing the magnet grade (N, M, H, or SH) can increase costs and, in some cases, exacerbate temperature

sensitivity. Therefore, magnet selection should be based not only on magnetic performance but also on operating temperature and cost considerations.

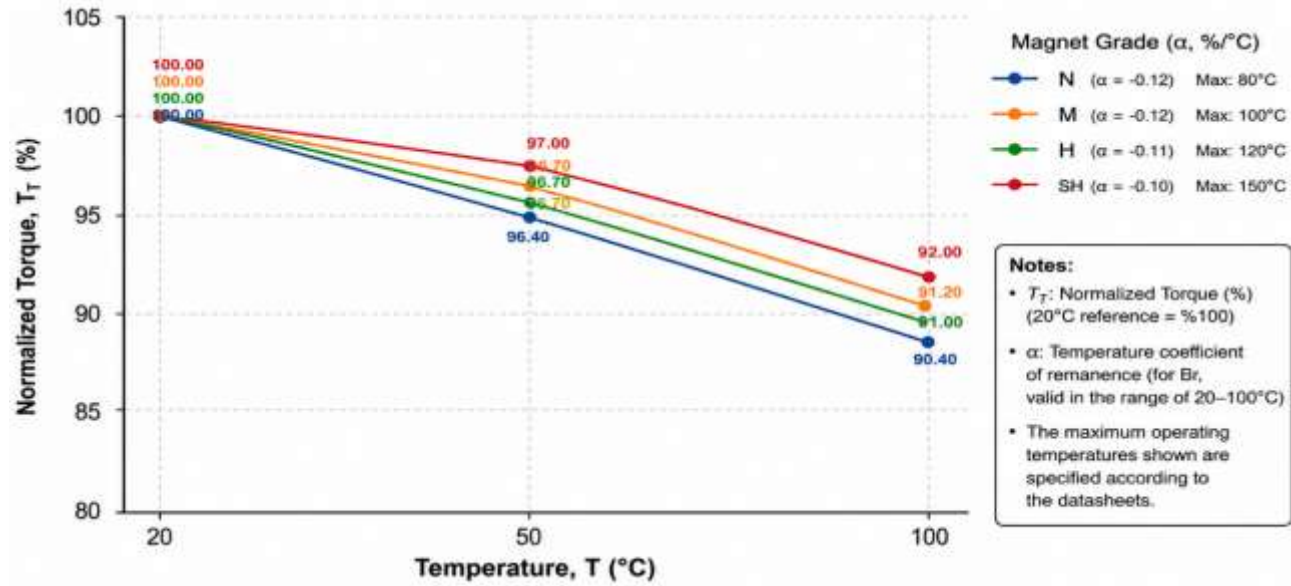


Figure 3: Torque Performances of Different NdFeB Grades (Compiled from manufacturer data sheets, Magnets Tek [16])

NdFeB magnets are classified not only based on their magnetic performance but also according to their thermal stability. This classification indicates the extent to which magnets can maintain their magnetic properties under increasing temperature conditions:

- N-grade magnets can operate up to approximately 80 °C and are widely used due to their low cost.
- M-grade magnets remain stable at approximately 100–105 °C, offering higher thermal resistance than N-grade magnets.
- H-grade magnets can operate up to around 120 °C, providing increased resistance to high temperatures and opposing magnetic fields.
- SH-grade magnets can withstand temperatures in the range of 150–180 °C, representing the highest thermal stability among the classes.

In conclusion, magnet selection must consider the potential for unwanted temperature fluctuations, as these can weaken magnetic properties and reduce motor performance. While SH-grade magnets offer more stable performance under high-temperature conditions, N-grade magnets provide cost advantages but exhibit greater sensitivity to temperature increases.

3.1.2. Cogging Torque and Torque Ripple

Cogging torque is an undesired torque component that causes the rotor to hesitate at specific angular positions. This torque arises from the periodic variation in magnetic reluctance between the permanent magnets on the rotor and the stator teeth. It becomes particularly pronounced at low speeds and can lead to problems such as vibration, acoustic noise, and irregular motion. Therefore, minimizing cogging torque is an important design criterion for applications requiring precise positioning. While the high magnetic flux density of neodymium magnets increases the total torque production of the motor, improper geometric design can exacerbate cogging torque. Various methods for reducing cogging torque have been proposed in the literature. Asymmetrical placement of rotor magnets reduces periodic variations in flux density, thereby decreasing torque ripple. Similarly, designing stator tooth widths at varying angles can smooth magnetic transitions. Skewing of the magnets, one of the most used methods, aligns the rotor magnets at a specific angle relative to the stator slots, reducing sudden magnetic interactions. Additionally, optimizing the stator slot geometry and employing advanced magnet arrangements such as Halbach arrays improve magnetic flux distribution and further reduce torque ripple. In conclusion, reducing cogging torque is critical for achieving quieter operation, lower vibration, and stable speed control in BLDC motors.

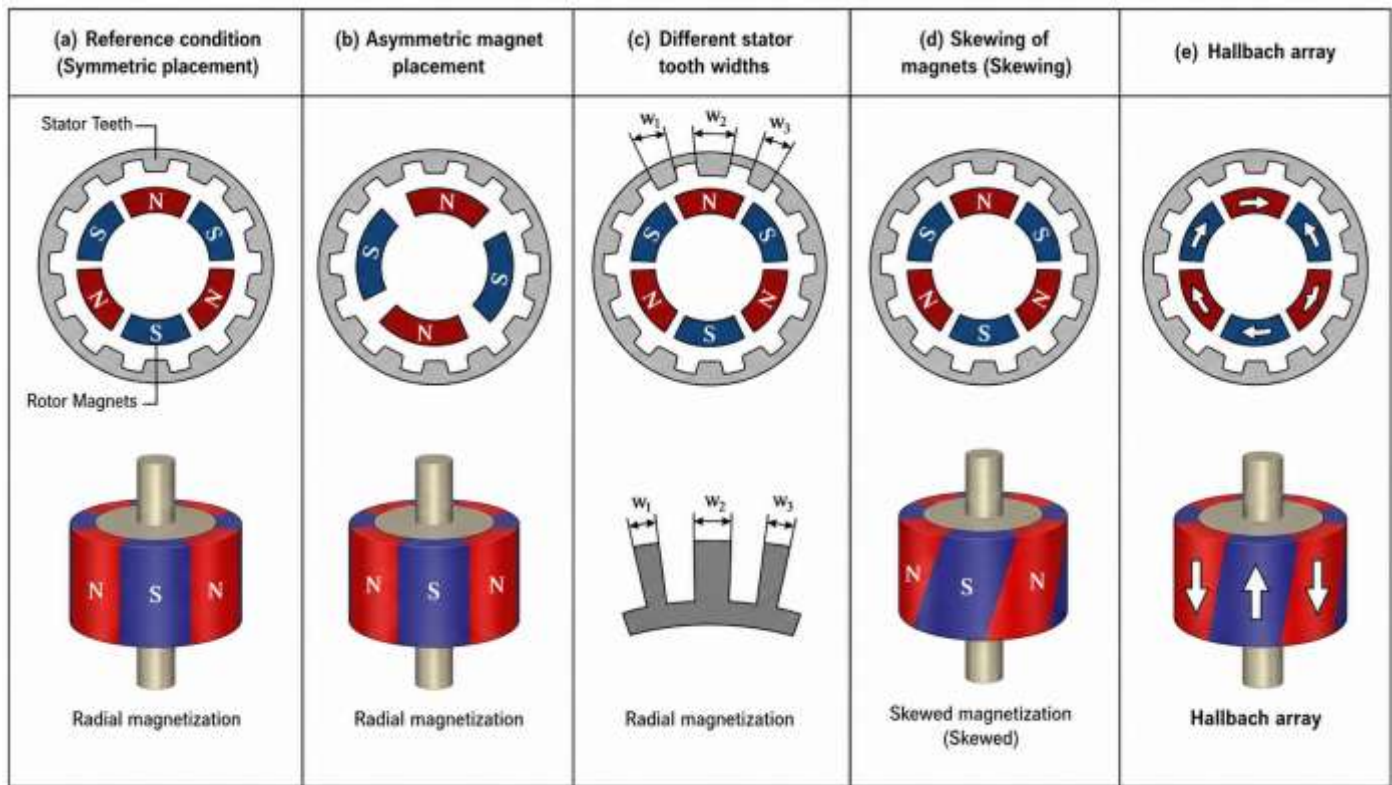


Figure 4: Cogging Torque Reduction Methods (Created by the

3.2. Production Process of Neodymium Magnets

Neodymium magnets are produced using advanced powder metallurgy techniques to achieve high magnetic performance. The manufacturing process consists of several key stages: alloy preparation, powder production, shaping, sintering, heat treatment, and magnetization. Initially, raw materials containing neodymium (Nd), iron (Fe), and boron (B) are melted under vacuum or a protective atmosphere to form an alloy. The material is then embrittled using hydrogen decrepitation and converted into fine powder, with particle size being critical for magnetic performance. The resulting magnetic powder is pressed into a compact structure and sintered at high temperatures, which enhances density and mechanical strength. Subsequent heat treatments optimize the magnetic properties, and in the final stage, the material is magnetized under a strong magnetic field to obtain permanent magnet characteristics. Surface coatings may also be applied when necessary to improve corrosion resistance.

In my observation, this process not only ensures that the magnets provide a strong and stable magnetic field but also allows for long-term performance reliability. Each stage of the manufacturing process directly affects the final properties and involves critical parameters that must be carefully controlled. Furthermore, the applied heat treatments and magnetization steps play a key role in determining the magnet's energy density and efficiency. Overall, the superior performance of neodymium magnets is a direct result of this meticulous manufacturing process.

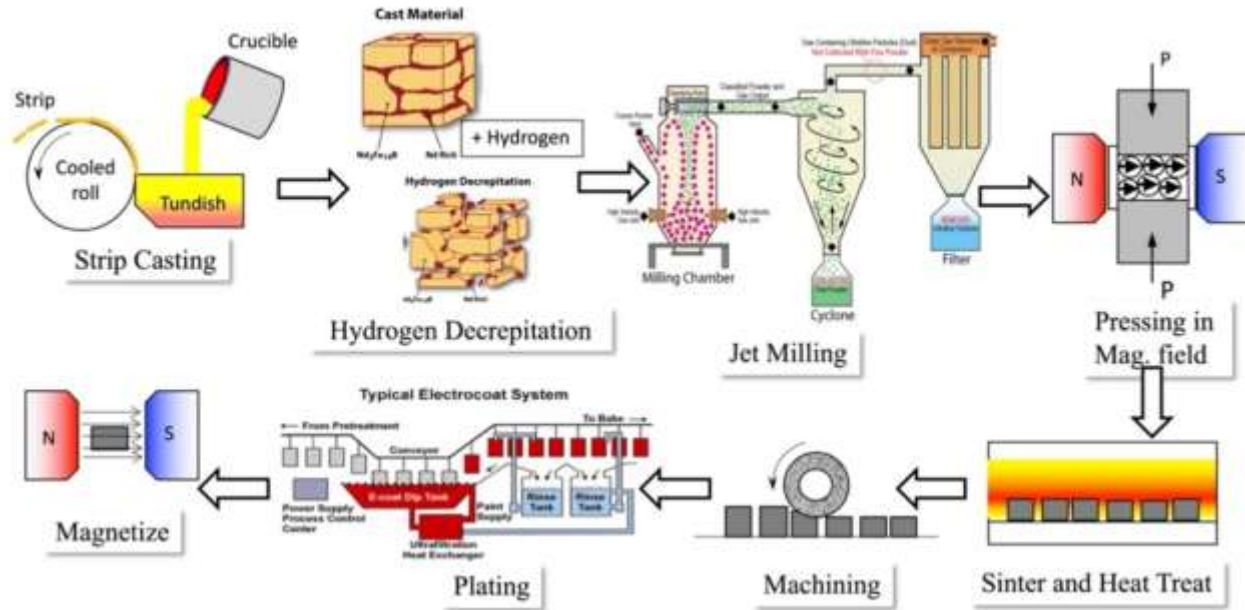


Figure 5: Neodymium Magnet Production Process (Adapted from Cui et al., 2022)

4. CONCLUSION, DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

Neodymium-based permanent magnets rank among the key components that decisively influence the performance of brushless direct current (BLDC) motors, thanks to their high magnetic energy density. The use of these magnets provides high torque density and increased efficiency in motors, while also contributing to the reduction of undesirable torque ripples such as cogging torque. In this respect, neodymium magnets play a critical role both in applications requiring high power density and in systems that demand precise speed and position control. When the application areas of neodymium magnets are examined, a wide range of use draws attention, particularly in electric vehicle drive systems, direct-drive wind turbine generators, robotics and automation systems, and consumer electronics. This widespread usage is directly related to the high torque-to-weight ratio, the possibility of compact design, and energy efficiency advantages offered by these magnets. However, there are significant technical and economic limitations that restrict the use of neodymium magnets. In particular, the deterioration of magnetic properties at high temperatures, susceptibility to corrosion, and dependence on rare-earth elements constitute critical issues for the sustainability of these materials. In addition, cost fluctuations linked to the global supply chain represent an important uncertainty factor that must be considered in engineering design processes. In this context, future research should focus on the development of new magnet alloys with high temperature resistance, the investigation of alternative magnetic materials that reduce the use of rare-earth elements (ferrites, samarium-cobalt, and nanocomposite structures), and the optimization of advanced manufacturing techniques (powder injection moulding, hot deformation, and additive manufacturing). Furthermore, multidisciplinary optimization of magnet geometry and the application of advanced surface coating techniques stand out as critical engineering approaches for performance consistency and service life. In conclusion, the effective exploitation of the superior performance contributions of neodymium magnets in BLDC motors depends not only on material properties but also on the integrated treatment of thermal management, manufacturing technologies, and system-level design optimization. Innovative approaches developed in this direction will be decisive in the future evolution of electromechanical systems about both performance and sustainability.

REFERENCES

- Campbell, P. (1996). *Permanent magnet materials and their application*. Cambridge University Press.
- Cui, J., Ormerod, J., Parker, D., et al. (2022). Manufacturing processes for permanent magnets: Part I—Sintering and casting. *JOM*, 74, 1279–1295. <https://doi.org/10.1007/s11837-022-05156-9>
- Gieras, J. F., Wang, R. J., & Kamper, M. J. (2008). *Axial flux permanent magnet brushless machines* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8227-6>
- Gutfleisch, O., Willard, M. A., Brück, E., Chen, C. H., Sankar, S. G., & Liu, J. P. (2011). Magnetic materials and devices for the 21st century: Stronger, lighter, and more energy efficient. *Advanced Materials*, 23(7), 821–842. <https://doi.org/10.1002/adma.201002180>
- Hadjipanayis, G. C. (1999). Nanophase hard magnets. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 200(1–3), 373–391. [https://doi.org/10.1016/S0304-8853\(99\)00430-8](https://doi.org/10.1016/S0304-8853(99)00430-8)
- Hadjipanayis, G. C., & Prinz, G. A. (Eds.). (1991). *Science and technology of nanostructured magnetic materials*.
- Hirota, K., Nakamura, H., Minowa, T., & Honshima, M. (2006). Coercivity enhancement of Nd-Fe-B sintered magnets by the diffusion of Dy under magnetic field. *IEEE Transactions on Magnetics*, 42(10), 2909–2911. <https://doi.org/10.1063/5.0147992>
- Hono, K., & Sepehri-Amin, H. (2012). Strategy for high-coercivity Nd–Fe–B magnets. *Scripta Materialia*, 67(6), 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2012.06.038>
- Ma, B. M., Herchenroeder, J. W., Smith, B., Suda, M., Brown, D. N., & Chen, Z. (2002). Recent development in bonded NdFeB magnets. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 239(1–3), 418–423. [https://doi.org/10.1016/S0304-8853\(01\)00609-6](https://doi.org/10.1016/S0304-8853(01)00609-6)
- MagnetsTek. (n.d.). *Neodymium magnet temperature ratings*. <https://magnetstek.com/custom-magnets/custom-neodymium-magnets/ndfeb-temperature-ratings/>
- Sagawa, M., Fujimura, S., Togawa, N., Yamamoto, H., & Matsuura, Y. (1984). New material for permanent magnets on a base of Nd and Fe. *Journal of Applied Physics*, 55(6), 2083–2087. <https://doi.org/10.1063/1.333572>
- Skokov, K. P., & Gutfleisch, O. (2018). Heavy rare earth free, free rare earth and rare earth free magnets – Vision and reality. *Scripta Materialia*, 154, 289–294. <https://doi.org/10.1016/j.scriptamat.2018.01.032>
- Sugimoto, S. (2011). Current status and recent topics of rare earth permanent magnets. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 44(6), 064001. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/44/6/064001>
- Widmer, J. D., Martin, R., & Kimiabeigi, M. (2015). Electric vehicle traction motors without rare earth magnets. *Sustainable Materials and Technologies*, 3, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2015.02.001>
- Zhu, Z. Q., & Howe, D. (2000). Influence of design parameters on cogging torque in permanent magnet machines. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 15(4), 407–412. <https://doi.org/10.1109/60.900501>
- Zhang, Jingjun & Li, Chao & Jia, Qingbo & Gao, Ruizhen. (2022). Research on the Adaptive PID Speed Control Method for Hub Motors. *Mobile Information Systems*. 2022. 1-11. 10.1155/2022/4979824.

BETON KUMAŞ KOMPOZİTLERİN EĞİLME DAVRANIŞININ DENEYSEL VE SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ**Deniz BARDAKCI 1/ Doç.Dr. Enbiya TÜREDİ 2****1MSB-İzmir, Proje Geliştirme Uzmanı, Sayısal Modelleme, Hibrit Malzemeler,
denizbardakcii@yahoo.com, ORCID:0009-0003-8337-9166****2Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Üretim Metalurjisi,
enbiya.turedi@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0644-4169****Özet**

Beton kumaş (Concrete Canvas, CC) kompozit yapılar, şev koruma, acil barınak ve savunma yapıları gibi saha uygulamalarında hızlı kurulum ve düşük işçilik avantajlarıyla ön plana çıkmaktadır; ancak bu yapıların eğilme yükü altındaki hasar gelişimi katmanlar arası yük transfer mekanizmasının karmaşıklığı nedeniyle yeterince açıklanamamıştır. Bu çalışmada, söz konusu eksikliği gidermek amacıyla beton kumaş kompozit malzemenin eğilme davranışı deneysel verilerle desteklenen katmanlı sonlu eleman modeli yaklaşımıyla incelenmiştir. Bu kapsamda, 400×120×12 mm boyutlarında hazırlanan üç numune üzerinde TS EN 12390-5 standardına uygun üç nokta eğme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sayısal modelleme aşamasında, homojen malzeme kabulüne dayanan yaklaşımlardan ayrılarak üst ve alt tekstil tabakaları kabuk elemanlar (S4R), çimento esaslı yapı katı elemanlar (C3D8R) ve ara bağlantı iplikleri çubuk elemanlar (T3D2) şeklinde tanımlanmıştır. Çimento matris malzemenin doğrusal olmayan davranışı Hasarlı Beton Plastisite (CDP) modeliyle ifade edilmiştir. Deneysel sonuçlara göre ortalama maksimum yük 321,67 N, eğilme dayanımı 10,80 MPa olarak ölçülmüştür. Sayısal model bu değerleri sırasıyla 329,35 N ve 11,11 MPa olarak yalnızca %2,38 ve %2,87 sapma ile tahmin etmiştir. DAMAGET hasar dağılımı ile deneysel çatlak gözlemleri arasındaki uyum, modelin hasar yönelim davranışını da başarıyla temsil ettiğini doğrulamıştır. Geliştirilen katmanlı modelleme yaklaşımı, farklı tekstil takviyeleri ve matris bileşimlerinin eğilme performansına etkisinin sayısal olarak ön değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede kapsamlı deneysel programlara duyulan ihtiyacı azaltarak beton kumaş kompozit malzemelerin tasarım iyileştirmesine doğrudan katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Beton Kumaş, Eğilme Davranışı, Sonlu Elemanlar Analizi, Hasarlı Beton Plastisite Modeli

**EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE FLEXURAL BEHAVIOR OF
CONCRETE CANVAS COMPOSITES****Deniz BARDAKCI 1/ Doç.Dr. Enbiya TÜREDİ 2****1MSB-Izmir, Project Development Specialist, Numerical Modeling, Hybrid Materials,****denizbardakci@yahoo.com, ORCID:0009-0003-8337-9166****2Kocaeli University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgy and Materials Engineering,****Production Metallurgy, enbiya.turedi@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0644-4169****Abstract**

Concrete Canvas (CC) composite structures have garnered significant attention in various field applications, including slope protection, emergency shelters, and defense infrastructure, due to their rapid deployability and low labor requirements. Despite their advantages, the mechanisms of damage development under flexural loading remain insufficiently understood, primarily because of the complex interlayer load transfer processes. To address this gap, the present study investigates the flexural behavior of CC composites using a layered finite element modeling approach validated with experimental data. Three-point bending tests, following EN 12390-5 standards, were performed on three specimens with dimensions of $400 \times 120 \times 12$ mm. Unlike traditional homogeneous material models, the numerical framework in this study explicitly represents each constituent layer: the upper and lower textile layers are modeled using shell elements (S4R), the cementitious core with solid elements (C3D8R), and the spacer yarns with truss elements (T3D2). The nonlinear response of the cementitious core is characterized using the Concrete Damaged Plasticity (CDP) model. Experimentally, an average maximum load of 321.67 N and a flexural strength of 10.80 MPa were recorded. The numerical model predicted a maximum load of 329.35 N and a flexural strength of 11.11 MPa, corresponding to deviations of just 2.38% and 2.87%, respectively. Furthermore, the consistency between the DAMAGET damage distribution in the simulation and the experimentally observed crack patterns confirms that the model accurately captures the orientation and evolution of damage. This layered modeling approach facilitates the numerical pre-assessment of different textile reinforcements and matrix compositions on flexural performance, thereby minimizing the need for extensive experimental campaigns and directly supporting the optimization of CC composite material design.

Keywords: Concrete Canvas, Flexural Behavior, Finite Element Analysis, Concrete Damaged Plasticity

PARAMETRIC ASSESSMENT OF A SOLAR-DRIVEN COMBINED COOLING, HEATING, AND POWER (CCHP) PLANT IN LIBYA**Abdulahkim ALDIGHEES¹, Emrah DENİZ², Abdulrazzak AKROOT³**

¹ Master's Student, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Karabük University, 78050 Karabük, Turkey. ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0002-8688-2683>

² Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Karabük University, 78050 Karabük, Turkey. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0182-2631>

³ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Karabük University, 78050 Karabük, Turkey. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1561-7260>

Corresponding author: abdulrazzakakroot@karabuk.edu.tr

Abstract

This study presents a parametric assessment of a solar-driven combined cooling, heating, and power (CCHP) plant designed for power, cooling, and heating production under the climatic conditions of Tripoli, Libya. The proposed configuration integrates a solar-assisted regenerative Brayton cycle as the topping cycle, a regenerative organic Rankine cycle (ORC) for additional power generation, a single-effect LiBr–H₂O absorption refrigeration system for cooling production, and a heat recovery unit for useful hot-water generation. The system is evaluated from energy, exergy, exergoeconomic, and environmental perspectives to determine its thermodynamic performance, cost effectiveness, and potential contribution to sustainable energy production. The base-case results show that the Brayton cycle produces 5023 kW, while the ORC contributes 1291 kW, resulting in a net power output of 6314 kW. The system also provides 2892 kW of cooling and 613.2 kW of heating, with an overall energy utilization factor of 67.3% and an overall exergy efficiency of 45.31%. The absorption refrigeration subsystem achieves a coefficient of performance of 0.807. The economic results indicate a total product cost of 23.44 \$/MWh and a net electricity cost of 23.85 \$/MWh, while the normalized CO₂ emission is 1.42 kg CO₂/MWh. Parametric results reveal that increasing the Brayton pressure ratio improves net power output and exergy efficiency but reduces heating capacity and increases specific CO₂ emissions. Increasing the ORC turbine inlet temperature slightly enhances power output, efficiencies, and economic and environmental performance. Overall, the proposed solar-driven CCHP plant demonstrates promising potential for sustainable multigeneration applications in Libya and similar solar-rich regions with high cooling demand.

Key Words: Solar energy; CCHP plant; Parametric assessment; Organic Rankine cycle; Libya.

Özet

Bu çalışma, Libya'nın Trablus kentinin iklim koşulları altında güç, soğutma ve ısıtma üretimi için tasarlanan güneş enerjili birleşik soğutma, ısıtma ve güç üretim (CCHP) santralının parametrik değerlendirmesini sunmaktadır. Önerilen sistem; üst çevrim olarak güneş destekli rejeneratif Brayton çevrimini, ilave güç üretimi için rejeneratif Organik Rankine Çevrimi'ni (ORC), soğutma üretimi için tek etkili LiBr-H₂O absorpsiyonlu soğutma sistemini ve faydalı sıcak su üretimi için bir ısı geri kazanım ünitesini entegre etmektedir. Sistem; enerji, ekserji, eksergoekonomik ve çevresel açılardan değerlendirilerek termodinamik performansı, maliyet etkinliği ve sürdürülebilir enerji üretimine katkı potansiyeli belirlenmiştir. Temel durum sonuçları, Brayton çevriminin 5023 kW güç ürettiğini, ORC'nin ise 1291 kW ilave güç sağladığını ve böylece toplam net güç çıktısının 6314 kW'a ulaştığını göstermektedir. Sistem ayrıca 2892 kW soğutma ve 613,2 kW ısıtma sağlamaktadır. Genel enerji kullanım faktörü %67,3, genel ekserji verimi ise %45,31 olarak elde edilmiştir. Absorpsiyonlu soğutma sisteminin performans katsayısı 0,807 olarak bulunmuştur. Ekonomik sonuçlar, toplam ürün maliyetinin 23,44 \$/MWh ve net elektrik üretim maliyetinin 23,85 \$/MWh olduğunu, normalize CO₂ emisyonunun ise 1,42 kg CO₂/MWh olduğunu göstermektedir. Parametrik sonuçlar, Brayton basınç oranındaki artışın net güç çıktısını ve ekserji verimini artırdığını, ancak ısıtma kapasitesini azalttığını ve özgül CO₂ emisyonlarını yükselttiğini ortaya koymaktadır. ORC türbin giriş sıcaklığının artırılması ise güç çıktısını, verimleri ve ekonomik-çevresel performansı sınırlı düzeyde iyileştirmektedir. Genel olarak, önerilen güneş enerjili CCHP santrali, Libya ve yüksek soğutma talebine sahip benzer güneş potansiyeli yüksek bölgeler için sürdürülebilir çoklu üretim uygulamaları açısından umut verici bir potansiyel göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi; CCHP santrali; Parametrik değerlendirme; Organik Rankine çevrimi; Libya.

1. INTRODUCTION

The increasing demand for electricity, cooling, and heating has encouraged the development of integrated energy systems that can produce multiple useful outputs from a single energy source. Combined cooling, heating, and power (CCHP) systems are considered promising solutions because they improve overall energy utilization by recovering and reusing waste heat that would otherwise be rejected to the environment (Cho et al., 2014; Shi et al., 2017; Wu & Wang, 2006). Compared with conventional separate production systems, CCHP plants can achieve higher efficiency, lower fuel consumption, and reduced environmental impact (Liu et al., 2014).

Solar energy is one of the most attractive renewable energy sources for driving CCHP systems, especially in regions with high solar radiation (Wang et al., 2020; Zhang et al., 2017). Libya has strong solar potential due to its geographical location and long sunshine duration, making solar-driven multigeneration systems a suitable option for sustainable energy development (Eshtaiwi et al., 2022; Khalil et al., 2017). In particular, Tripoli has favorable climatic conditions that can support the application of solar-assisted power and cooling technologies, especially because cooling demand is high in hot regions (Gnedi & Robaa, 2024; Tawil et al., 2018).

Several previous studies have investigated solar-driven CCHP and trigeneration systems using different thermodynamic configurations. (Wang et al., 2009) proposed one of the early solar-driven CCHP systems by combining a Rankine cycle with an ejector refrigeration cycle to produce power, cooling, and heating simultaneously. (Pokson & Chaiyat, 2022) examined the thermal performance of a CCHP system that recovers energy from infectious medical waste to produce cooling, heating, and power. (Zhang et al., 2017) analyzed a solar-assisted CCHP system and evaluates its potential to improve energy efficiency by integrating solar energy into CCHP operation. (Akroot et al., 2026) analyzed a solar-assisted combined cooling, heating, and power system designed for smart-city applications in Doha, Qatar. It highlighted the suitability of solar-driven CCHP systems for regions with high solar radiation and strong cooling demand. (Shi et al., 2017) focused on the modeling, optimization, and operational strategies of CCHP systems to improve their overall energy, economic, and environmental performance. (Akroot & Refaei, 2025) presented a thermodynamic and exergoeconomic assessment of a solar-assisted combined cooling, heating, and power system in Antalya, Turkey. It focuses on evaluating how integrating solar energy can improve system efficiency, reduce energy losses, and enhance the economic performance of CCHP operation in a region with strong solar potential. (L. Zhao et al., 2018) compared sequential and parallel configurations of solar-driven ORC-based CCHP systems, highlighting the importance of system arrangement in improving overall performance. (Zarei et al., 2021) conducted energy, exergy, and economic analyses of a multi-source solar-driven CCHP system, confirming the value of integrated renewable configurations for efficient multigeneration. (García-Domínguez et al., 2023) analyzed a solar-driven ORC–absorption CCHP system using a detailed exergy approach, while (Jiménez-García et al., 2024) studied a solar-driven ORC–absorption cooling system for simultaneous power and cooling production. (X. Zhao et al., 2024) optimized a solar-powered ORC–VCR–CCHP system using a ternary refrigerant selection model. (Aienh et al., 2024) also investigated a solar-powered CCHP plant integrated with water electrolysis using energy, exergy, and exergoeconomic assessments. In addition, recent studies have continued to examine solar-assisted CCHP systems with ORC, absorption refrigeration, and hybrid renewable inputs, showing that such systems can reduce fossil-fuel dependence and improve energy sustainability in regions with high solar potential. These studies provide a strong foundation for the present work, which focuses on the parametric assessment of a solar-driven Brayton–ORC–absorption CCHP system under the climatic conditions of Tripoli, Libya.

In this study, a solar-driven CCHP system is proposed and analyzed for power, cooling, and heating production under the climatic conditions of Tripoli, Libya. The proposed configuration consists of a solar-assisted regenerative Brayton cycle as the topping power cycle, a regenerative organic Rankine cycle (ORC) for

additional electricity generation, a single-effect LiBr–H₂O absorption refrigeration system for cooling production, and a heat recovery unit for useful heating. This integrated arrangement allows solar thermal energy to be used in a cascade manner, beginning with power generation and continuing with cooling and heating production.

2. SYSTEM DESCRIPTION

Figure 1 illustrates the schematic layout of the proposed solar-driven combined cooling, heating, and power (CCHP) system designed for operation under the climatic conditions of Tripoli, Libya. The system integrates a solar-assisted regenerative Brayton cycle as the topping power cycle, a regenerative organic Rankine cycle (ORC) for additional electricity generation, a single-effect LiBr–H₂O absorption refrigeration cycle for cooling production, and a heat recovery unit for useful hot-water generation. Solar energy collected by the heliostat field is converted into high-temperature thermal energy in the solar receiver and supplied to the Brayton cycle. The remaining thermal energy from the Brayton exhaust is then sequentially recovered to drive the ORC, the absorption cooling subsystem, and the heating unit. This cascade arrangement enables the effective utilization of solar-derived heat for simultaneous power, cooling, and heating production, thereby improving the overall energy utilization of the proposed CCHP plant.

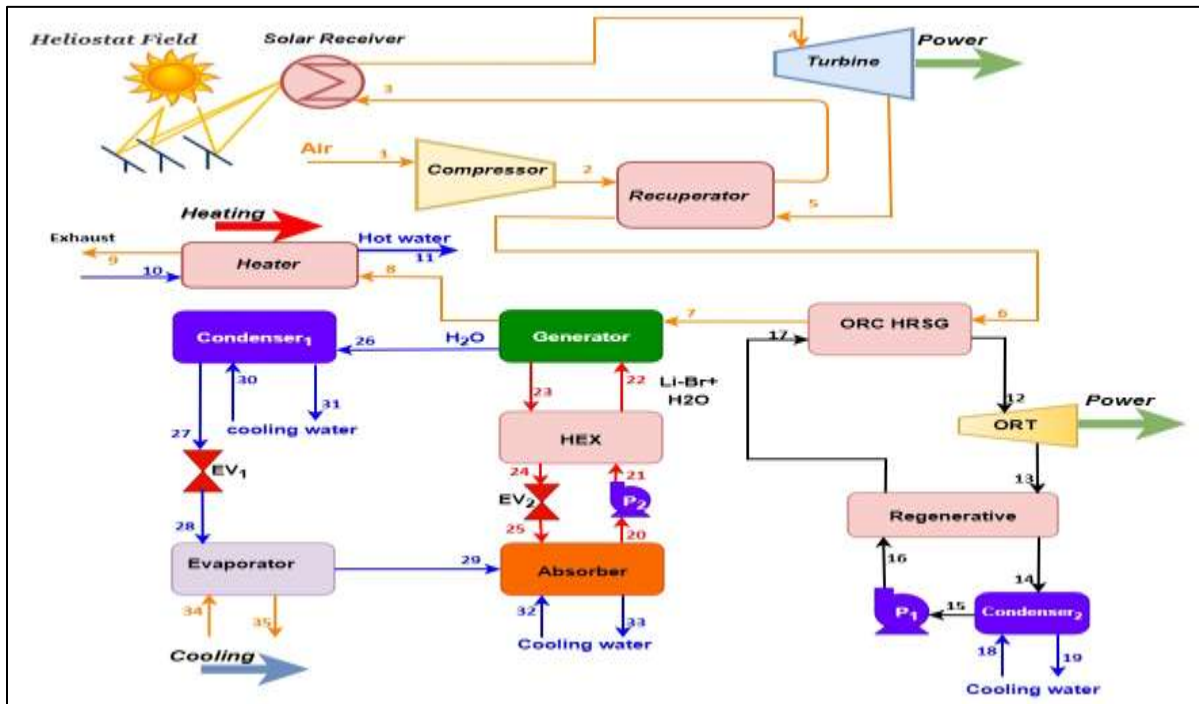


Figure 1: Schematic diagram of the proposed solar-driven combining cooling, heating, and power (CCHP) system.

The thermodynamic model of the proposed solar-driven combined cooling, heating, and power (CCHP) system was developed based on the following assumptions (Alfaris et al., 2025; Kareem et al., 2023; P.P. da Silva et al., 2025; X. Zhao et al., 2024):

- All thermodynamic properties and mass flow rates are assumed constant with time.
- Changes in kinetic and potential energies are neglected for all components because they are very small compared with thermal and mechanical energy changes.

- The compressor, gas turbine, ORC turbine, and pumps are modeled using constant isentropic efficiencies.
- The organic working fluid in the ORC is assumed to leave the condenser as a saturated liquid.
- Pressure drops in pipes, heat exchangers, and other connecting components are neglected unless otherwise specified.
- The LiBr–H₂O absorption cycle operates at steady thermodynamic equilibrium, and the refrigerant is pure water while lithium bromide acts as the absorbent.
- The refrigerant leaving condenser is assumed to be a saturated liquid, whereas the refrigerant leaving the evaporator is assumed to be a saturated vapor.
- The expansion valves, EV₁ and EV₂, are assumed to operate under isenthalpic throttling conditions.

The solar radiation input is represented by the selected direct normal irradiance value for Tripoli, Libya, and the heliostat field is assumed to supply thermal energy continuously under the defined design conditions.

Table 1 summarizes the main input parameters and operating conditions adopted for the simulation and performance assessment of the proposed solar-driven combined cooling, heating, and power (CCHP) system. These parameters define the baseline design of the integrated plant, including the operating conditions of the Brayton cycle, the specifications of the heliostat field, and the key temperature and concentration settings of the LiBr–H₂O absorption cooling subsystem. The listed values provide the foundation for the thermodynamic, exergetic, exergoeconomic, and environmental analyses and are used to evaluate the system performance under the selected design conditions for Tripoli, Libya.

Table 1. Input values utilized for the design of the solar-driven CCHP system

Component	Parameter	Value
Brayton cycle	Pressure ratio	10
	Compressor's inlet temperature	28°C
	Compressor's inlet pressure	1 bar
	Compressor's isentropic efficiency	82%
	Air flow rate	26 kg/s
	Turbine's isentropic efficiency	87%
Heliostats field	Area	27000 m ²
	Location	Tripoli- Libya
	Latitude	32.8874° N
	Longitude	13.1873° E
	DNI	750 W/m ²
LiBr–H ₂ O absorption cooling cycle	Condenser temperature (T18)	38 °C
	Generator temperature (T14)	85 °C
	Absorber temperature (T11)	36 °C
	SHEX effectiveness	55 (%)
	Evaporator temperature (T19)	6 °C
	LiBr Solution strength (%)	53 (%)

The numerical simulation of the proposed solar-driven CCHP system was carried out using Engineering Equation Solver (EES). The software was employed to solve the governing thermodynamic equations, calculate the thermophysical properties of the working fluids, and evaluate the energy, exergy, exergoeconomic, and environmental performance indicators. By using the input parameters listed in Table 1, EES enabled a

consistent simulation of the integrated Brayton, ORC, absorption cooling, and heating subsystems under the selected design conditions.

The thermodynamic equations were used to evaluate the energy and exergy performance of the proposed solar-driven CCHP system under the selected operating conditions. These equations form the basis for calculating power output, cooling capacity, heating load, efficiency indicators, and exergy destruction.

The power output of the Brayton cycle is calculated from the difference between the gas turbine work and the compressor work.

$$\dot{W}_{BC} = \dot{W}_{GT} - \dot{W}_{AC} \quad (1)$$

The power generated by the organic Rankine cycle is determined based on the net work produced by the ORC turbine after accounting for the pump power consumption.

$$\dot{W}_{ORC} = \dot{W}_{ORT} - \dot{W}_{P1} - \dot{W}_{P2} \quad (2)$$

The total net power output of the proposed CCHP system is obtained by combining the useful power produced by the Brayton cycle and the ORC subsystem.

$$\dot{W}_{net} = \dot{W}_{GT} - \dot{W}_{AC} + \dot{W}_{ORT} - \dot{W}_{P1} - \dot{W}_{P2} \quad (3)$$

The cooling capacity of the absorption refrigeration subsystem is evaluated from the heat absorbed in the evaporator (Akroot, 2025).

$$\dot{Q}_{Cooling} = \dot{Q}_{Evap} \quad (4)$$

The useful heating capacity is calculated based on the recovered thermal energy supplied to the heating unit.

$$\dot{Q}_{Heating} = \dot{Q}_{Heater} \quad (5)$$

The overall energy utilization factor is used to assess the fraction of the input solar energy converted into useful power, cooling, and heating products.

$$EUF = \frac{(\dot{W}_{net} + \dot{Q}_{Cooling} + \dot{Q}_{Heating})}{\dot{Q}_{Solar}} \quad (6)$$

The electrical energy utilization factor represents the share of the input energy that is converted into net electrical power (Talal & Akroot, 2023).

$$EUF_{ele} = \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_{Solar}} \quad (7)$$

The exergy associated with the heating product is calculated to determine the useful work potential of the recovered thermal energy.

$$\dot{E}_{Heating} = \dot{Q}_{Heating} \left(1 - \frac{T_o}{T_h} \right) \quad (8)$$

The exergy of the cooling product is evaluated to quantify the useful effect produced by the absorption refrigeration cycle.

$$\dot{E}_{\text{Heating}} = \dot{Q}_{\text{Cooling}} \left(\frac{T_o}{T_h} - 1 \right) \quad (9)$$

The overall exergy efficiency is used to measure how effectively the input exergy is converted into useful power, cooling, and heating outputs .

$$\eta_{\text{ex}} = \frac{(\dot{W}_{\text{net}} + \dot{E}_{\text{Cooling}} + \dot{E}_{\text{Heating}})}{\dot{E}_{\text{solar}}} \quad (10)$$

The electrical exergy efficiency indicates the effectiveness of the system in converting the supplied exergy into net electrical power.

$$\eta_{\text{ex,ele}} = \frac{\dot{W}_{\text{net}}}{\dot{E}_{\text{solar}}} \quad (11)$$

The total exergy destruction is calculated to identify the overall irreversibilities occurring within the integrated CCHP system (Deniz & Çınar, 2016; Talal & Akroot, 2024).

$$\dot{E}_{\text{d,total}} = \sum \dot{E}_{\text{D,k}} \quad (12)$$

The unit exergy cost of the total product is determined to evaluate the exergoeconomic performance of all useful outputs produced by the system.

$$c_{\text{Prod}} = \frac{\dot{C}_{\text{Prod}}}{\dot{E}_{\text{Prod}}} \quad (13)$$

The unit exergy cost of electricity is calculated to estimate the cost associated with the net electrical power generated by the system.

$$\dot{E}_{\text{Prod}} = \dot{W}_{\text{net}} + \dot{E}_{\text{Cooling}} + \dot{E}_{\text{Heating}} \quad (14)$$

The unit cost of electricity is determined as the ratio of the total product cost rate to the net electrical power generated by the proposed CCHP system.

$$c_{\text{ele}} = \frac{\dot{C}_{\text{Prod}}}{\dot{W}_{\text{net}}} \quad (15)$$

The normalized CO₂ emission is calculated by dividing the CO₂ emission rate by the net power output of the system (Alfaris et al., 2024) .

$$\epsilon_{\text{CO}_2} = \frac{\dot{m}_{\text{CO}_2}}{\dot{W}_{\text{net}}} \quad (16)$$

The CO₂ emission rate is estimated from the auxiliary power consumption of the air compressor and pumps using the electricity emission factor (Akroot & Al Shammre, 2024).

$$\dot{m}_{\text{CO}_2} = \gamma(\dot{W}_{\text{AC}} + \dot{W}_{\text{P1}} + \dot{W}_{\text{P2}}) \quad (17)$$

The parameter γ denotes the CO₂ emission factor for electricity generation and links electrical consumption to environmental impact; its value is 0.968 kg/kWh.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The overall performance results presented in Table 2 demonstrate the capability of the proposed solar-driven CCHP system to produce electricity, cooling, and heating simultaneously. The BC provides the major share of power generation, with a work output of 5065 kW, while the ORC subsystem contributes an additional 1333 kW by recovering the remaining thermal energy from the Brayton cycle exhaust. As a result, the total net power output reaches 6397 kW, confirming the effectiveness of integrating the ORC as a bottoming cycle to enhance the power-generation capacity of the system. In addition to electricity production, the system delivers a cooling load of 2153 kW and a heating load of 747.5 kW, indicating its suitability for multigeneration applications, especially in regions with high cooling demand, such as Libya. The absorption refrigeration subsystem achieves a COP of 0.811, which reflects acceptable cooling performance for a single-effect LiBr–H₂O absorption cycle. The overall energy utilization factor is 63.44%, showing that a significant portion of the supplied solar energy is converted into useful outputs in the form of power, cooling, and heating. From the exergy perspective, the proposed system achieves an overall exergy efficiency of 47.54% and an electrical exergy efficiency of 46.8%. Also, the total exergy destruction rate of 6.946 MW shows that noticeable irreversibilities still occur within the integrated plant. The exergoeconomic results show that the total product cost is 22.48 \$/MWh, while the cost of net electricity generation is 22.84 \$/MWh. These relatively close values indicate that the system's economic performance is stable when considering both total useful products and electricity generation. Environmentally, the normalized CO₂ emission is 1.362 kg CO₂/MWh, which reflects the low emission potential of the solar-driven configuration, since the main energy input is supplied by solar radiation and emissions are mainly associated with auxiliary power consumption.

Table 1. Overall energy, exergy, exergoeconomic, and environmental performance of the proposed solar-driven CCHP system.

Aspect	Symbol	Value
BC work output (kW)	$\dot{W}_{\text{BC}}$	5065
ORC work output (kW)	$\dot{W}_{\text{ORC}}$	1333
Net power output (kW)	$\dot{W}_{\text{net}}$	6397
Heating load (kW)	$\dot{Q}_{\text{heating}}$	747.5
Cooling Load (kW)	$\dot{Q}_{\text{cooling}}$	2153
Overall energy utilization factor (%)	EUF	63.44
Overall exergy efficiency (%)	η_{ex}	47.54
Electrical energy utilization factor (%)	EUF_{elec}	43.65
Electrical exergy efficiency (%)	$\eta_{\text{ex,ele}}$	46.8
Coefficient Performance of ARS (-)	COP	0.811
Exergy destruction rate (MW)	$\dot{E}_d$	6.946
Economic performance of the system (\$/MWh)	c_{Prod}	22.48
Economic performance of the net electricity generation (\$/MWh)	c_{ele}	22.84
Normalized CO ₂ emission (Kg CO ₂ /MWh)	ϵ	1.362

Table 3 presents the component-level exergy and exergoeconomic performance of the proposed solar-driven CCHP system. The results show that the solar receiver (SR) has the highest exergy destruction rate, reaching 3.838 MW, which represents the largest source of irreversibility in the system. The air compressor (AC) and gas turbine (GT) also show notable exergy destruction values of 0.803 MW and 0.879 MW, respectively. These losses are mainly associated with compression and expansion irreversibilities in the BC. However, their exergy efficiencies remain relatively high, with 91.05% for the compressor and 94.11% for the gas turbine, indicating that these components perform effectively from a thermodynamic perspective. Similarly, the ORC turbine (ORT) achieves a high exergy efficiency of 92.65%. Among the heat-transfer components, the recuperator records a high exergy efficiency of 97.6%, suggesting effective internal heat recovery within the Brayton cycle. In contrast, some low-temperature components, such as Condenser 1, the heater, the absorber, and the evaporator, show relatively low exergy efficiencies. For example, Condenser 1 has an exergy efficiency of only 11.13%, while the heater and absorber have efficiencies of 27.33% and 28.39%, respectively. Overall, the total exergy destruction rate of the system is 6.964 MW, while the overall exergy efficiency is 47.54%.

From the exergoeconomic perspective, the solar receiver has the highest cost associated with exergy destruction, with a value of 63.337 \$/h, making it the most critical component economically as well as thermodynamically. The ORC turbine and air compressor also contribute noticeably to the total exergoeconomic cost, with total cost rates of 14.7 \$/h and 14.72 \$/h, respectively. Overall, the total exergoeconomic cost rate reaches 146.1 \$/h, showing that component-level irreversibilities have a considerable influence on the economic performance of the plant. Therefore, the results of Table 3 highlight the solar receiver as the main component requiring improvement, followed by the compressor, gas turbine, and key heat-transfer units.

The exergoeconomic factor (f) indicates the relative contribution of investment cost compared with the cost of exergy destruction. As shown in Table 3, high f values are observed for the solar receiver and Pump 2 (100%), the recuperator (90.66%), and the ORC turbine (84.52%), suggesting that their costs are mainly dominated by capital investment. In contrast, very low f values are found for Condenser 1 (0.829%), the heater (2.195%), Condenser 2 (7.42%), and the generator (11.9%), indicating that exergy destruction has a stronger economic impact in these components. Overall, the total f value of 70.26% shows that investment-related costs dominate the overall system cost structure.

Table 2. Exergy and exergoeconomic results of the main components of the proposed solar-driven CCHP system

Parts	$\dot{E}_d$ (MW)	Ψ (%)	$\dot{C}_{D,k}$ (\$/h)	$\dot{Z}_k$ (\$/h)	$\dot{C}_k$ (\$/h)	f (%)
AC	0.803	91.05	5.819	8.897	14.72	60.46
Rec	0.03836	97.6	0.4001	3.886	4.286	90.66
SR	3.838	72.42	0	63.337	63.32	100
GT	0.879	94.11	5.523	7.997	13.52	59.15
HRVG	0.364	82.46	5.24	2.334	7.575	30.82
Heater	0.1187	27.33	3.638	0.08165	3.72	2.195
ORT	0.1082	92.65	2.275	12.43	14.7	84.52
Reg	0.09377	55.57	1.972	0.5858	2.558	22.9
Cond ₁	0.3028	11.13	9.339	0.0781	9.418	0.8293
Pump ₁	0.008868	71.91	0.2821	0.8666	0.9686	70.88
Gen	0.2525	70.96	3.636	0.4909	4.127	11.9
Cond ₂	0.1215	27.37	2.555	0.2047	2.76	7.42
Ev ₁	0.007536	93.08	0.2324	0	0.2324	0
Abs	0.05833	28.39	2.166	0.6304	2.796	22.54

Pump ₂	0	100	0	0.00016	0.00016	100
SHEX	0.00332	89.62	0.7492	0.09881	0.1737	56.88
Ev ₂	0.00016	99.97	0.0037	0	0.0037	0
Evap	0.1291	29.81	0.296	0.9223	1.218	75.71
Total	6.964	47.54	43.45	102.6	146.1	70.26

Figure 2 shows the effect of the Brayton cycle pressure ratio on the power output of the proposed solar-driven CCHP system. The findings show that increasing the Brayton cycle pressure ratio has a positive effect on the total power output of the proposed solar-driven CCHP system, although its effect on the ORC subsystem is very limited. As the Brayton cycle pressure ratio (PR) increases from 6 to 15, the Brayton cycle power output increases continuously from 4325 kW to 5521 kW. This increase shows that raising the pressure ratio improves the power-generation performance of the Brayton cycle because the gas turbine produces more useful work at higher pressure ratios. The ORC power output remains almost constant but shows a slight decreasing trend, changing from 1340 kW at PR = 6 to 1328 kW at PR = 15. The small decrease in ORC power output may be related to the reduction in the available exhaust heat from the Brayton cycle as more energy is converted into Brayton cycle power. The net power output of the whole CCHP system increases significantly from 5665 kW to 6849 kW as the pressure ratio increases from 6 to 15. At the design condition of PR = 10, the Brayton cycle produces 5065 kW, the ORC produces 1333 kW, and the total net power output reaches 6397 kW. The increase in net power output is mainly caused by the great improvement in Brayton cycle power, while the ORC contribution remains relatively stable.

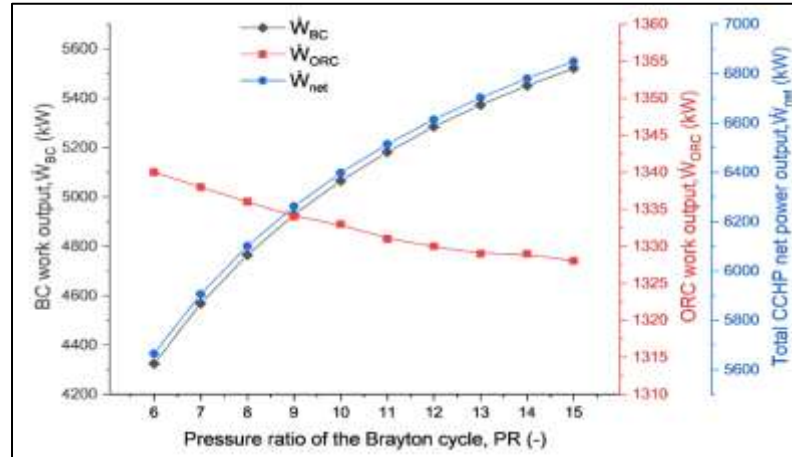


Figure 2. Effect of BC pressure ratio on the power outputs of the solar-driven CCHP system.

Figure 3 illustrates the effect of the Brayton cycle pressure ratio on the thermodynamic performance of the proposed solar-driven CCHP system. The results show a trade-off: increasing the pressure ratio improves power production and reduces exergy destruction, but it significantly reduces the heating capacity of the system. Increasing the Brayton cycle pressure ratio (PR) from 6 to 15 causes a clear decrease in the heating capacity of the system. The heating load decreases from 1451 kW at PR = 6 to 313.6 kW at PR = 15. This sharp reduction indicates that, at higher pressure ratios, more thermal energy is converted into power in the Brayton cycle, leaving less recoverable heat available for the heating unit. The cooling capacity shows only a slight decrease as the pressure ratio increases. The cooling load decreases from 2163 kW at PR = 6 to 2148 kW at PR = 15, which means that the absorption cooling subsystem is only weakly affected by the change in pressure ratio. At the base-case condition of PR = 10, the system provides 747.5 kW of heating and 2153 kW of cooling. The exergy destruction rate decreases from 7.635 MW at PR = 6 to 6.522 MW at PR = 15. This reduction in exergy destruction suggests that increasing the Brayton cycle pressure ratio improves the thermodynamic quality of energy conversion and reduces system irreversibilities.

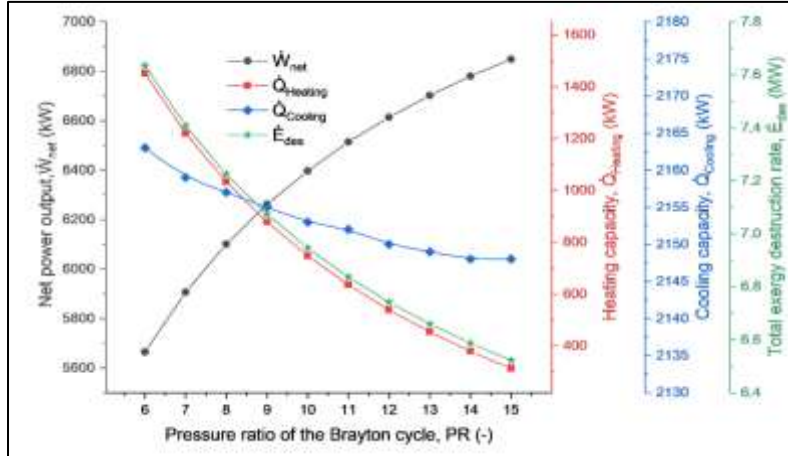


Figure 3. Effect of BC pressure ratio on the thermodynamic performance of the solar-driven CCHP system.

Figure 4 illustrates the influence of the Brayton cycle pressure ratio on the energy and exergy efficiency indicators of the proposed solar-driven CCHP system. The findings reveal that increasing the Brayton cycle pressure ratio has a strong positive effect on exergy-based and electricity-based performance indicators, while its effect on the overall energy utilization factor is limited. As the Brayton cycle pressure ratio (PR) increases from 6 to 15, the overall energy utilization factor increases only slightly from 63.31% to 63.52%. This small increase shows that the total useful energy output remains relatively stable, because the increase in power output is partly balanced by the decrease in heating capacity. The overall exergy efficiency improves clearly from 42.49% at PR = 6 to 50.64% at PR = 15. This improvement indicates that higher pressure ratios enhance the quality of energy conversion and reduce the relative impact of irreversibilities in the system. The electrical energy utilization factor increases from 38.65% to 46.73% as the pressure ratio rises from 6 to 15. The electrical exergy efficiency also increases from 41.44% to 50.10%, confirming that the system becomes more effective in converting available energy into electrical power. At the base-case condition of PR = 10, the system achieves an overall energy utilization factor of 63.44%, an overall exergy efficiency of 47.54%, an electrical energy utilization factor of 43.65%, and an electrical exergy efficiency of 46.8%. The highest efficiency values are obtained at PR = 15, where the overall exergy efficiency reaches 50.64%, and the electrical exergy efficiency reaches 50.10%.

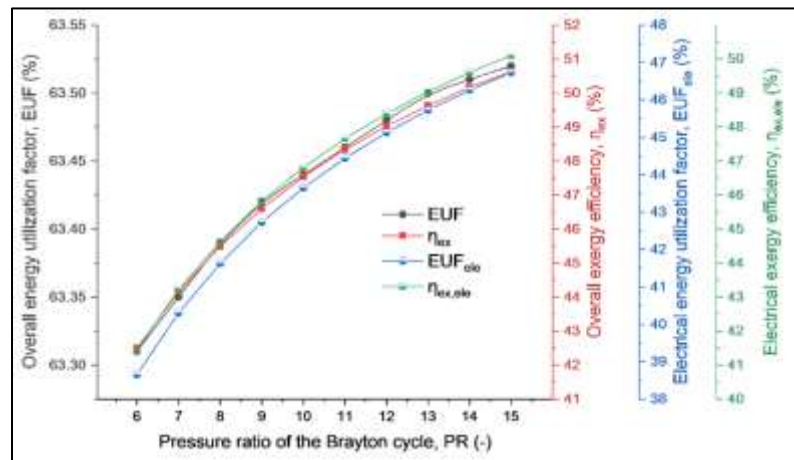


Figure 4. Effect of BC pressure ratio on the energy and exergy efficiency indicators of the solar-driven CCHP system.

Figure 5 presents the effect of the Brayton-cycle pressure ratio on the exergoeconomic and environmental performance indicators of the proposed solar-driven CCHP system. The results show that increasing the pressure ratio improves the exergoeconomic performance of the system by reducing product and electricity costs, but it also increases the normalized CO₂ emission. As the Brayton-cycle pressure ratio (PR) increases from 6 to 15, the total product cost generally decreases from 23.15 \$/MWh to about 22.02 \$/MWh. The electricity cost also decreases from 23.73 \$/MWh at PR = 6 to 22.26 \$/MWh at PR = 15. This reduction in cost is mainly related to the increase in net power output at higher pressure ratios, which improves the economic performance of the system. A slight increase in both cost indicators appears around PR = 10–11, where the total product cost rises from 22.48 to 22.50 \$/MWh, and the electricity cost increases from 22.84 to 22.86 \$/MWh. The lowest total product cost is observed around PR = 14, with a value of 22.01 \$/MWh. The lowest electricity cost is obtained at PR = 15, with a value of 22.26 \$/MWh. In contrast to the cost indicators, the normalized CO₂ emission increases continuously as the pressure ratio rises. The emission value increases from 1.108 kg CO₂/MWh at PR = 6 to 1.592 kg CO₂/MWh at PR = 15. At the base-case condition of PR = 10, the system records a total product cost of 22.48 \$/MWh, an electricity cost of 22.84 \$/MWh, and a normalized CO₂ emission of 1.362 kg CO₂/MWh.

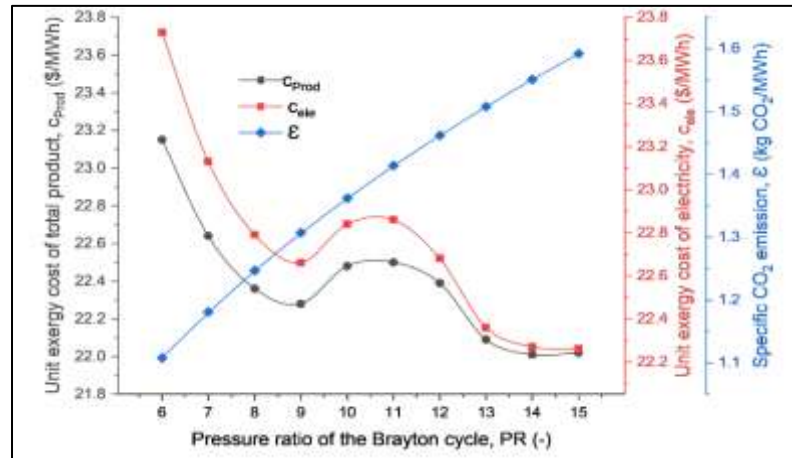


Figure 5. Effect of Brayton-cycle pressure ratio on the exergoeconomic and environmental performance indicators of the solar-driven CCHP system.

Figure 6 illustrates the effect of the ORC turbine inlet temperature on the power outputs of the proposed solar-driven CCHP system. The findings present that as the ORC turbine inlet temperature increases from 290 to 335, the Brayton cycle power output remains constant at 5065 kW. This indicates that changing the ORC turbine inlet temperature does not affect the Brayton cycle, because the Brayton cycle operates as the topping cycle. The ORC power output increases gradually from 1310 kW at $T = 290$ to 1392 kW at $T = 335$. This increase occurs because higher ORC turbine inlet temperature improves the expansion process and allows the ORC turbine to generate more power. The net power output also increases from 6375 kW to 6457 kW as the ORC turbine inlet temperature increases. The improvement in net power output is mainly due to the increase in ORC power output, since the Brayton cycle power remains unchanged.

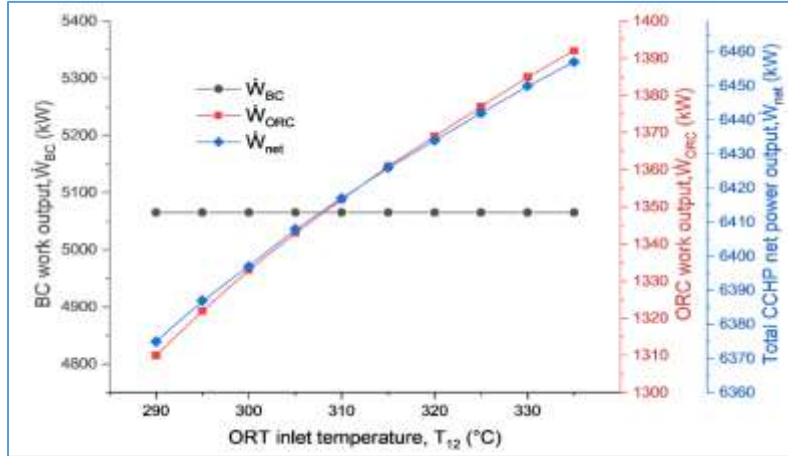


Figure 6. Effect of ORC turbine inlet temperature on the power outputs of the solar-driven CCHP system.

Figure 7 illustrates the effect of the ORC turbine inlet temperature on the thermodynamic performance of the proposed solar-driven CCHP system. The findings show that the ORC turbine inlet temperature mainly affects the thermodynamic quality of the system through a slight reduction in irreversibilities, while the useful heating and cooling outputs remain stable. As the ORC turbine inlet temperature increases from 290 to 335, the heating capacity remains constant at 747.5 kW. The cooling capacity also remains unchanged at 2153 kW over the entire temperature range. This indicates that changing the ORC turbine inlet temperature has no noticeable effect on the heating and cooling outputs of the system. Although the heating capacity and cooling capacity remain constant as the ORC turbine inlet temperature increases, the net power output increases from 6375 kW to 6457 kW. This means that the improvement in system performance is mainly reflected in electricity generation rather than in heating or cooling production. In contrast, the exergy destruction rate decreases gradually from 6.970 MW at $T = 290$ to 6.882 MW at $T = 335$. This reduction in exergy destruction shows that increasing the ORC turbine inlet temperature slightly improves the thermodynamic performance of the system. At the base-case condition of $T = 300$, the exergy destruction rate is 6.946 MW, while the heating and cooling loads remain 747.5 kW and 2153 kW, respectively.

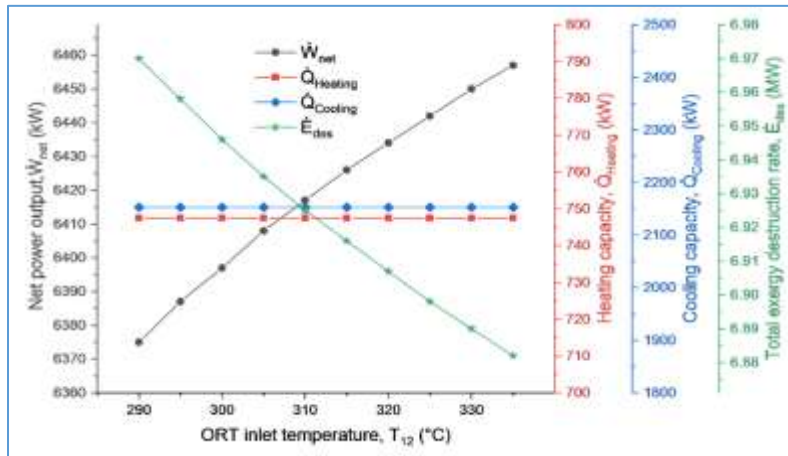


Figure 7: Effect of inlet ORT temperatures on the thermodynamic performance of the solar-driven CCHP system

Figure 8 shows the effect of the ORC turbine inlet temperature on the energy and exergy efficiency indicators of the proposed solar-driven CCHP system. Increasing the ORC turbine inlet temperature has a positive but limited effect on the energy and exergy efficiency performance of the proposed solar-driven CCHP system. As the

ORC turbine inlet temperature increases from 290 to 335, all efficiency indicators increase gradually. The overall energy utilization factor (ETF) increases slightly from 63.29% to 63.85%. The overall exergy efficiency rises from 47.37% to 47.97%, showing a modest improvement in the quality of energy conversion. The electrical energy utilization factor (ETF_{ele}) increases from 43.50% to 44.06%. The electrical exergy efficiency also improves from 46.64% to 47.24%. At the base-case condition of $T = 300$, the system records 63.44% ETF, 47.54% overall exergy efficiency, 43.65% electrical energy utilization factor, and 46.80% electrical exergy efficiency. The improvement is mainly related to the increase in ORC power output, which enhances the net power output while the Brayton cycle, heating, and cooling outputs remain nearly unchanged.

Figure 9 illustrates how the ORC turbine inlet temperature affects the exergoeconomic and environmental performance indicators of the proposed solar-driven CCHP system. Increasing the ORC turbine inlet temperature improves both the economic and environmental performance of the system. As the ORC turbine inlet temperature rises from 290 to 335, the total product cost gradually declines from 22.56 \$/MWh to 22.36 \$/MWh. The electricity cost also decreases from 22.92 \$/MWh at $T = 290$ to 22.71 \$/MWh at $T = 335$. This reduction indicates that higher ORC turbine inlet temperatures improve the system's exergoeconomic performance. The improvement is primarily due to increased ORC and net power output, which lowers the unit cost of the useful products and electricity generation. The normalized CO₂ emission decreases slightly from 1.367 kg CO₂/MWh to 1.349 kg CO₂/MWh as the inlet temperature increases. This trend shows a slight improvement in the system's environmental performance at higher ORC turbine inlet temperatures. At the base-case condition of $T = 300$, the system records a total product cost of 22.48 \$/MWh, an electricity cost of 22.84 \$/MWh, and a normalized CO₂ emission of 1.362 kg CO₂/MWh.

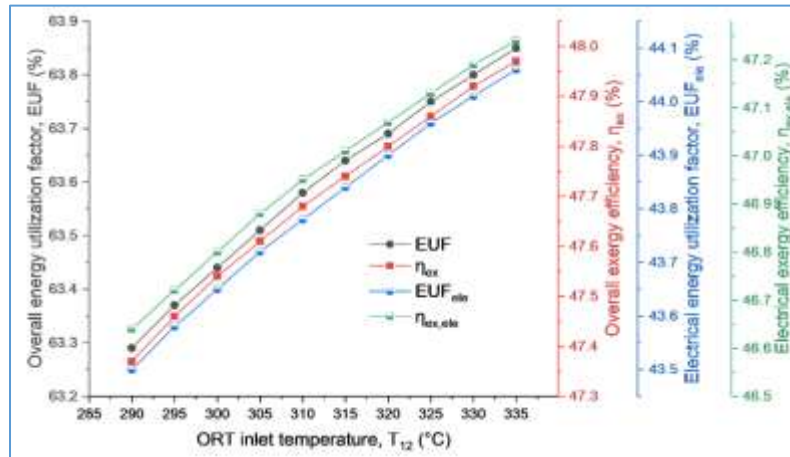


Figure 8. Effect of ORC turbine inlet temperature on the energy and exergy efficiency indicators of the solar-driven CCHP system.

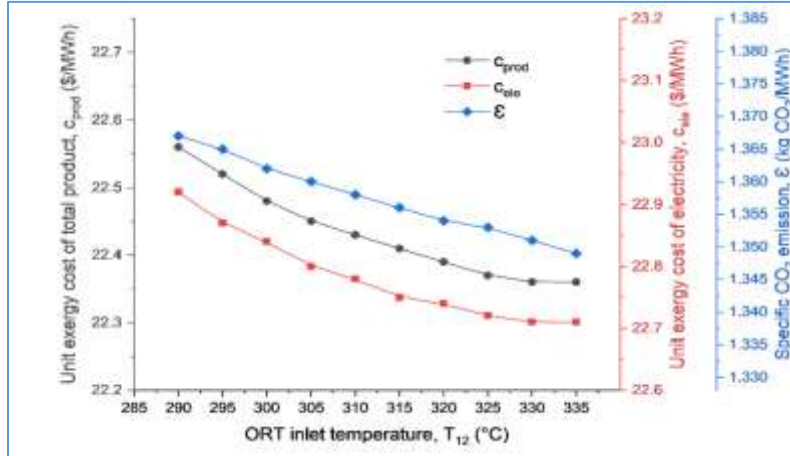


Figure 9. Effect of inlet ORT temperatures on the exergoeconomic and environmental performance indicators of the solar-driven CCHP system.

4. CONCLUSION

This study evaluated a solar-driven combined cooling, heating, and power (CCHP) system for operation under the climatic conditions of Tripoli, Libya. The proposed configuration combines a solar-assisted Brayton cycle, an organic Rankine cycle, a LiBr–H₂O absorption cooling subsystem, and a heating unit. The system was assessed from energy, exergy, exergoeconomic, and environmental perspectives using EES simulation.

The base-case results showed that the system produces 6397 kW of net power, 2153 kW of cooling, and 747.5 kW of heating. The overall energy utilization factor and overall exergy efficiency were 63.44% and 47.54%, respectively, while the absorption cooling subsystem achieved a COP of 0.811. The economic results showed a total product cost of 22.48 \$/MWh and an electricity cost of 22.84 \$/MWh, with a normalized CO₂ emission of 1.362 kg CO₂/MWh.

The parametric results indicated that increasing the Brayton cycle pressure ratio improves power output and exergy efficiency but reduces heating capacity and increases CO₂ emissions. Increasing the ORC turbine inlet temperature slightly improves power output, efficiencies, cost performance, and environmental behavior. Overall, the proposed solar-driven CCHP system shows good potential for sustainable multigeneration applications in Libya and similar solar-rich regions.

SYMBOLS AND ABBREVIATIONS INDEX

Symbols	
$\dot{C}$	cost rate (\$/hr or \$/s)
$\dot{Z}$	capital investments
$\dot{E}$	exergy (kW)
$\dot{Q}$	heat transfer (kW)
$\dot{W}$	work done (kW)
c	unit exergy cost (\$/GJ, \$/kWh, \$/MWh)
COP	coefficient of performance
EUF	Electrical energy utilization factor
f	Exergoeconomic factor (%)
T	temperature (°C)
Greek symbols	
η	efficiency (%)
γ	CO ₂ emission factor
ψ	exergy efficiency (%)
ϵ	Normalized CO ₂ emission (Kg CO ₂ /MWh)
Subscripts	
D	destruction
ele	electricity
ex	exergy
Prod	product
Abbreviations	
Abs	absorber
AC	compressor
ARC	absorption refrigeration cycle
BC	Brayton cycle
CCHP	combined cooling, heating, power
Cond	condenser
Ev	expansion valve
Evap	evaporator
Gen	generator
GT	gas turbine
HRVG	heat recovery vapor generation
ORC	Organic Rankine cycle
ORT	Organic Rankine turbine
P	pump
Rec	recuperator
Reg	regenerative
SHES	sensible heat exchanger
SR	solar reservoir

KAYNAKLAR

- Aieneh, K., Mehranfar, S., Yazdi Sotoude, M., Sadeghi, S., & Mahmoudzadeh Andwari, A. (2024). Solar-Powered Combined Cooling, Heating, and Power Energy System with Phase-Change Material and Water Electrolysis: Thermo-Economic Assessment and Optimization. *Energies*, 17(13), 3309.
- Akroot, A. (2025). Thermodynamic and Environmental Performance Analysis of the Marib Integrated Power and Cooling Cycle (MIPCC). *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 8(3), 814–823. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1627614>
- Akroot, A., & Al Shammre, A. S. (2024). Techno-Economic and Environmental Impact Analysis of a 50 MW Solar-Powered Rankine Cycle System. *Processes*, 12(6), 1059. <https://doi.org/10.3390/pr12061059>
- Akroot, A., Almohammed, A. A., & Talal, W. (2026). Design and Analysis of a Solar-Assisted Combined Cooling, Heating, and Power System for Smart Cities: Case Study From Doha. In *Challenges for Smart City Infrastructure, Technologies, and Their Future* (pp. 123–146). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0154-9.ch006>
- Akroot, A., & Refaei, M. (2025). Thermodynamic and Exergoeconomic Assessment of a Solar-Assisted Combined Cooling, Heating, and Power System in Antalya, Turkey. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 1.
- Alfaris, A., Akroot, A., Alqaed, S., & Almehmadi, F. A. (2025). Performance analysis of integrated solar and natural gas combined cycle power plants in high solar potential regions. *Scientific Reports*, 15(1), 9181.
- Alfaris, A., Akroot, A., & Deniz, E. (2024). The Exergo-Economic and Environmental Evaluation of a Hybrid Solar–Natural Gas Power System in Kirkuk. *Applied Sciences*, 14(22), 10113. <https://doi.org/10.3390/app142210113>
- Cho, H., Smith, A. D., & Mago, P. (2014). Combined cooling, heating and power: A review of performance improvement and optimization. *Applied Energy*, 136, 168–185. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2014.08.107>
- Deniz, E., & Çınar, S. (2016). Energy, exergy, economic and environmental (4E) analysis of a solar desalination system with humidification-dehumidification. *Energy Conversion and Management*, 126, 12–19. <https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2016.07.064>
- Eshtaiwi, S., Aburwais, M., Elsanusi, O., Elayeb, M., & Shetwan, M. (2022). The Impact of Residential Optimally Designed Rooftop PV System on Libya Power Shortage Case. *Journal of Energy: Energija*, 71(3.), 3–9.
- García-Domínguez, J., Blanco-Marigorta, A. M., & Daniel Marcos, J. (2023). Analysis of a solar driven ORC-absorption based CCHP system from a novel exergy approach. *Energy Conversion and Management: X*, 19, 100402. <https://doi.org/10.1016/J.ECMX.2023.100402>
- Gnedi, M. D., & Robaa, S. M. (2024). Extreme climate indices over Libya: current and future outlooks. In *Hydroclimatic Extremes in the Middle East and North Africa* (pp. 343–366). Elsevier.
- Jiménez-García, J. C., Moreno-Cruz, I., & Rivera, W. (2024). Thermodynamic Modeling of a Solar-Driven Organic Rankine Cycle-Absorption Cooling System for Simultaneous Power and Cooling Production. *Processes*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/pr12030427>
- Kareem, A. F., Akroot, A., Abdul Wahhab, H. A., Talal, W., Ghazal, R. M., & Alfaris, A. (2023). Exergo–Economic and Parametric Analysis of Waste Heat Recovery from Taji Gas Turbines Power Plant Using Rankine Cycle and Organic Rankine Cycle. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/su15129376>

- Khalil, A., Rajab, Z., Amhammed, M., & Asheibi, A. (2017). The benefits of the transition from fossil fuel to solar energy in Libya: A street lighting system case study. *Applied Solar Energy*, 53, 138–151.
- Liu, M., Shi, Y., & Fang, F. (2014). Combined cooling, heating and power systems: A survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35, 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.054>
- Pokson, C., & Chaayat, N. (2022). Thermal performance of a combined cooling, heating, and power (CCHP) generation system from infectious medical waste. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6(June). <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100221>
- P.P. da Silva, R., Strobel, M., Erguvan, M., & Amini, S. (2025). 3E analysis of a solar hybrid CCHP system at a university campus. *Solar Energy*, 291, 113413. <https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2025.113413>
- Shi, Y., Liu, M., & Fang, F. (2017). *Combined cooling, heating, and power systems: modeling, optimization, and operation*.
- Talal, W., & Akroot, A. (2023). Exergoeconomic Analysis of an Integrated Solar Combined Cycle in the Al-Qayara Power Plant in Iraq. *Processes*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/pr11030656>
- Talal, W., & Akroot, A. (2024). An Exergoeconomic Evaluation of an Innovative Polygeneration System Using a Solar-Driven Rankine Cycle Integrated with the Al-Qayyara Gas Turbine Power Plant and the Absorption Refrigeration Cycle. *Machines*, 12(2), 133. <https://doi.org/10.3390/machines12020133>
- Tawil, I., Abeid, M., Abraheem, E., Alghoul, S., & Dekam, E. (2018). Review on solar space heating-cooling in Libyan residential buildings. *Solar Energy and Sustainable Development Journal*, 7(SI), 78–112.
- Wang, J., Dai, Y., Gao, L., & Ma, S. (2009). A new combined cooling, heating and power system driven by solar energy. *Renewable Energy*, 34(12), 2780–2788. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2009.06.010>
- Wang, J., Han, Z., & Guan, Z. (2020). Hybrid solar-assisted combined cooling, heating, and power systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133, 110256. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2020.110256>
- Wu, D. W., & Wang, R. Z. (2006). Combined cooling, heating and power: A review. *Progress in Energy and Combustion Science*, 32(5–6), 459–495. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2006.02.001>
- Zarei, A., Akhavan, S., Rabiee, M. B., & Elahi, S. (2021). Energy, exergy and economic analysis of a novel solar driven CCHP system powered by organic Rankine cycle and photovoltaic thermal collector. *Applied Thermal Engineering*, 194, 117091. <https://doi.org/10.1016/J.APPLTHERMALENG.2021.117091>
- Zhang, N., Wang, Z., & Han, W. (2017). Analysis of A Solar Assisted Combined Cooling, Heating and Power (SCCHP) System. *Energy Procedia*, 142, 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.010>
- Zhao, L., Zhang, Y., Deng, S., Ni, J., Xu, W., Ma, M., Lin, S., & Yu, Z. (2018). Solar driven ORC-based CCHP: Comparative performance analysis between sequential and parallel system configurations. *Applied Thermal Engineering*, 131, 696–706. <https://doi.org/10.1016/J.APPLTHERMALENG.2017.12.028>
- Zhao, X., Yang, S., Liu, Z., Wang, D., Du, Z., & Ren, J. (2024). Optimization and exergoeconomic analysis of a solar-powered ORC-VCR-CCHP system based on a ternary refrigerant selection model. *Energy*, 290, 129976. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2023.129976>

AISI 1040 ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA TEZGÂH AKIMININ, KESME PARAMETRELERİNE BAĞLI MAKİNE ÖĞRENMESİ TEMELLİ MODELLENMESİ

Dr. Aslan AKDULUM¹/ Dr. Öğr. Üyesi Yusuf SİYAMBAŞ² / Doç. Dr. Volkan KAYA³ / Doç. Dr. Halil KARAKOÇ⁴

¹ Hacettepe Üniversitesi, Başkent OSB Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, aslanakdulum@hacettepe.edu.tr, 0000-0003-2030-3167

² Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Mekanik ve Metal İşleri Bölümü, yusuf.siyambas@erzincan.edu.tr, 0000-0001-8360-5213

³ Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, vkaya@erzincan.edu.tr, 0000-0001-6940-3260

⁴ Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, halil.karakoc@hacettepe.edu.tr, 0000-0002-2444-6037

Özet

Bu çalışma, AISI 1040 çeliğinin tornalanması sırasında oluşan tezgâh akımının kesme parametrelerine bağlı olarak yapılan deneysel çalışmanın sonucunda veri temelli yöntemlerle modellenmesini amaçlamaktadır. Artan enerji maliyetleri ve sürdürülebilir üretim gereksinimleri doğrultusunda, talaşlı imalat süreçlerinde enerji tüketiminin dolaylı bir göstergesi olan tezgâh akımının incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, farklı kesme hızı, ilerleme miktarı ve kesme derinliği kombinasyonları altında kuru kesme şartlarında tornalama deneyleri gerçekleştirilmiştir. Tezgâh akımı değerleri yüksek hassasiyetli bir güç analizörü ile ölçülmüştür. Elde edilen deneysel veriler kullanılarak, kesme parametreleri ile tezgâh akımı arasındaki ilişki makine öğrenmesi yöntemleri ile modellenmiştir. Bu amaçla Ekstra Ağaçlar Regresyon ve Destek Vektör Regresyon algoritmaları kullanılmış ve model performansları R^2 , MAE ve RMSE metrikleri ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, her iki modelin de yüksek tahmin doğruluğu sağladığını, ancak Ekstra Ağaçlar Regresyon ($R^2=0,88$) modelinin, Destek Vektör Regresyon ($R^2=0,86$) modelinden daha üstün performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, özellik önem analizleri talaş derinliğinin tezgâh akımı üzerinde en baskın parametre olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, tezgâh akımının enerji tüketiminin izlenmesi ve süreç optimizasyonu açısından güvenilir bir gösterge olabileceğini ortaya koymakta ve akıllı üretim sistemlerinde kullanılabilecek etkili bir modelleme yaklaşımı potansiyeli sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tornalama, AISI 1040, Tezgâh akımı, Makine öğrenmesi, Özellik önem analizi

MACHINE LEARNING-BASED MODELING OF MACHINE CURRENT IN TURNING AISI 1040 STEEL DEPENDING ON CUTTING PARAMETERS

Dr. Aslan AKDULUM¹ / Asst. Prof. Dr. Yusuf SİYAMBAŞ² / Assoc. Prof. Dr. Volkan KAYA³ / Assoc. Prof. Dr. Halil KARAKOÇ⁴

¹ Hacettepe University, Başkent OSB Technical Sciences Vocational School, Department of Mechanical and Metal Technologies, aslanakdulum@hacettepe.edu.tr, 0000-0003-2030-3167

² Erzincan Binali Yıldırım University, Vocational School, Department of Mechanics and Metalworking, yusuf.siyambas@erzincan.edu.tr, 0000-0001-8360-5213

³ Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, vkaya@erzincan.edu.tr, 0000-0001-6940-3260

⁴ Hacettepe University, Hacettepe ASO 1. OSB Vocational School, Department of Mechanical and Metal Technologies, halil.karakoc@hacettepe.edu.tr, 0000-0002-2444-6037

Abstract

This study aims to model the machine current generated during the turning of AISI 1040 steel, based on experimental results and cutting parameters, using data-driven methods. In light of rising energy costs and the need for sustainable production, examining the machine current, an indirect indicator of energy consumption in machining processes, is of great importance. Within this scope, turning experiments were carried out under dry cutting conditions with different combinations of cutting speed, feed rate, and cutting depth. Machine current values were measured using a high-precision power analyzer. Using the obtained experimental data, the relationship between cutting parameters and machine current was modeled using machine learning methods. For this purpose, Extra Trees Regression and Support Vector Regression algorithms were used, and model performances were evaluated using R^2 , MAE, and RMSE metrics. The results showed that both models provided high predictive accuracy, but the Extra Trees Regression model ($R^2=0.88$) performed better than the Support Vector Regression model ($R^2=0.86$). Furthermore, feature importance analyses have shown that depth of cut is the most dominant parameter influencing machine current. This study demonstrates that machine current can be a reliable indicator for monitoring energy consumption and process optimization and offers the potential for an effective modeling approach that can be used in smart manufacturing systems.

Keywords: Turning, AISI 1040, Machine current, Machine learning, Feature significance analysis

1. GİRİŞ

Günümüzde imalat sanayisinde artan rekabet, yükselen enerji maliyetleri ve sürdürülebilirlik gereksinimleri, talaşlı imalat süreçlerinin yalnızca kalite ve verimlilik açısından değil, aynı zamanda enerji tüketimi açısından da değerlendirilmesini zorunlu hale getirmiştir (Salur vd. 2025). Bu bağlamda, tornalama işlemleri gibi yaygın olarak kullanılan talaş kaldırma yöntemlerinde süreç parametrelerinin etkilerinin doğru bir şekilde modellenmesi hem üretim performansının artırılması hem de enerji verimliliğinin sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. Literatürde tornalama süreçlerinin modellenmesine yönelik çalışmalar ağırlıklı olarak kesme kuvvetleri (Akdulum vd. 2026), yüzey pürüzlülüğü (Siyambaş ve Akdulum 2024) ve takım aşınması (Prakash vd. 2026) üzerine yoğunlaşmıştır. Bu kapsamda, deneysel tasarım yöntemleri ile birlikte yanıt yüzey yöntemi (RSM) (Murat vd. 2018), yapay sinir ağları (ANN) (Akdulum ve Kayir 2023) ve destek vektör makineleri (SVM) (Dedeakayoğulları vd. 2022) gibi yapay zekâ tabanlı yaklaşımlar yaygın olarak kullanılmış ve yüksek tahmin doğrulukları elde edilmiştir. Özellikle kesme parametreleri ile işleme performans çıktıları arasındaki doğrusal olmayan ilişkilerin modellenmesinde veri temelli yöntemlerin önemli avantajlar sağladığı bildirilmiştir (Sahu vd. 2026). Tornalama süreçlerinde enerji tüketimi ve buna bağlı olarak tezgâh akımının (Irms) incelenmesine yönelik çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Yapılan araştırmalar, talaşlı imalat süreçlerinde enerji tüketiminin kesme parametrelerine bağlı olarak değiştiğini ve özellikle kesme yükü ile doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Kara ve Li 2011). Ayrıca, makine takımında ölçülen tezgâh akım değerlerinin, işleme sırasında oluşan kesme kuvvetleri ile güçlü bir ilişki içerisinde olduğu ve bu nedenle süreç izleme amacıyla kullanılabileceği literatürde yaygın olarak bildirilmiştir (Jemielniak 1999). Kesme parametrelerinin etkileri incelendiğinde, özellikle ilerleme miktarı ve talaş derinliğinin kesme yükünü ve buna bağlı olarak enerji tüketimini belirleyen temel parametreler olduğu, kesme hızının ise toplam enerji tüketimi üzerindeki etkisinin daha karmaşık ve çoğu durumda ikincil düzeyde kaldığı ifade edilmektedir (Denkena vd. 2015). Bununla birlikte, takım aşınmasının ilerlemesiyle birlikte kesme kuvvetlerinin arttığı ve buna paralel olarak makine yükünün de yükseldiği çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Li 2002). Genel olarak değerlendirildiğinde, talaş kaldırma sürecinde artan kesme yükünün enerji tüketimini ve makine tarafından çekilen gücü önemli ölçüde artırdığı ve bu durumun tezgâh akımı gibi elektriksel sinyaller üzerinden dolaylı olarak izlenebileceği literatürde kabul görmüş bir yaklaşımdır (Vijayaraghavan ve Dornfeld 2010). Elektriksel sinyallerin kolay ölçülebilir olması, düşük maliyetli olması ve gerçek zamanlı izlemeye uygunluğu, bu parametreyi özellikle Endüstri 4.0 tabanlı akıllı üretim sistemleri açısından cazip hale getirmektedir. Ancak mevcut literatür incelendiğinde, çalışmaların büyük çoğunluğunun tezgâh akımını bir izleme veya teşhis parametresi olarak ele aldığı, kesme parametrelerine bağlı olarak tezgâh akımının doğrudan tahminine yönelik sistematik modelleme çalışmalarının sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca, orta karbonlu çelikler arasında yaygın kullanım alanına sahip olan AISI 1040 çeliğinin işlenmesi sırasında enerji temelli parametrelerin modellenmesine yönelik çalışmaların oldukça kısıtlı olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum, özellikle üretim süreçlerinin enerji odaklı optimizasyonu açısından önemli bir araştırma boşluğuna işaret etmektedir.

Bu çalışmanın temel özgünlüğü, AISI 1040 çeliğinin tornalanması sırasında oluşan tezgâh akımının, kesme parametrelerine bağlı olarak deneysel ve modelleme temelli bir yaklaşımla sistematik şekilde tahmin edilmesidir. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada tezgâh akımı doğrudan bir çıktı parametresi olarak ele alınmakta ve kesme koşulları ile olan ilişkisi nicel olarak ortaya konulmaktadır. Bu sayede, enerji tüketiminin dolaylı olarak izlenmesi ve süreç optimizasyonunda kullanılabilecek pratik bir yaklaşım sunulmaktadır. Bu kapsamda, farklı kesme hızları, ilerleme oranları ve talaş derinlikleri altında deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak uygun modelleme teknikleri ile tezgâh akımının tahmini yapılmıştır. Geliştirilen modelin performansı istatistiksel ölçütler ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların, talaşlı imalat süreçlerinde enerji verimliliğinin artırılması, süreç izleme sistemlerinin geliştirilmesi ve kestirimci bakım uygulamalarına katkı sağlaması beklenmektedir.

2. YÖNTEM

Deneylerde, imalat sanayisinde yaygın olarak kullanılan orta karbonlu bir çelik olan AISI 1040 malzemesi tercih edilmiştir. Silindirik geometrideki iş parçalarının başlangıç çap ve uzunluk değerleri, tornalama işlemlerinin güvenli şekilde yürütülmesine olanak sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Başlangıç çapı 50 mm, tornalama boyu ise 100 mm olarak kullanılmıştır. Tüm tornalama deneyleri, endüstriyel tip Doosan Lynx220 marka bir CNC torna tezgâhında gerçekleştirilmiştir. İş parçaları, tezgâhın ayna ve döner punta arasına bağlanarak rijit bir şekilde sabitlenmiştir. Bu bağlama yöntemi sayesinde nispeten uzun iş parçalarında kesme kuvvetleri kaynaklı titreşim ve sehimler minimum seviyede tutulmaya çalışılmıştır.

Deneylerde, AISI 1040 çeliğinin işlenmesi için Korloy PSSNR 2525 M12 dış tornalama kateri kullanılırken, Korloy marka SNMG 120408-MP NC3225 kalite ve geometriye sahip kesici uçlar kullanılmıştır. Her deney öncesinde yeni bir kesici kenar kullanılarak tüm deneylerde aynı kesme koşullarının sağlanmasına özen gösterilmiştir. Deneyler, tam faktöriyel deney tasarımına göre gerçekleştirilmiştir. Kesme parametreleri, eğitim ve test olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Eğitim (model geliştirme) veri setinde dört farklı talaş derinliği (ap: 0,5; 0,9; 1,3; 1,7 mm), üç farklı kesme hızı (Vc: 150; 230; 310 m/dak) ve dört farklı ilerleme miktarı (f: 0,15; 0,21; 0,27; 0,33 mm/dev) kullanılmış olup bu parametrelerin kombinasyonu ile toplam 48 (4x3x4) deney gerçekleştirilmiştir. Test (model doğrulama) veri setinde ise modelin genelleme yeteneğinin değerlendirilmesi amacıyla eğitim setinden farklı olarak üç farklı talaş derinliği (ap: 0,7; 1,1; 1,5 mm), iki farklı kesme hızı (Vc: 190; 270 m/dak) ve üç farklı ilerleme miktarı (f: 0,18; 0,24; 0,30 mm/dev) kullanılmış ve toplam 18 (3x2x3) deney yapılmıştır.

Tüm deneyler kuru kesme şartlarında gerçekleştirilmiştir. Deneyler sırasında tezgâhtan çekilen anlık elektrik akımı, yüksek doğruluk ve örnekleme hızına sahip Fluke 1732 model güç analizörü ile ölçülmüştür. Akım ölçümleri, uygun aralığa sahip pens probalar (current clamps) yardımıyla tezgâhın ana besleme hattına bağlanarak yapılmıştır. Ölçümler sabit bir örnekleme frekansında gerçekleştirilmiş olup, yalnızca tezgâhın talaş kaldırma işlemini yaptığı anlara ait tezgâh akımı değerleri dikkate alınmıştır. Her bir kesme şartı için, kararlı rejime ulaşıldığı an ile işleme sonu arasındaki akım değerlerinin ortalaması alınarak kayıt altına alınmıştır. Deneysel veriler kullanılarak kesme parametreleri ile tezgâh akımı arasındaki ilişkinin modellenmesi amacıyla makine öğrenmesi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Tüm modelleme çalışmaları Python programlama dili ile gerçekleştirilmiştir. Kesme hızı, ilerleme miktarı ve talaş derinliği girdi değişkenleri tezgâh akımı ise çıktı yanıtı olarak tanımlanmıştır.

Eğitim veri seti Ekstra Ağaçlar Regresyon ve Destek Vektör Regresyon algoritmaları kullanılarak modellerin kurulması amacıyla kullanılmıştır. Ekstra Ağaçlar Regresyon (Extremely Randomized Trees), karar ağaçları tabanlı bir topluluk öğrenme yöntemidir. Model, çok sayıda ağacı yüksek düzeyde rastgelelik içerecek şekilde oluşturur ve tahminleri ortalayarak sonuç üretir (Geurts vd. 2006). Düğüm bölünmeleri en iyi eşik yerine rastgele seçilen değerlerle yapılır. Bu yaklaşım, varyansı ve aşırı öğrenme riskini azaltarak özellikle karmaşık ve doğrusal olmayan veri setlerinde güçlü bir genelleme performansı sağlar. Destek Vektör Regresyon (SVR), Destek Vektör Makineleri temelli bir regresyon yöntemidir. Amaç, belirli bir hata toleransı (ϵ) içinde kalan tahminler üretirken model karmaşıklığını minimize etmektir (Vogt ve Kecman 2005). SVR, özellikle çekirdek (kernel) fonksiyonları sayesinde doğrusal olmayan ilişkileri etkili biçimde modelleyebilir ve küçük veri setlerinde dahi güçlü genelleme performansı sunar. Model performansları ise modelin test seti kullanılarak hesaplanan R^2 , MAE ve RMSE metrikleri ile değerlendirilerek karşılaştırılmıştır.

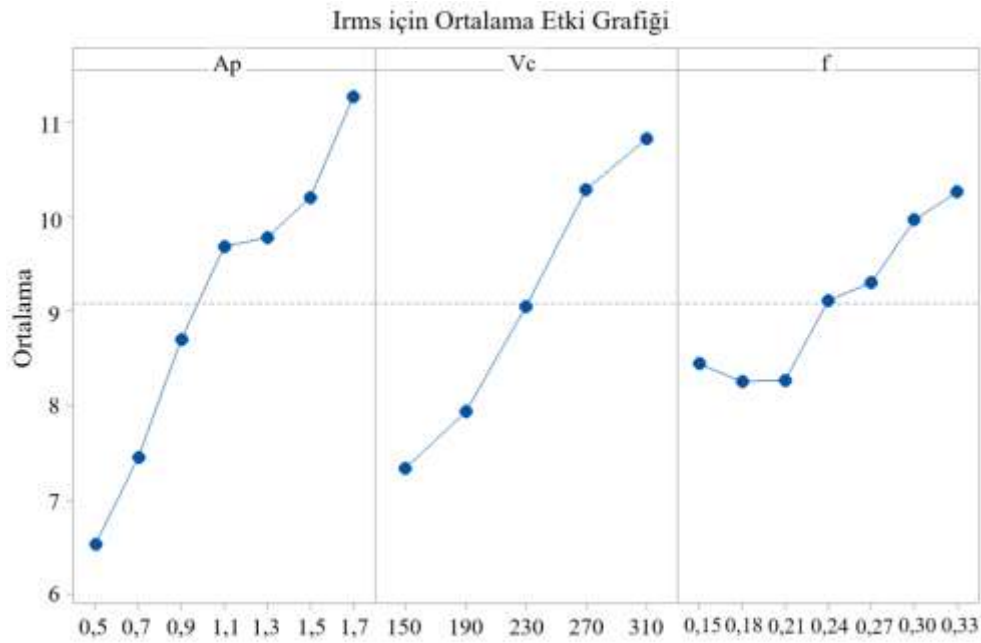
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

AISI 1040 iş parçasının farklı kesme kombinasyonlarında tornalanması sonucu meydana gelen tezgâh akımı değerleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Daha sonra bu deneysel sonuçların bir makine öğrenme modeli ile tahmin edilebilirliği incelenmiştir.

3.1. Deneysel Tezgâh Akımının Değerlendirilmesi

Deneyler sonucunda meydana gelen tezgâh akımı değerleri tornalama sürecinin anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi açısından değerli bilgiler içermektedir. Tornalama sürecinde kesici uç ve iş parçası arasındaki temas ve sürtünmeyle beraber kesme kuvvetleri artmaktadır. Kesme kuvvetlerinin artmasıyla beraber takım tezgâhında daha fazla tezgâh akımına ihtiyaç duyulmaktadır (Li ve Feng 2011). Dolayısıyla kesme sürecinin incelenmesinde tezgâh akımının değerlendirilebileceği düşünülmüştür. Tezgâh akımı için ortalama etki grafiği Şekil 1’de bulunmaktadır. AISI 1040 çeliğinin tornalanması sürecinde kesme parametrelerinin tezgâh akımı üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla oluşturulan ortalama etki grafikleri incelendiğinde, talaş derinliği, kesme hızı ve ilerleme miktarı parametrelerinin Irms üzerinde belirgin ve farklı karakterde etkiler oluşturduğu görülmektedir. Öncelikle talaş derinliğinin artışıyla birlikte Irms değerinin monoton ve güçlü bir artış eğilimi sergilediği tespit edilmiştir. Bu durum, talaş kesit alanının doğrudan A_p ile orantılı olarak büyümesi ve buna bağlı olarak kesme bölgesinde plastik deformasyon miktarının artması ile açıklanabilir. Artan talaş kesiti, takım-iş parçası temas alanını ve sürtünme kuvvetlerini artırarak kesme kuvvetlerinde yükselmeye neden olmakta (Mavi ve Uzun 2017), bu da makine motorunun daha fazla akım çekmesine ve dolayısıyla Irms değerinin artmasına yol açmaktadır. Bu bulgu, literatürde talaş derinliğinin kesme kuvveti üzerindeki baskın etkisini vurgulayan çalışmalarla uyum göstermektedir.

Kesme hızının etkisi incelendiğinde ise, artan kesme hızı ile birlikte Irms değerinin belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Kesme hızının artmasıyla birlikte makine tarafından çekilen elektriksel akımın yükselmesi beklenen bir sonuçtur (Şahinoğlu vd. 2019).



Şekil 13. Tezgâh akımına kesme parametrelerinin etkisi

İlerleme parametresinin etkisi değerlendirildiğinde, düşük ilerleme değerlerinde Irms’in nispeten kararsız ve hafif dalgalı bir seyir izlediği, belirli bir eşik değerinden sonra ise artan ilerleme ile birlikte Irms’in düzenli bir şekilde yükseldiği görülmektedir. İlerleme değerinin artmasıyla birlikte talaş oluşumu daha kararlı hale gelmekte, kesme mekanizması etkinleşmekte ve buna bağlı olarak kesme kuvvetleri ile birlikte Irms değerinde daha düzenli ve belirgin bir artış gözlenmektedir. Bu eğilim, literatürde ilerlemenin kesme kuvvetleri üzerindeki artırıcı etkisiyle uyumludur (Şahinoğlu ve Rafiği 2021).

Genel olarak değerlendirildiğinde, ortalama etki grafikleri talaş derinliğinin Irms üzerinde en baskın parametre olduğunu, kesme hızının güç tüketimi üzerinden önemli bir ikinci derecede etkiye sahip bulunduğunu ve ilerlemenin ise özellikle belirli bir eşik değerinden sonra etkisini belirgin şekilde artırdığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, tezgâh akımının yalnızca kesme kuvvetlerine bağlı bir büyüklük olmadığını kesme hızı, sürtünme koşulları, termal etkiler ve makine dinamikleri gibi çok sayıda faktörün birleşik etkisini yansıtan bütüncül bir performans göstergesi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Irms ölçümlerinin, enerji verimliliği, takım aşınması ve proses optimizasyonu çalışmalarında güvenilir ve bütüncül bir izleme parametresi olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

3.2. Makine Öğrenmesi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Makine öğrenmesi modellerine ait performans sonuçlarının verildiği Tablo 1 incelendiğinde, her iki modelin de tezgâh akımının tahmininde yüksek doğruluk seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bununla birlikte, Ekstra Ağaçlar Regresyon modelinin $R^2=0,88$ değeri ile Destek Vektör Regresyon modeline ($R^2=0,86$) kıyasla daha yüksek açıklayıcılık gücüne sahip olduğu anlaşılmaktadır. Benzer şekilde, hata metrikleri değerlendirildiğinde Ekstra Ağaçlar modelinin daha düşük MAE (0,497) ve RMSE (0,654) değerleri üreterek tahmin hatasını minimize etmede daha başarılı olduğu görülmektedir. Bu durum, karar ağaçları tabanlı topluluk öğrenme yaklaşımının, kesme parametreleri ile tezgâh akımı arasındaki doğrusal olmayan ve karmaşık ilişkileri daha etkin bir şekilde yakalayabildiğini göstermektedir.

Tablo 2. Model performansları

Model	Test R^2	Test MAE (A)	Test RMSE (A)
Ekstra Ağaçlar Regresyon	0,88	0,497	0,654
Destek Vektör Regresyon	0,86	0,510	0,690

Tablo 2’de verilen Izgara Tabanlı Arama (Grid Search) hiper parametre optimizasyon sonuçları incelendiğinde, Ekstra Ağaçlar modelinde maksimum derinlik kısıtlamasının olmaması ve minimum örnek bölme değerlerinin düşük tutulması, modelin veri içerisindeki karmaşık örüntüleri yakalayacak esneklikte yapılandırıldığını göstermektedir. Öte yandan, Destek Vektör Regresyon modelinde doğrusal çekirdek (linear kernel) seçilmesi, veri setindeki ilişkinin belirli ölçüde doğrusal bileşenler içerdiğine işaret etmektedir. Ancak, yüksek C parametresi ($C=100$) modelin hataları minimize etmeye daha fazla odaklandığını ve bu nedenle veri noktalarına daha hassas bir uyum sağladığını ortaya koymaktadır.

Tablo 3. Kurulan modeller için Izgara Tabanlı Arama ile belirlenen en iyi hiper parametreler

Model	En iyi Hiper parametreler
Ekstra Ağaçlar Regresyon	{'model__max_depth': None, 'model__min_samples_leaf': 1, 'model__min_samples_split': 2, 'model__n_estimators': 100}
Destek Vektör Regresyon	{'model__C': 100, 'model__epsilon': 0,1, 'model__gamma': 'scale', 'model__kernel': 'linear'}

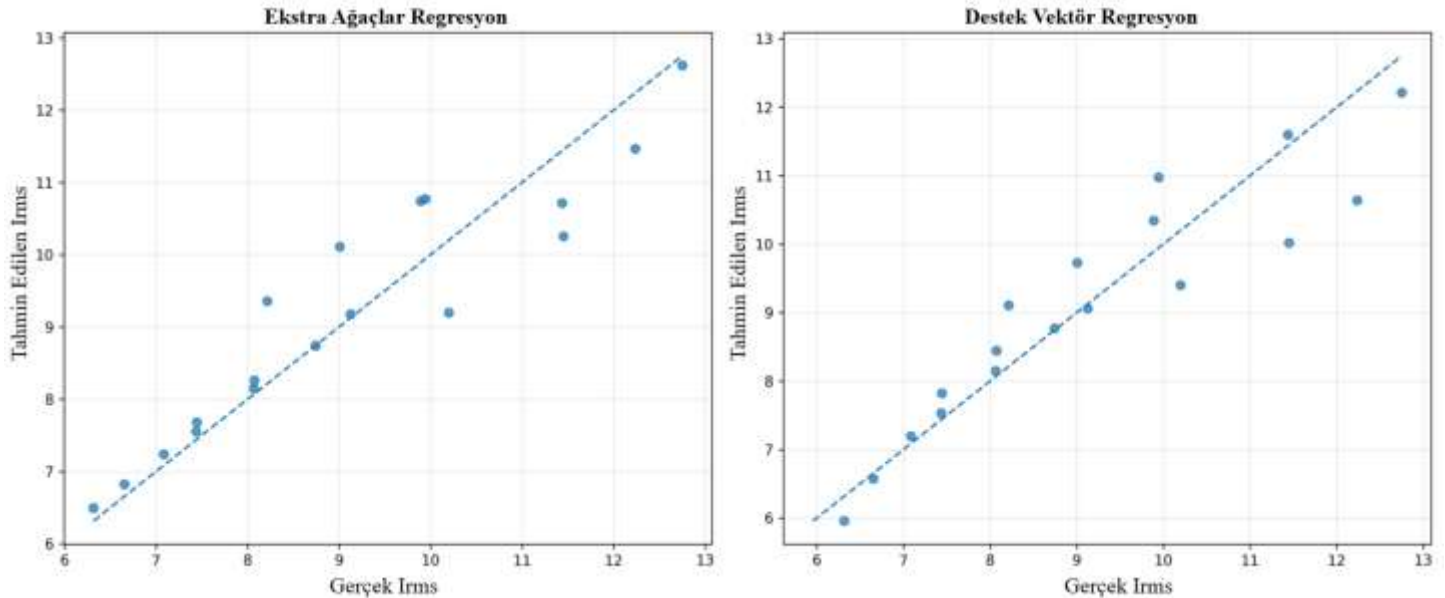
Tablo 3’te sunulan özellik önem katsayıları, her iki model açısından da kesme derinliğinin tezgâh akımı üzerindeki en baskın parametre olduğunu açıkça göstermektedir. Ekstra Ağaçlar modelinde Ap parametresi %48,5 oranında katkı sağlarken, kesme hızı ve ilerleme parametrelerinin katkıları sırasıyla %32,2 ve %19,3

olarak belirlenmiştir. Benzer eğilim Destek Vektör Regresyon modelinde de gözlenmiş olup, Ap parametresinin en yüksek katsayıya sahip olduğu görülmektedir. Bu bulgu, deneysel analiz sonuçlarıyla uyumlu olup, talaş kesit alanının doğrudan belirleyicisi olan talaş derinliğinin kesme yükü ve dolayısıyla tezgâh akımı üzerindeki belirleyici rolünü doğrulamaktadır.

Tablo 4. Kurulan modeller tarafından hesaplanan özellik önem katsayıları

Özellik	Ekstra Ağaçlar Regresyon Önem Katsayısı	Destek Vektör Regresyon Önem Katsayısı
Ap	0,485	1,762
Vc	0,322	1,526
f	0,193	0,692

Şekil 3'te verilen gerçek ve tahmin edilen değerlerin karşılaştırılması incelendiğinde, her iki modelin de veri noktalarını genel eğilim doğrultusunda başarılı bir şekilde takip ettiği görülmektedir. Bununla birlikte, Ekstra Ağaçlar modelinin özellikle uç değerlerde ve ani değişimlerin bulunduğu bölgelerde gerçek değerlere daha yakın tahminler ürettiği dikkat çekmektedir. Destek Vektör Regresyon modelinde ise bazı veri noktalarında sapmaların daha belirgin olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, ağaç tabanlı yöntemlerin veri içerisindeki yerel değişimleri daha iyi yakalayabilme yeteneğine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 14. Tezgâh akımı için kurulan modellerin gerçek ve tahmin edilen veri noktaları

Genel olarak değerlendirildiğinde, elde edilen makine öğrenmesi sonuçları hem model doğruluğu hem de fiziksel yorumlanabilirlik açısından tutarlı bir yapı sergilemekte olup, tezgâh akımının kesme parametrelerine bağlı olarak güvenilir bir şekilde tahmin edilebileceğini göstermektedir. Özellikle Ekstra Ağaçlar Regresyon modelinin yüksek performansı, bu tür karmaşık üretim süreçlerinin modellenmesinde güçlü bir araç olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma tezgâh akımının talaşlı imalat süreçlerinde enerji tüketiminin izlenmesi, süreç performansının değerlendirilmesi ve kesme parametrelerinin optimizasyonu açısından etkin bir gösterge olduğunu ortaya

koymaktadır. Ayrıca, makine öğrenmesi tabanlı modelleme yaklaşımının, geleneksel deneysel yöntemlere kıyasla daha hızlı, esnek ve yüksek doğruluklu tahminler sunarak akıllı üretim sistemlerine entegrasyon açısından önemli avantajlar sağladığı görülmektedir. Elde edilen bulgular, Endüstri 4.0 uygulamaları kapsamında gerçek zamanlı süreç izleme, enerji verimliliği analizi ve kestirimci bakım stratejilerinin geliştirilmesi için güçlü bir temel oluşturabileceği değerlendirilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, AISI 1040 çeliğinin tornalanması sırasında oluşan tezgâh akımının (Irms), kesme parametrelerine bağlı olarak deneysel ve makine öğrenmesi temelli yaklaşımlar ile modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Deneysel analizler, tezgâh akımının kesme parametrelerine yüksek derecede duyarlı olduğunu göstermiştir. Özellikle talaş derinliğinin, kesme bölgesindeki yükü doğrudan belirlemesi nedeniyle tezgâh akımı üzerinde en baskın etkiye sahip parametre olduğu belirlenmiştir.
- Kesme hızının, kesme gücü ile olan doğrudan ilişkisi nedeniyle tezgâh akımı üzerinde önemli bir ikinci derecede etkiye sahip olduğu, ilerleme miktarının ise özellikle belirli bir eşik değerden sonra etkisini daha belirgin şekilde ortaya koyduğu tespit edilmiştir.
- Makine öğrenmesi modelleri, kesme parametreleri ile tezgâh akımı arasındaki karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkinin yüksek doğrulukla tahmin edilebildiğini göstermiştir. Ekstra Ağaçlar Regresyon modeli ($R^2=0,88$), Destek Vektör Regresyon modeline ($R^2=0,86$) kıyasla daha yüksek performans sergilemiştir.
- Hata metrikleri (MAE ve RMSE) açısından da Ekstra Ağaçlar modelinin daha düşük hata değerleri üretmesi, bu yöntemin veri içerisindeki karmaşık örüntüleri daha etkin bir şekilde yakalayabildiğini ortaya koymuştur.
- Özellik önem analizleri, deneysel bulgularla uyumlu şekilde talaş derinliğinin en önemli parametre olduğunu doğrulamış ve model sonuçlarının fiziksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir.
- Gerçek ve tahmin edilen değerlerin karşılaştırılması, özellikle Ekstra Ağaçlar modelinin ani değişimleri ve yerel varyasyonları daha başarılı bir şekilde temsil edebildiğini ortaya koymuştur.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Tezgâh akımı, talaşlı imalat süreçlerinde enerji tüketiminin izlenmesi ve süreç performansının değerlendirilmesi amacıyla bir gösterge olarak kullanılabilir.
- Makine öğrenmesi tabanlı modeller, üretim süreçlerinde gerçek zamanlı izleme ve kestirimci kontrol sistemlerine entegre edilerek enerji verimliliğinin artırılmasına katkı sağlayabilir.
- Gelecek çalışmalarda, farklı malzeme türleri, kesici takım geometrileri ve soğutma/yağlama koşulları da modele dahil edilerek daha genellenebilir ve kapsamlı tahmin sistemleri geliştirilebilir.
- Model doğruluğunu artırmak amacıyla daha büyük veri setleri, farklı makine öğrenmesi algoritmaları (örneğin derin öğrenme yöntemleri) ve hibrit modelleme yaklaşımları incelenebilir.
- Tezgâh akımı ile birlikte kesme kuvveti, titreşim ve akustik emisyon gibi farklı sensör verilerinin birlikte kullanılması, çoklu veri füzyonu yaklaşımı ile daha güçlü ve güvenilir süreç izleme sistemlerinin geliştirilmesine olanak sağlayabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma tezgâh akımının yalnızca bir ölçüm büyüklüğü olmanın ötesinde, enerji odaklı süreç analizi ve optimizasyonu için stratejik bir parametre olduğunu ortaya koymakta ve makine öğrenmesi temelli yaklaşımların akıllı üretim sistemlerinde etkin bir şekilde kullanılabilme potansiyelini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 125M175 numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK’a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Akdulum A, Siyambaş Y, Çakiroğlu R, Uzun G (2026) Prediction of Cutting Forces in Turning Ti 6 Al 4 V in Different Cooling Environments Using a Multiple Signal Data Fusion Approach. *Sadhana* 51:1–17
- Akdulum A, Kayir Y (2023) Modeling and Estimation of Thrust Force, Torque, and Surface Roughness in Indexable Drilling of AA6061-T651 with Taguchi, ANN, and ANFIS. *Sadhana* 48:143
- Dedeakayoğulları H, Kaçal A, Keser K (2022) Modeling and Prediction of Surface Roughness at the Drilling of SLM-Ti6Al4V Parts Manufactured with Pre-Hole with Optimized ANN and ANFIS. *Measurement* 203:112029
- Denkena B, Helmecke P, Hülsemeyer L (2015) Energy Efficient Machining of Ti – 6Al – 4V.” *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 64:61–64
- Geurts P, Ernst D, Wehenkel L (2006) Extremely Randomized Trees. *Machine Learning* 63:3–42
- Jemielniak K (1999) Commercial Tool Condition Monitoring Systems. *Int J Mod Manuf Technol* 15:711–721
- Kara S, W Li (2011) Unit Process Energy Consumption Models for Material Removal Processes. *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 60:37–40
- Li X, Feng DF (2011) Research on Modeling Mapping Relationship between Cutting Load and Spindle Motor Current. *Advanced Materials Research* 305:353–56
- Li Xiaoli (2002) A Brief Review : Acoustic Emission Method for Tool Wear Monitoring during Turning. *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 42:157–65
- Mavi A, Uzun G (2017) The Effect of Cutting Parameters on Machinability in Turning of Duplex 1.4462 Stainless Steels. *GU J Sci Part C* 5:177–84
- Murat D, Ensarioğlu C, Gürsakal N, Oral A, Çakır MC (2018) Evaluation of Tool Wear for Hard Turning Operations through Response Surface Methodology Sert Malzemelerin Tornalanmasında Takım Aşınmasının Tepki Yüzeyi Metodolojisi İle İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 33:1299–1308
- Prakash C, Manikandan D, Ramaswamy K (20226) Investigation of Micro Turning Process Parameters for Titanium Alloy Using Response Surface Methodology. *Discover Materials* 6:10
- Şahinoğlu A, Rafighi M (2021) Investigation of Tool Wear , Surface Roughness , Sound Intensity , and Power Consumption during Hard Turning of AISI 4140 Steel Using Multilayer-Coated Carbide Inserts. *Journal of Engineering Research* 9:377–395
- Şahinoğlu A, Güllü A, Çiftçi İ Analysis of Surface Roughness, Sound Level, Vibration and Current When Machining AISI 1040 Steel. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences* 37:423–437
- Sahu NK, Raju RA, Patel R, Jaiswal A (2026) Intelligent Prediction and Optimization of Nanofluid-Assisted Turning Using Hybrid Generative Deep Learning. *Scientific Reports*

- Salur E, Okcu N, Korkmaz ME, Kaya K, Binali R, Çetinkal SB (2025) Effect of Cooling/Lubrication Conditions on Machining Performance: An Experimental Investigation of 1040 Steel Under Dry, MQL, and Nano-MQL Environments. *Materials* 18:4063
- Siyambaş Y, Aslan A (2024) Prediction of Surface Roughness Using Different Features in Vortex Cooled Turning Process of Ti6Al4V Alloy. *Measurement* 237:115258
- Vijayaraghavan A, Dornfeld D (2010) Automated Energy Monitoring of Machine Tools. *CIRP Annals - Manufacturing Technology* 59: 21–24
- Vogt M, Kecman V (2005) Active-Set Methods for Support Vector Machines.” *Support Vector Machines: Theory and Applications* 133–58.

AISI 1050 ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA KESME PARAMETRELERİNİN TEZGÂH GÜÇ TÜKETİMİNE ETKİSİNİN DENEYSEL ANALİZİ VE REGRESYON TABANLI MAKİNE ÖĞRENMESİ İLE TAHMİNİ

Dr. Aslan AKDULUM¹ / Dr. Öğr. Üyesi Yusuf SİYAMBAŞ² / Doç. Dr. Volkan KAYA³ / Doç. Dr. Halil KARAKOÇ⁴

¹ Hacettepe Üniversitesi, Başkent OSB Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, aslanakdulum@hacettepe.edu.tr, 0000-0003-2030-3167

² Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Mekanik ve Metal İşleri Bölümü, yusuf.siyambas@erzincan.edu.tr, 0000-0001-8360-5213

³ Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, vkaya@erzincan.edu.tr, 0000-0001-6940-3260

⁴ Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, halil.karakoc@hacettepe.edu.tr, 0000-0002-2444-6037

Özet

Bu çalışmada, AISI 1050 çeliğinin tornalanması sırasında kesme parametreleri (kesme hızı, ilerleme miktarı, talaş derinliği) ile tezgâh güç tüketimi arasındaki ilişki deneysel olarak araştırılmış ve regresyon tabanlı makine öğrenmesi modelleri ile tahmin edilmiştir. Günümüz üretim sistemlerinde enerji verimliliğinin izlenmesi, işleme maliyetlerinin düşürülmesi ve çevresel etkilerin azaltılması açısından kritik bir unsurdur. Bu bağlamda, kuru kesme şartlarında gerçekleştirilen tornalama deneylerinde farklı kesme parametrelerinin tezgâh güç tüketimine olan etkisi bir güç analizörü ile gerçek zamanlı olarak ölçülmüştür. Toplanan deneysel veriler kullanılarak, Çoklu Doğrusal Regresyon ve AdaBoost Regresyon algoritmaları ile tahmin modelleri oluşturulmuştur. Modellerin başarımı R^2 belirleme katsayısı ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, Çoklu Doğrusal Regresyon için $R^2=0,564$ olarak hesaplanırken, AdaBoost Regresyon için $R^2=0,443$ olarak elde edilmiştir. Çoklu Doğrusal Regresyon, AdaBoost Regresyon modeline göre daha iyi sonuç vermesine karşın, her iki modelin de sınırlı düzeyde açıklama oranına sahip olması, güç tüketiminin yalnızca kesme parametreleriyle kurulan ilişkisinin önerilen modellerle tam olarak ifade edilemeyecek kadar karmaşık olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, ilerleyen çalışmalarda daha gelişmiş yöntemlere veya özellik mühendisliğine ihtiyaç duyulduğuna işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: AISI 1050, Tornalama, Güç tüketimi, Çoklu Doğrusal Regresyon, AdaBoost Regresyon

EXPERIMENTAL ANALYSIS AND PREDICTION OF THE EFFECT OF CUTTING PARAMETERS ON MACHINE POWER CONSUMPTION DURING TURNING OF AISI 1050 STEEL USING REGRESSION-BASED MACHINE LEARNING

Dr. Aslan AKDULUM¹ / Asst. Prof. Dr. Yusuf SİYAMBAŞ² / Assoc. Prof. Dr. Volkan KAYA³ / Assoc. Prof. Dr. Halil KARAKOÇ⁴

¹ Hacettepe University, Başkent OSB Technical Sciences Vocational School, Department of Mechanical and Metal Technologies, aslanakdulum@hacettepe.edu.tr, 0000-0003-2030-3167

² Erzincan Binali Yıldırım University, Vocational School, Department of Mechanics and Metalworking, yusuf.siyambas@erzincan.edu.tr, 0000-0001-8360-5213

³ Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, vkaya@erzincan.edu.tr, 0000-0001-6940-3260

⁴ Hacettepe University, Hacettepe ASO 1. OSB Vocational School, Department of Mechanical and Metal Technologies, halil.karakoc@hacettepe.edu.tr, 0000-0002-2444-6037

Abstract

In this study, the relationship between cutting parameters (cutting speed, feed rate, depth of cut) and machine power consumption during turning of AISI 1050 steel was experimentally investigated and predicted using regression-based machine learning models. In today's production systems, monitoring energy efficiency is a critical element in reducing processing costs and minimizing environmental impact. In this context, the effect of different cutting parameters on machine power consumption was measured in real time using a power analyzer during turning experiments conducted under dry cutting conditions. Prediction models were created using Multiple Linear Regression and AdaBoost Regression algorithms with the collected experimental data. The performance of the models was compared using the R^2 coefficient of determination. According to the findings, the R^2 value was calculated as 0.564 for Multiple Linear Regression, while the R^2 value was obtained as 0.443 for AdaBoost Regression. Although Multiple Linear Regression yields better results than AdaBoost Regression model, the limited explanatory power of both models indicates that the relationship between power consumption and cutting parameters is too complex to be fully expressed by the suggested models alone. These results suggest that more advanced methods or feature engineering are needed for future research.

Keywords: AISI 1050, Turning, Power consumption, Multiple Linear Regression, AdaBoost Regression

1. GİRİŞ

Talaşlı imalat süreçlerinde kesme kuvvetleri, takım aşınması ve sıcaklık dağılımı gibi parametrelerin önceden kestirilmesi, üretim proseslerinin optimizasyonu açısından büyük önem taşımaktadır. Kesme parametrelerinin doğru tayini, takım ömrünün uzatılması ve nihai ürün kalitesinin artırılmasının yanı sıra, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve enerji tüketiminin minimize edilmesi açısından da kritik bir rol oynamaktadır (Baday 2016). Enerji tüketiminin hassas bir şekilde tahmin edilmesi, özellikle tek parça üretim lotlarında, parçanın imalatından önce uygun bir işleme stratejisinin belirlenmesinde belirleyici olmaktadır (Brillinger vd. 2021). Tornalama gibi yaygın talaşlı imalat yöntemlerinde tezgâh güç tüketimini doğru bir şekilde öngörebilmek, enerji verimli üretim planlaması ve makine takımı izleme gibi avantajlar sunmaktadır (Lv vd. 2018). Bu noktada makine öğrenimi teknikleri, karmaşık imalat süreçlerindeki güç tüketimi verilerini analiz ederek optimum işleme koşullarının belirlenmesine ve sürdürülebilir üretim hedeflerine ulaşılmasına olanak tanımaktadır (Yurtkuran vd. 2024). Bu tür tahmin modelleri, geleneksel deneme-yanılma yöntemlerinin aksine üretim sürecindeki belirsizlikleri azaltarak daha verimli ve optimize edilmiş operasyonlar için temel oluşturmaktadır (Cica vd. 2024). Bu yaklaşım, özellikle yüksek mukavemetli veya işlenmesi zor malzemeler söz konusu olduğunda, geleneksel yöntemlerle elde edilmesi güç verimlilik artışlarını sağlamaktadır (Adıyaman ve Er 2024).

Sürdürülebilir imalat prensipleri çerçevesinde, talaşlı imalat süreçlerindeki enerji verimliliğinin artırılması, endüstriyel sektörün enerji tüketimindeki payı göz önüne alındığında önemli çevresel ve ekonomik faydalar sağlamaktadır (Pawanr ve Gupta 2024). İşleme parametrelerinin enerji gereksinimini minimize edecek şekilde optimizasyonu veya kesme kuvveti, güç tüketimi ve yüzey pürüzlülüğü gibi çıktıları öngören matematiksel modellerin geliştirilmesi, makine ve yardımcı ekipmanların enerji verimliliğini artırarak hem işleme hem de rölanti koşullarında önemli tasarruflar sağlamaktadır (Eren vd. 2020). Çeşitli araştırmacılar, takım tezgâhı güç tüketimini tahmin etmek ve optimize etmek için farklı yöntemler önermiştir (Korkmaz ve Gupta 2023). Bunlar arasında yapay sinir ağları gibi makine öğrenimi modelleri, özellikle karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkiler içeren üretim süreçlerinde güç tüketimini öngörmeye yüksek potansiyel sunmaktadır (Xiao vd. 2021). Yapay zekâ ve makine öğrenimi tekniklerinin entegrasyonu, kesme parametrelerinin optimizasyonu ve güç tüketiminin azaltılması yoluyla talaşlı imalat süreçlerinde verimlilik, hassasiyet ve adaptasyon yeteneği gibi birçok avantaj sağlamaktadır (Yao vd. 2024). Endüstri 4.0'ın getirdiği gelişmelerle birlikte veri odaklı modelleme yaklaşımları, güç tüketiminin modellenmesi için geleneksel yöntemlere kıyasla daha az çaba gerektirmekte ve geniş veri setlerinden faydalanmaktadır (Bermeo-Ayerbe vd. 2022).

Bu çalışmanın amacı, AISI 1050 çeliğinin tornalanması sırasında farklı kesme parametrelerinin (kesme hızı, ilerleme miktarı ve talaş derinliği) tezgâh güç tüketimi üzerindeki etkilerini deneysel olarak araştırmak ve elde edilen veriler kullanılarak Çoklu Doğrusal Regresyon ile AdaBoost Regresyon modelleri geliştirip performanslarını karşılaştırmaktır. Bu sayede, orta karbonlu çeliklerin tornalanmasında enerji tüketiminin tahminine yönelik veri temelli bir yaklaşım sunulması ve farklı regresyon yöntemlerinin bu problem özelindeki tahmin başarımlarının karşılaştırmalı olarak ortaya konulması amaçlanmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada iş parçası malzemesi olarak orta karbonlu çelikler sınıfında yer alan AISI 1050 çeliği kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan numuneler silindirik formda hazırlanmış olup, işleme öncesinde yüzey temizliği sağlanmıştır. Numunelerin başlangıç çapı 50 mm, tornalama boyu ise 100 mm'ye ayarlanmıştır. Tornalama işlemlerinde Korloy marka PSSNR 2525 M12 dış tornalama kateri kullanılırken, Korloy marka SNMG 120408-MP NC3225 kalite ve geometriye sahip kesici uçlar kullanılmıştır. Her deneyde yeni bir kesici kenar kullanılmıştır. Tornalama deneyleri Doosan Lynx 220 model CNC torna tezgâhında kuru kesme şartları altında gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmada, kesme parametrelerinin tezgâh güç tüketimi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla kesme hızı, ilerleme miktarı ve talaş derinliği olmak üzere üç temel parametre dikkate alınmıştır. Bu kapsamda kesme hızı 150–310 m/dak, ilerleme miktarı 0,15–0,33 mm/dev ve talaş derinliği 0,5–

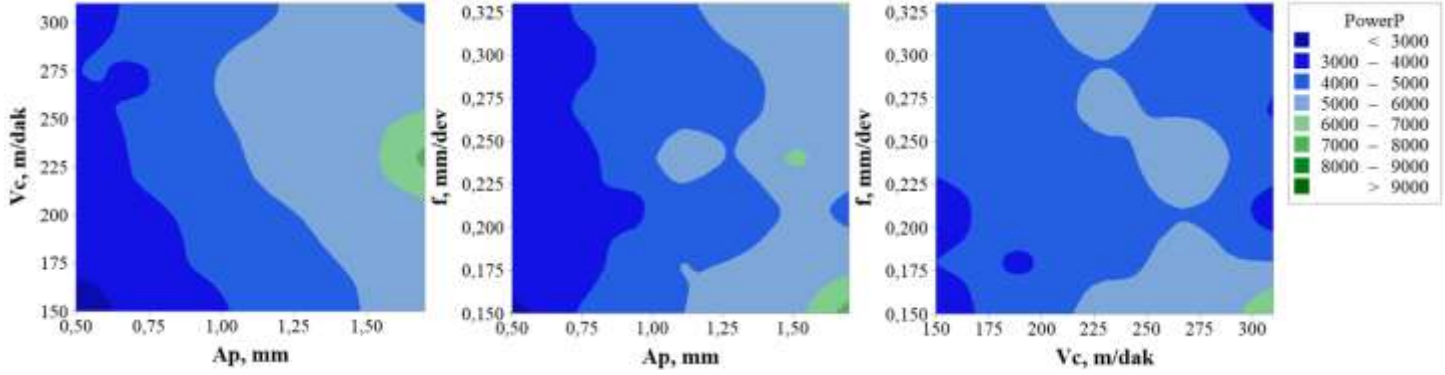
1,7 mm aralığında değiştirilmiştir. Tam faktöriyel deney planı, bu parametrelerin farklı kombinasyonlarını kapsayacak şekilde oluşturulmuş ve her bir deney koşulu için güç tüketimi değerleri ayrı ayrı ölçülmüştür. Toplamda 66 deney gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerin 48'i eğitim için 18'i ise test için ayrılmıştır. Deneyler öncesinde tezgâh belirli bir süre boşa çalıştırılarak sistemin kararlı duruma ulaşması sağlanmıştır. Tezgâh güç tüketimi, işleme sırasında kullanılan Fluke 1732 marka bir güç analizörü aracılığıyla gerçek zamanlı olarak ölçülmüştür. Ölçümler sırasında tezgâhın şebekeden çektiği toplam aktif güç kaydedilmiştir. Yalnızca talaş kaldırma anına karşılık gelen net güç tüketimi hesaplanmıştır. Bu yaklaşım, kesme işleminin gerçek enerji gereksinimini daha doğru temsil etmesi açısından tercih edilmiştir. Deneysel çalışmalar sonucunda oluşturulan veri setinde giriş değişkenleri olarak kesme hızı, ilerleme miktarı ve talaş derinliği alınırken çıktı değişkeni olarak ise güç tüketimi kullanılmıştır. Kesme parametreleri ile tezgâh güç tüketimi arasındaki ilişkinin modellenmesi amacıyla regresyon tabanlı iki farklı makine öğrenmesi yöntemi kullanılmıştır. Bunlardan ilki olan Çoklu Doğrusal Regresyon modeli, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi modellemek amacıyla tercih edilmiş ve karşılaştırma için temel bir yaklaşım olarak kullanılmıştır (Çelik ve Fidan 2022). İkinci yöntem olan AdaBoost regresyon algoritması ise zayıf öğrenicilerin bir araya getirilmesiyle güçlü bir model oluşturan topluluk (ensemble) öğrenme yaklaşımına dayanmaktadır (Akdulum vd. 2024). Geliştirilen modellerin tahmin performansları belirleme katsayısı (R^2), ortalama mutlak hata (MAE) ve kök ortalama kare hata (RMSE) gibi istatistiksel ölçütler kullanılarak değerlendirilmiştir. R^2 değeri modelin açıklayıcılık düzeyini ifade ederken, MAE ve RMSE metrikleri tahmin hatalarının büyüklüğünü değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda modellerin performansları karşılaştırılmış ve kesme parametreleri ile güç tüketimi arasındaki ilişkinin modellenebilirliği analiz edilmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Deneysel Güç Tüketiminin Değerlendirilmesi

Şekil 1 incelendiğinde, AISI 1050 çeliğinin tornalanması sırasında kesme parametrelerinin tezgâh güç tüketimi üzerindeki etkileri kontur haritaları aracılığıyla ayrıntılı biçimde ortaya konulmuştur. Genel eğilim, talaş derinliği ve kesme hızı arttıkça güç tüketiminin belirgin şekilde yükseldiğini göstermektedir. Özellikle A_p 'nin 1,2 mm'nin üzerine çıktığı ve V_c 'nin 250 m/dak seviyelerine ulaştığı bölgelerde daha yüksek güç tüketimi değerleri gözlenmiş, bu durum artan talaş kaldırma hacmi ve kesme direncinin doğal bir sonucu olarak değerlendirilmiştir (Zhao vd. 2020). İlerleme miktarının etkisi incelendiğinde ise, düşük ilerleme değerlerinde (0,15–0,20 mm/dev) güç tüketiminin nispeten düşük seviyelerde kaldığı, ancak f 'nin artmasıyla birlikte özellikle yüksek A_p ve V_c kombinasyonlarında güç tüketiminin hızla yükseldiği görülmektedir. Bu durum literatür ile uyumludur (Şahinoğlu ve Rafiği 2020). Bununla birlikte, orta seviyedeki ilerleme değerlerinde (yaklaşık 0,22–0,26 mm/dev) yer yer lokal güç tüketimi artış eğilimleri gözlenmiştir ve bu durumun kesme bölgesinde oluşan karmaşık talaş oluşumu mekanizmaları ve sürtünme etkileriyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Kontur dağılımları, kesme parametreleri arasındaki etkileşimin doğrusal olmayan bir karakter sergilediğini ortaya koymaktadır. Özellikle düşük kesme hızlarında A_p artışının güç tüketimi üzerindeki etkisi sınırlı kalırken, yüksek kesme hızlarında aynı artışın çok daha belirgin bir güç tüketimi artışına neden olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, ilerleme miktarının etkisi de diğer parametrelerin seviyesine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Sonuç olarak elde edilen bulgular, tezgâh güç tüketiminin yalnızca tek bir parametreye bağlı olmadığını kesme hızı, ilerleme ve talaş derinliği arasındaki çoklu etkileşimlerin belirleyici olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte ilerleme miktarının etkisinin doğrusal bir karakter göstermemesi ve belirli aralıklarda lokal maksimumların oluşması, sürecin yalnızca basit fiziksel ilişkilerle açıklanamayacak kadar karmaşık olduğunu düşündürmektedir. Bu durum, enerji verimliliği açısından optimum kesme parametrelerinin belirlenmesinde çok değişkenli analizlerin gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.



Şekil 15. Güç tüketimi üzerinde kesme parametre kombinasyonlarının etkileri

3.2. Makine Öğrenme Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kesme parametrelerine bağlı olarak geliştirilen makine öğrenmesi modellerinin performansları Tablo 1’de sunulmaktadır. Tablo 2’de ise kullanılan modeller için Izgara Tabanlı Arama (Grid Search) ile tespit edilen hiper parametre değerleri bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Çoklu Doğrusal Regresyon modelinin, AdaBoost Regresyon modeline kıyasla daha yüksek tahmin başarısı sergilediği görülmektedir. Nitekim Çoklu Doğrusal Regresyon modeli için test R^2 değeri 0,564 olarak elde edilirken, AdaBoost Regresyon modeli için bu değer 0,443 seviyesinde kalmıştır. Benzer şekilde hata metrikleri incelendiğinde, MAE ve RMSE değerlerinin de Çoklu Doğrusal Regresyon modeli lehine daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Güç tüketimi için kurulan modellerin performans metrikleri

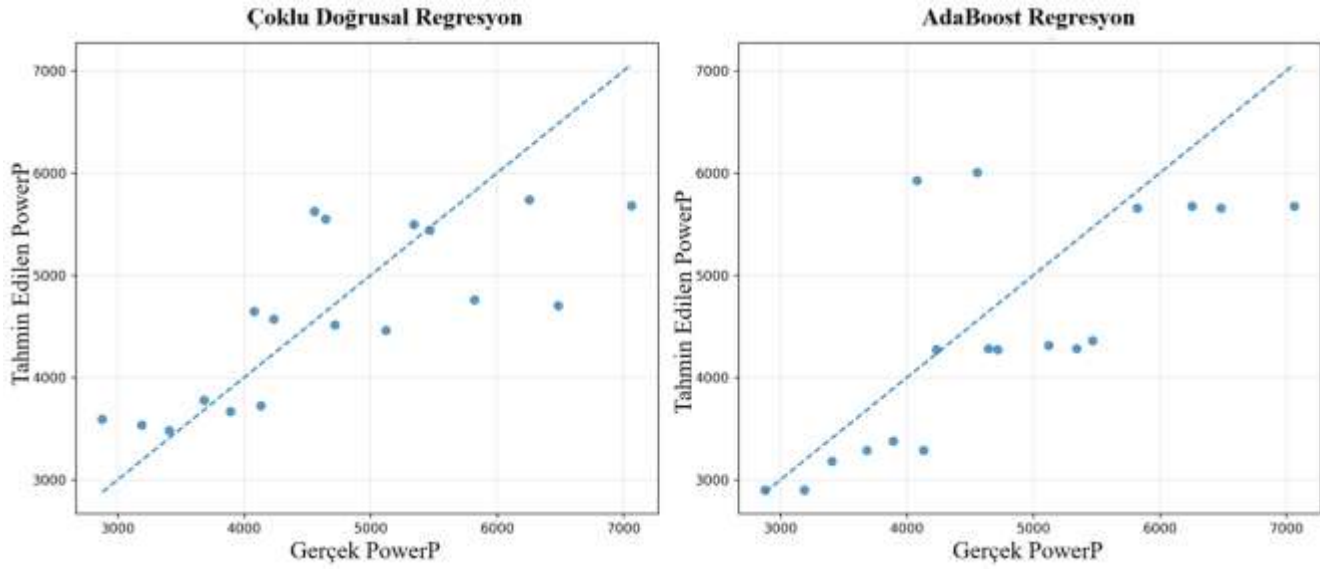
Model	Test R^2	Test MAE (W)	Test RMSE (W)
Çoklu Doğrusal Regresyon	0,564	585,14	754,36
AdaBoost Regresyon	0,443	687,05	852,69

Tablo 6. Kullanılan modeller için Izgara Tabanlı Arama ile tespit edilen hiper parametreler

Model	En iyi hiper parametreler
Çoklu Doğrusal Regresyon	Varsayılan parametreler (Default parameters)
AdaBoost Regresyon	{'model__learning_rate': 1,0; 'model__loss': 'square'; 'model__n_estimators': 100}

Şekil 2’de, her iki modele ait test verileri için gerçek ve tahmin edilen güç tüketimi değerlerinin dağılımları verilmiştir. Grafiklerde yer alan kesikli referans çizgisi, ideal durum olan $y = x$ doğrusunu temsil etmekte olup, tahminlerin bu doğruya yakınlığı model performansının görsel bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Çoklu Doğrusal Regresyon modeline ait dağılım incelendiğinde, veri noktalarının referans doğru etrafında nispeten daha dengeli bir şekilde konumlandığı, ancak özellikle yüksek güç tüketimi değerlerinde sapmaların arttığı görülmektedir. Bu durum, sistemde doğrusal bileşenlerin varlığını desteklemekle birlikte, önemli düzeyde doğrusal olmayan etkilerin de bulunduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, modelin yüksek değerleri tahmin etmede sınırlı doğruluk sergilediği görülmektedir.

AdaBoost Regresyon modelinde ise veri noktalarının referans doğrusundan daha fazla saptığı ve tahminlerin belirli aralıklarda kümelenme eğilimi gösterdiği dikkat çekmektedir. Özellikle orta ve yüksek güç tüketimi değerlerinde modelin sistematik olarak sapma gösterdiği ve varyansın arttığı gözlemlenmektedir. Bu durum, modelin veri setindeki karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri yeterince temsil edemediğini düşündürmektedir. Her iki model birlikte değerlendirildiğinde, kesme parametreleri ile güç tüketimi arasındaki ilişkinin kısmen doğrusal olmakla birlikte önemli ölçüde doğrusal olmayan bileşenler içerdiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle, kullanılan modeller belirli bir tahmin başarısı sağlamakla birlikte, elde edilen performans değerleri istenilen seviyeye ulaşmamıştır. Bu bağlamda, daha yüksek doğruluk elde edebilmek için daha gelişmiş makine öğrenmesi algoritmalarının kullanılması veya özellik mühendisliği gibi ileri seviye işlemlerin gerçekleştirilmesi önerilmektedir.



Şekil 16. Kurulan modeller için test seti tahmin edilen veri noktalarının dağılımı

Deneyisel bulgular ile model sonuçları arasındaki uyum birlikte ele alındığında, güç tüketiminin tahmin edilmesinde yalnızca kesme parametrelerinin değil, aynı zamanda sürece özgü fiziksel ve tribolojik değişkenlerin de dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, geliştirilen modellerin mühendislik uygulamalarında ön tahmin aracı olarak kullanılabileceği, ancak yüksek hassasiyet gerektiren durumlar için daha gelişmiş modelleme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Daha gelişmiş modelleme yaklaşımları, doğrusal olmayan ilişkileri daha etkin şekilde modelleyebilme potansiyeli nedeniyle gelecekteki çalışmalar için önemli bir alternatif oluşturabileceği değerlendirilmektedir. Bu çalışma hem deneyisel hem de veri temelli yaklaşımların birlikte kullanılmasının, talaşlı imalat süreçlerinde enerji tüketiminin anlaşılması ve optimize edilmesi açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Elde edilen bulgular, sürdürülebilir üretim hedefleri doğrultusunda enerji verimliliğinin artırılması için kesme parametrelerinin dikkatli bir şekilde seçilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda daha yüksek doğrulukta tahminler için hibrit ve gelişmiş modelleme tekniklerinin gerekliliğine işaret etmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, AISI 1050 çeliğinin tornalanması sırasında kesme parametrelerinin tezgâh güç tüketimi üzerindeki etkileri deneyisel olarak incelenmiş ve elde edilen veriler makine öğrenme tabanlı modeller ile tahmin edilmiştir. Deneyisel sonuçlar, tezgâh güç tüketiminin kesme parametrelerine güçlü bir şekilde bağlı olduğunu ve özellikle talaş derinliği ile kesme hızındaki artışın güç tüketimini belirgin biçimde yükselttiğini göstermiştir. İlerleme miktarının etkisinin ise diğer parametrelerle etkileşimli olduğu ve doğrusal olmayan bir

karakter sergilediği belirlenmiştir. Bu durum, talaş kaldırma sürecinin karmaşık yapısını ve parametreler arası etkileşimlerin önemini ortaya koymaktadır.

Makine öğrenmesi modellerinin performansları değerlendirildiğinde, Çoklu Doğrusal Regresyon modelinin AdaBoost Regresyon modeline kıyasla daha başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Ancak her iki modelin de tahmin doğruluğunun sınırlı kaldığı ve özellikle yüksek güç tüketimi değerlerinde hata oranlarının arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, güç tüketiminin yalnızca doğrusal ilişkilerle açıklanamayacağını ve daha karmaşık modelleme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara dayanarak aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Enerji verimliliğinin artırılması amacıyla, özellikle yüksek kesme hızı ve büyük talaş derinliği kombinasyonlarından kaçınılmalı ve optimum parametre aralıkları tercih edilmelidir.
- Güç tüketiminin daha doğru tahmin edilebilmesi için, kesme parametrelerine ek olarak takım aşınması, kesme sıcaklığı, titreşim, mekanik ve kimyasal özellikler gibi süreç değişkenlerinin de modele dahil edilmesi önerilmektedir.
- Gelecek çalışmalarda, daha gelişmiş makine öğrenme algoritmalarının ve özellik mühendisliği gibi yöntemlerin kullanılması ile tahmin performansının artırılması hedeflenmelidir.
- Model doğruluğunu artırmak amacıyla daha geniş veri setleri ile çalışılması ve hiper parametre optimizasyon süreçlerinin detaylı şekilde gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, talaşlı imalat süreçlerinde güç tüketiminin anlaşılması ve modellenmesi açısından kesme parametrelerine duyarlı olduğu ile ilgili bulgular sunmakta olup, sürdürülebilir üretim hedefleri doğrultusunda kesme parametrelerinin optimizasyonuna yönelik bilimsel bir temel oluşturmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 125M175 numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Adıyaman E, Er AO (2024) İşlenmesi Zor Malzemelerin Tornalanması İçin En Uygun İşleme Sıcaklıklarının Makine Öğrenmesi İle Belirlenmesi. *Manufacturing Technologies and Applications* 5:46–64.
- Akdulum A, Süzgül M, Kayır Y (2024) Prediction of Feed Force with Machine Learning Algorithms in Boring of AISI P20 Plastic Mold Steel. *Materials Today Communications* 41:110704.
- Baday Ş (2016) Modelling of Main Cutting Forces With Artificial Neural Network in Turning of Spheroidizing Heat Treated AISI 1050 Steel. *Technological Applied Sciences* 11: 1–9.
- Bermeo-Ayerbe MA, Ocampo-Martinez C, Diaz-Rozo J (2022) Data-Driven Energy Prediction Modeling for Both Energy Efficiency and Maintenance in Smart Manufacturing Systems. *Energy* 238:121691.
- Brillinger M, Wuwer M, Hadi MA, Haas F (2021) Energy Prediction for CNC Machining with Machine Learning. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 35:715–23.
- Çelik YH, Fidan Ş (2022) Analysis of Cutting Parameters on Tool Wear in Turning of Ti-6Al-4V Alloy by Multiple Linear Regression and Genetic Expression Programming Methods. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation* 111638.
- Cica D, Sredanovic B, Tesic S, Kramar D (2024) Predictive Modeling of Turning Operations under Different Cooling/Lubricating Conditions for Sustainable Manufacturing with Machine Learning Techniques. *Applied Computing and Informatics* 20:162–80.
- Eren N, Hayat F, Günay M (2020) Sertleştirilmiş 1.2367 Takım Çeliğinin İşlenmesinde Enerji Tüketiminin Analizi ve Modellenmesi. *Manufacturing Technologies and Applications* 1:41–49.
- Korkmaz ME, Gupta MK (2023) A State of the Art on Simulation and Modelling Methods in Machining: Future Prospects and Challenges. *Archives of Computational Methods in Engineering* 30:161–89.
- Lv J, Tang R, Tang W, Jia S, Liu Y, Cao Y (2018) An Investigation into Methods for Predicting Material Removal Energy Consumption in Turning. *Journal of Cleaner Production* 193:128–39.
- Pawanr S, Gupta K (2024) A Review on Recent Advances in the Energy Efficiency of Machining Processes for Sustainability. *Energies* 17:3659.
- Şahinoğlu A, Rafighi M (2020) Optimization of Cutting Parameters with Respect to Roughness for Machining of Hardened AISI 1040 Steel. *Materials Testing* 62:85–95.
- Xiao Q, Li C, Tang Y, Chen X (2021) Energy Efficiency Modeling for Configuration-Dependent Machining via Machine Learning: A Comparative Study. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* 18:717–30.
- Yao W, Li L, Liu L, Fujii H (2024) How Robot Promotes Production Efficiency under China's Carbon Peaking and Carbon Neutrality Goals. *Environment, Development and Sustainability* 5:169–84.
- Yurtkuran H, Korkmaz ME, Gupta MK, Yılmaz H, Günay M, Vashishtha G (2024) Prediction of Power Consumption and Its Signals in Sustainable Turning of PH13-8Mo Steel with Different Machine Learning Models. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 133:2171–88.
- Zhao G, Zhao Y, Meng F, Guo Q, Zheng G (2020) Prediction Model of Machine Tool Energy Consumption in Hard-to-Process Materials Turning. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 106:4499–4508.

LINEAR FUNCTIONALS AND BOUNDED LINEAR OPERATORS IN HILBERT SPACES

G'.A.Nafasov., A.Eshmuratov., R.O'.Xudoyqulov.,

Professors and Lecturers of the "Mathematics" Department, Gulistan State University Uzbekistan.

e-mail; gnafasov87@gmail.com

Murodova Nodirabegimman Ikromjon qizi,

4-22 group student, Mathematics program, Gulistan State University

e-mail; murodovanodirabegim0604@gmail.com**Abstract**

This article examines the theoretical foundations of linear functionals and bounded linear operators defined on Hilbert spaces. It analyzes the fundamental properties of Hilbert spaces, the Riesz theorem, the norm of operators, and issues of their continuity. The relationship between linear functionals and linear operators is also scientifically explained.

Keywords: Hilbert space, linear functional, linear operator, bounded operator, norm, continuity, Riesz theorem.

Abstract

This scientific article provides an in-depth analysis of linear functionals and bounded linear operators defined on Hilbert spaces. In particular, the fundamental properties of Hilbert spaces are examined based on the completeness of inner product spaces. The continuity of linear functionals and their representation in terms of elements of the Hilbert space are justified using the Riesz Representation Theorem. In addition, key properties of linear operators—such as boundedness, operator norm, continuity, and compactness—are studied in an interconnected manner. The main theorems of operator theory are presented, and their role in functional analysis is clarified. The results of this study are significant not only from a theoretical perspective but also for practical applications, including the solution of differential equations, models in quantum mechanics, and signal processing.

Keywords: Hilbert space, inner product, norm, linear functional, continuity, Riesz Representation Theorem, linear operator, bounded operator, operator norm, functional analysis, completeness, compact operator, spectral theory.

Introduction

In modern mathematics, Functional Analysis is one of the fundamental theoretical fields devoted to the study of functions and operators defined on infinite-dimensional spaces. Within this framework, Hilbert spaces occupy a central position, as they can be viewed as natural generalizations of Euclidean spaces endowed with a rich geometric structure through the inner product.

The theory of linear functionals and linear operators in Hilbert spaces plays a fundamental role. In particular, the study of linear functionals reveals the structure of the dual space, which serves as an essential tool in solving various mathematical and physical problems. In this context, the Riesz Representation Theorem plays a crucial role, as it allows every continuous linear functional to be represented via the inner product.

On the other hand, bounded linear operators are key objects that describe transformations and dynamical systems in Hilbert spaces. Their properties—such as continuity, norm, and spectral characteristics—are widely applied in mathematical physics, especially in quantum mechanics, the theory of integral equations, and signal processing.

The aim of this paper is to systematically present the theoretical foundations of linear functionals and bounded operators in Hilbert spaces, to analyze their fundamental properties, and to highlight their importance in contemporary scientific research.

Main Part

A linear function is called a linear functional for an element of the real (or complex) space H . Linearity (or distributivity) of λ means that for and

$$\forall U \in H, l(\lambda U_1 + \mu U_2) = \lambda l(U_1) + \mu l(U_2) \quad (2.1_1)$$

Equality has been achieved.

Definition 1. We say that a functional is continuous if and only if $U_n \rightarrow U \Rightarrow l(U_n) \rightarrow l(U)$

(2.1₁) The continuity of the conditional functional is equal to one. $l(U)$

$S_1 \equiv \{U: \|U\| = 1\}$ It is possible to prove the equivalence of boundedness on a sphere, that is, it is possible. $l(U)$

$$|l_u| \leq C \|U\|, \quad \forall U \in H \quad (2.1_2)$$

According to the theorem of F. Riesz, a linear functional l in H

$$L(U) = (U, V)$$

The scalar product can be represented in the form, in which case the element V is uniquely determined by the functional. $l(U)$

$\|V\|$ This quantity is also called the norm of the linear functional l . $\|l\|$

It looks like

$$\|l\| = \sup \frac{|l(u)|}{\|u\|}$$

That is, the smallest of the invariants C that satisfy the inequality is called the norm of the functional. (2.1₂)

Now let's move on to the linear operator on H .

We say that an operator A is defined in $D(A)$ if for each function U from the set $D(A)$ of the space H we associate an element V from H . $\forall A \in D(A)$

$\|Au\| \leq C\|U\|$ (2.2) In such a case we say that A is a bounded operator on $D(A)$.

If in $D(A)$

$$A(\lambda U_1 + \mu U_2) = \lambda A(U_1) + \mu A(U_2)$$

If the equality holds, we say that A is a linear operator.

$$\|A\| = \sup_{U \in H} \frac{\|Au\|}{\|u\|}$$

The number determined by the equality or the smallest of the numbers C satisfying the inequality (2.2) is called the norm of the operator A . $\|A\|$

We are interested in two classes of operators.

One class belongs to the class of self-adjoint operators, the other to the class of completely continuous operators.

If

$$(Au, V) = (U, Av), \quad \forall u, v \in H \quad (2.3)$$

If the equality holds, we say that A is a self-adjoint operator.

If an operator A maps any bounded set to a compact set, then we say that A is a completely continuous operator.

When A is a completely continuous operator

$$U - \lambda AU = V \quad (2.4)$$

Let's focus on solving the equation where $V \in H$ is the (given) element, λ is a complex parameter.

Three Fredholm theorems are valid for equation (2.4).

- 1) If the homogeneous equation (2.5) corresponding to (2.4) has only a trivalent solution, then (2.4) has a unique solution for any $V \in H$; in other words, the existence theorem follows from the uniqueness theorem for (2.4). $U - \lambda AU = 0$
- 2) Equation (2.5) has a natural solution corresponding to the values of $\{\lambda\}$ at every countable number of finite multiplicity. λ_k
- 3) λ_k when the value of λ is equal to one of the characteristic values.

$$U + \lambda A^*U = 0 \quad (2.6)$$

Let us formulate the equation. Equation (2.4) has a solution if and only if V is orthogonal to all solutions of equation (2.6).

Unlike bounded operators, for unbounded operators (and for all s) $U \in D(A)$

$$\|AU\| \leq C\|U\| \quad (2.2)$$

There is no number C that satisfies the inequality.

Conclusion

The study systematically examined the fundamental theoretical properties of linear functionals and bounded linear operators in Hilbert spaces. In particular, the representation of continuous linear functionals in terms of elements of the space was established using the Riesz Representation Theorem, revealing the distinctive dual structure of Hilbert spaces. Furthermore, the equivalence between boundedness and continuity of linear operators was demonstrated, and their quantitative behavior was characterized through the concept of the operator norm. It was also shown that algebraic operations on operators lead to new bounded operators, ensuring the structural consistency of the operator space. The obtained results strengthen the theoretical foundations of functional analysis and expand the possibilities for their application in practical problems. In particular, this theory serves as an essential tool in solving differential and integral equations, modeling problems in mathematical physics, and analyzing modern technological processes.

References

1. Frigyes Riesz, Béla Szőkefalvi-Nagy. *Functional Analysis*. Dover Publications, 1990.
2. Erwin Kreyszig. *Introductory Functional Analysis with Applications*. Wiley, 1978.
3. Walter Rudin. *Functional Analysis*. McGraw-Hill, 1991.
4. John B. Conway. *A Course in Functional Analysis*. Springer, 1990.
5. Reed Michael, Barry Simon. *Methods of Modern Mathematical Physics, Vol. 1: Functional Analysis*. Academic Press, 1980.
6. Peter D. Lax. *Functional Analysis*. Wiley-Interscience, 2002.
7. Kôsaku Yosida. *Functional Analysis*. Springer, 1980.

CONSTRUCTION AND FUNCTIONING OF KNOWLEDGE IN THE DIDACTIC SYSTEM**HASSAN ZARIOUH****Department of Mathematics (CRMEFO), Oujda 60000, Morocco.****h.zariouh@yahoo.fr****ADIL ZEROUALI AMRI****Directeur du Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation de l'Oriental (CRMEFO),
Oujda 60000, Morocco.****ABSTR ACT:**

We have seen that the objects and forms of learning are extremely diverse. While it was long believed that it was possible to develop a general theory of learning (this research was even at the heart of the behaviorist program), it seems impossible at present to account for the multitude of data available on the different forms of learning with a single theory. Consequently, the theoretical frameworks developed in this field are extremely diverse.

The learning mechanisms used in each case depend on the privileged systems: the affective-relational system, the social system, the cognitive system, etc.

For our part, we will situate ourselves within the didactic system to formulate hypotheses about the construction and functioning of knowledge, following the logic of the work of Piaget, Bachelard, Brousseau, and Vergnaud.

REFERENCES:

- [1] **H. Besse** : Remarques sur le statut de la didactique des langues étrangères dans le champ des sciences humaines et sociales. Bulletin de l'ACLA, 7, 7–27. (1985)
- [2] **M.Artigue – R.Douady** : La didactique des mathématiques en France. Revue Française de Pédagogie N° 76 (1986) P.69-88.
- [3] **G.Brousseau** : Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherche en Didactique des Mathématiques, Vol 7 n°2 (1986) P33-115.
- [4] **E.N.Ivantsyna** : Achieving skill in solving geometry problems – in : soviet studies in the psychology of learning mathematics – vol/4 : problem solving in geometry – University of Chicago, 1970.

AI-DRIVEN DIGITAL TRANSFORMATION IN EMERGING ECONOMIES: OPPORTUNITIES, RISKS, AND STRATEGIC INTEGRATION**IHE FERDINAND EKENE****Department of Computer Science, School of Applied Sciences,****Federal Polytechnic Ekowe, Bayelsa State, Nigeria.****Email: ferdinandihe@yahoo.com****Abstract**

Artificial Intelligence (AI) is rapidly reshaping economic systems, governance frameworks, and business operations across both developed and developing regions. In emerging economies, AI offers significant potential to accelerate digital transformation by improving productivity, enhancing decision-making, and expanding access to essential services such as healthcare, finance, education, and agriculture. By leveraging data-driven technologies, these economies can address structural inefficiencies, promote innovation, and strengthen global competitiveness. However, the adoption and integration of AI are not without challenges. Key concerns include inadequate digital infrastructure, limited technical expertise, high implementation costs, data privacy vulnerabilities, and ethical issues such as algorithmic bias and transparency. This paper critically examines the dual role of AI as both an enabler of growth and a source of emerging risks in developing contexts. It explores sector-specific opportunities where AI can create measurable impact while also analyzing the socioeconomic and institutional constraints that may hinder its effectiveness. Adopting a qualitative analytical approach, the study draws on existing literature, policy documents, and contextual evidence from emerging economies to develop a comprehensive understanding of AI-driven transformation. Furthermore, the paper proposes a strategic framework for sustainable AI integration, emphasizing the importance of policy coherence, investment in digital infrastructure, human capital development, and multi-stakeholder collaboration. It highlights the role of governments, private sector actors, and academic institutions in fostering an inclusive AI ecosystem. The findings underscore that while AI holds transformative promise; its benefits can only be fully realized through deliberate, well-coordinated strategies that balance innovation with ethical responsibility, equity, and long-term sustainability.

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Transformation, Emerging Economies, Innovation, Policy, Strategy

Introduction

Digital transformation, driven by Artificial Intelligence (AI), is fundamentally reshaping industries, institutions, and economies across the globe. AI technologies—ranging from machine learning and natural language processing to robotics and data analytics—are redefining how societies produce, consume, and interact. Globally, AI is increasingly recognized as a general-purpose technology with the capacity to enhance productivity, stimulate innovation, and unlock new economic opportunities (Brynjolfsson & McAfee, 2017; Cockburn, Henderson, & Stern, 2019). According to the World Bank, AI is already “transforming how people learn, work and live,” while simultaneously expanding access to information, services, and markets (Agarwal *et al.*, 2021). This transformative potential positions AI as a central pillar of the ongoing digital revolution.

In the context of emerging economies, AI-driven digital transformation presents both unprecedented opportunities and complex challenges. Emerging economies are typically characterized by rapid population growth, expanding urbanization, youthful labor forces, and evolving market structures. These features create fertile ground for technological leapfrogging, where countries can bypass traditional stages of development by adopting advanced technologies directly (Foster & Heeks, 2013; World Development Report, 2021). AI applications in agriculture, healthcare, finance, education, and governance are already demonstrating tangible benefits. For instance, AI-powered tools are helping smallholder farmers optimize crop yields, enabling financial institutions to extend credit to underserved populations, and supporting healthcare providers in diagnosing diseases in resource-constrained settings (Kshetri, 2020; Rolnick *et al.*, 2019). These developments suggest that AI can play a catalytic role in addressing long-standing developmental challenges while accelerating economic growth.

However, the global diffusion of AI is highly uneven. Evidence indicates that high-income countries continue to dominate AI innovation, infrastructure, and investment. They account for a disproportionate share of AI models, startups, and computing capacity, leaving developing nations at a relative disadvantage (Bughin *et al.*, 2018; OECD, 2021). This disparity reflects broader structural inequalities in the global digital economy, including gaps in connectivity, data availability, and technical expertise. For example, while internet penetration exceeds 90% in high-income countries, it remains significantly lower in many low- and middle-income economies, limiting access to AI-enabled services (ITU, 2022). Similarly, computing infrastructure—such as data centers and cloud services—is heavily concentrated in developed regions, constraining the ability of emerging economies to scale AI solutions (UNCTAD, 2021).

Beyond infrastructure, human capital represents another critical constraint. The successful adoption of AI depends not only on access to technology but also on the availability of skilled labor capable of developing, deploying, and maintaining AI systems. Yet, digital skill levels remain relatively low in many developing countries. Studies show that less than 5% of the population in low-income countries possesses basic digital skills, compared to significantly higher levels in advanced economies (UNESCO, 2021; World Bank, 2021). This skills gap limits the capacity of emerging economies to fully participate in the global AI ecosystem and underscores the importance of education, training, and capacity-building initiatives.

Institutional and regulatory challenges further complicate AI adoption. Weak policy frameworks, limited data protection laws, and inadequate governance structures can hinder innovation while exposing societies to risks such as data misuse, algorithmic bias, and ethical concerns. The Organisation for Economic Co-operation and Development highlights that barriers to AI adoption in low- and middle-income countries include underdeveloped regulatory environments, limited access to finance, and insufficient institutional capacity (OECD, 2021; Zuiderwijk, Chen, & Salem, 2021). Without robust governance mechanisms, the deployment of AI may exacerbate inequalities, reinforce existing biases, or undermine public trust.

Despite these constraints, emerging economies also possess unique advantages that can support AI adoption. A youthful and increasingly tech-savvy population, growing mobile penetration, and expanding digital ecosystems provide a foundation for innovation. Moreover, the rise of “small AI”—lightweight, cost-effective applications that can operate on basic devices—offers new pathways for inclusive technological adoption. These solutions are particularly relevant in contexts where advanced infrastructure is lacking, as they enable users to harness AI capabilities without significant investment in high-end computing resources (Siau & Wang, 2020). Additionally, open-source AI platforms and international knowledge-sharing initiatives are helping to democratize access to AI technologies, allowing developing countries to adapt solutions to local contexts (Bonnet & Teuteberg, 2022).

The economic implications of AI adoption in emerging economies are profound. AI has the potential to drive productivity growth, enhance competitiveness, and facilitate structural transformation. Research indicates that the benefits of AI are closely linked to a country’s level of preparedness, including infrastructure, skills, and institutional capacity (Acemoglu & Restrepo, 2020; Agrawal, Gans, & Goldfarb, 2019). Countries that invest in these foundational elements are more likely to experience positive outcomes, while those that lag behind risk widening the digital and economic divide. This highlights the importance of strategic planning and targeted interventions to ensure that AI contributes to inclusive and sustainable development.

Nevertheless, the integration of AI into emerging economies must be approached with caution. While AI can create new jobs and industries, it also poses risks of labor displacement, particularly for low-skilled workers (Frey & Osborne, 2017). Furthermore, ethical concerns—such as data privacy, surveillance, and algorithmic bias—raise important questions about the societal impact of AI technologies (Floridi *et al.*, 2018). As noted by global development organizations, the challenge lies not only in adopting AI but in doing so responsibly and equitably.

In light of these dynamics, a balanced and strategic approach to AI adoption is essential. Policymakers, businesses, and academic institutions must collaborate to build enabling environments that support innovation while mitigating risks. This includes investing in digital infrastructure, strengthening regulatory frameworks, promoting digital literacy, and fostering public-private partnerships. Ultimately, the goal is to ensure that AI-driven digital transformation contributes to broad-based development rather than deepening existing inequalities.

In conclusion, AI represents both a powerful opportunity and a significant challenge for emerging economies. Its ability to transform key sectors and improve livelihoods is undeniable, yet its benefits are contingent on the presence of supportive ecosystems and effective governance. As such, understanding the interplay between opportunities, risks, and strategic integration is critical for harnessing the full potential of AI in the digital age.

Conceptual Overview of AI and Digital Transformation

AI refers to the simulation of human intelligence processes by machines, particularly computer systems. Digital transformation involves integrating digital technologies into all areas of business and governance, fundamentally changing how value is delivered.

AI acts as a core driver of digital transformation through the following; machine learning and predictive analytics, natural language processing, automation and robotics, and big data integration.

Opportunities of AI in Emerging Economies

Table 1: Opportunities of AI Across Key Sectors in Emerging Economies

Sector	AI Application	Expected Impact
Agriculture	Precision farming, crop monitoring	Increased yield and resource efficiency
Healthcare	Diagnostic algorithms, telemedicine	Improved access and quality of care
Finance	Credit scoring, fraud detection	Enhanced financial inclusion
Education	Adaptive learning systems	Personalized learning experiences
Governance	Smart systems, data analytics	Improved public service delivery

Table 1 highlights the transformative potential of artificial intelligence (AI) across key sectors in emerging economies, demonstrating how targeted applications can generate significant developmental outcomes. A closer examination of the table shows that AI is not merely a technological upgrade but a strategic enabler of efficiency, inclusion, and improved service delivery.

In the **agriculture** sector, AI applications such as precision farming and crop monitoring are particularly impactful. These technologies use data from satellites, sensors, and drones to guide planting, irrigation, and pest control decisions. For emerging economies where agriculture remains a major source of livelihood, this translates into increased yields and better resource efficiency. Farmers can reduce waste, optimize input use, and respond more effectively to climate variability, thereby enhancing food security and income stability.

Within **healthcare**, AI-driven diagnostic algorithms and telemedicine platforms address longstanding challenges related to access and quality of care. In many rural and underserved areas, there is a shortage of medical professionals and infrastructure. AI can assist in early disease detection, support clinical decision-making, and enable remote consultations. This not only improves healthcare outcomes but also reduces the burden on overstretched health systems, making care more accessible and affordable.

The **finance** sector benefits significantly from AI through applications such as credit scoring and fraud detection. Traditional banking systems often exclude large segments of the population due to lack of formal financial records. AI can analyze alternative data sources—such as mobile transactions—to assess creditworthiness, thereby expanding access to loans and financial services. At the same time, AI enhances security by detecting unusual transaction patterns, reducing fraud and building trust in digital financial systems.

In **education**, adaptive learning systems powered by AI are reshaping how knowledge is delivered and consumed. These systems tailor educational content to individual learners' pace, strengths, and weaknesses. For emerging economies facing challenges like overcrowded classrooms and limited teaching resources, personalized learning can significantly improve student engagement and outcomes.

Finally, in **governance**, AI applications such as smart systems and data analytics enhance public service delivery. Governments can use AI to optimize resource allocation, improve transparency, and respond more efficiently to citizens' needs. For example, data-driven decision-making can improve urban planning, tax administration, and social welfare programs.

Overall, Table 1 illustrates that AI, when strategically deployed, can drive inclusive growth and systemic improvement across multiple sectors in emerging economies.

Risks and Challenges of AI Adoption

Table 2: Key Risks and Mitigation Strategies for AI Adoption

Risk Category	Description	Mitigation Strategy
Infrastructure	Poor digital and power infrastructure	Investment in ICT and energy systems
Workforce Impact	Job displacement due to automation	Reskilling and upskilling programs
Data Privacy	Weak data protection laws	Strong regulatory frameworks
Ethical Issues	Bias in AI algorithms	Inclusive and transparent AI design
Financial Barriers	High cost of AI implementation	Public-private partnerships (PPP)

Table 2 presents a structured overview of the major risks associated with AI adoption in emerging economies and aligns each risk with a practical mitigation strategy. A critical examination of the table reveals that these risks are interrelated and, if not properly managed, can significantly hinder the effectiveness of AI-driven digital transformation.

The issue of **infrastructure** is foundational. Poor digital connectivity and unreliable power supply remain persistent challenges in many emerging economies, including parts of Sub-Saharan Africa. AI systems rely heavily on stable internet access, cloud computing, and uninterrupted electricity. Without these, even the most sophisticated AI solutions become impractical. The proposed mitigation—investment in ICT and energy systems—is therefore not optional but essential. Governments must prioritize broadband expansion, rural connectivity, and renewable energy solutions to create an enabling environment for AI deployment.

The **workforce impact** of AI is another critical concern. Automation threatens to displace low- and medium-skilled workers, particularly in sectors such as manufacturing, retail, and administrative services. However, this risk also presents an opportunity for labor market transformation. Reskilling and upskilling programs can equip workers with competencies in digital literacy, data analysis, and AI system management. Educational institutions and vocational training centers must play a central role in this transition, ensuring that the workforce remains relevant in an AI-driven economy.

Data privacy issues arise due to weak or underdeveloped legal frameworks governing data protection. AI systems depend on large volumes of data, often including sensitive personal information. Without robust regulations, there is a high risk of data misuse, breaches, and erosion of public trust. Strengthening regulatory frameworks, including data protection laws and enforcement mechanisms, is crucial to safeguarding users and promoting responsible AI usage.

The table also highlights **ethical issues**, particularly algorithmic bias. AI systems can inadvertently reinforce social inequalities if trained on biased datasets. Inclusive and transparent AI design is therefore essential. This involves diverse data representation, ethical auditing of algorithms, and stakeholder engagement to ensure fairness and accountability.

Finally, **financial barriers** pose a significant constraint, as AI implementation often requires substantial capital investment. Public-private partnerships (PPP) offer a viable solution by pooling resources, sharing risks, and fostering innovation. Through such collaborations, governments can leverage private sector expertise while ensuring that AI solutions address public needs.

Overall, Table 2 underscores that while AI adoption presents notable risks, these challenges are manageable through strategic, coordinated, and forward-looking interventions.

Strategic Integration of AI in Emerging Economies

To harness AI effectively, emerging economies must adopt strategic approaches:

- Policy and Regulatory Frameworks: Governments must develop clear AI policies that promote innovation while ensuring ethical standards.
- Capacity Building and Education: Investment in digital skills and STEM education is critical for workforce readiness.
- Infrastructure Development: Expanding broadband access and reliable energy supply is essential.
- Public-Private Partnerships: Collaboration between governments, academia, and private sector can accelerate AI adoption.
- Localization of AI Solutions: AI systems should be tailored to local contexts, languages, and socioeconomic realities.

Conclusion

AI-driven digital transformation is not a one-size-fits-all solution. Emerging economies must adapt AI technologies to their unique contexts. While developed nations focus on advanced automation, emerging economies can prioritize AI applications that address basic developmental challenges such as food security, healthcare access, and education. AI offers transformative benefits across multiple sectors; including economic growth and productivity, as AI enhances efficiency in production processes, reduces operational costs, and fosters innovation. It offers opportunity for financial inclusion, as AI-powered fintech solutions enable access to banking services for underserved populations. There is also opportunities for agricultural advancement, as Precision agriculture, yield prediction, and pest control are improved through AI technologies, as well as healthcare improvement, as AI supports diagnostics, disease prediction, and telemedicine, especially in rural areas.

Despite its benefits, AI adoption presents several risks, including infrastructure deficits, as limited internet access, unreliable electricity, and inadequate data systems may hinder AI deployment.

Automation may result in Job Displacement, by replacing low-skilled labor, leading to unemployment concerns. There is also issue of data privacy and security, as weak regulatory frameworks increase vulnerability to data misuse. There is an ethical and bias concern, as AI systems may reinforce existing inequalities if not properly designed.

The interplay between opportunity and risk highlights the importance of governance and strategic planning. Without proper frameworks, AI could widen inequality rather than reduce it. AI presents a powerful tool for accelerating digital transformation in emerging economies. Its potential to drive economic growth, improve service delivery, and enhance quality of life is undeniable. However, these benefits can only be realized through deliberate and strategic integration that addresses infrastructural, ethical, and socioeconomic challenges. Policymakers, stakeholders, and institutions must collaborate to create an enabling environment for inclusive and sustainable AI adoption.

Recommendations

Based on the review, this study offers the following expanded recommendations:

i. Develop national AI strategies aligned with development goals: Governments in emerging economies should formulate comprehensive national AI strategies that are clearly linked to broader socioeconomic development priorities such as poverty reduction, food security, healthcare access, and industrial growth. These strategies should define national AI visions, set measurable targets, and identify priority sectors for intervention. Importantly, they must incorporate governance frameworks that address ethical considerations, data management, and accountability. A coordinated approach involving ministries, academia, and the private sector will ensure policy coherence and effective implementation. Aligning AI strategies with national development plans (e.g., digital economy policies or Vision plans) will enhance relevance and long-term sustainability.

ii. Invest in digital infrastructure and energy systems: Robust digital infrastructure is the backbone of AI adoption. Governments and stakeholders must prioritize investments in broadband connectivity, cloud computing facilities, data centers, and reliable electricity supply. In many emerging economies, unstable power systems and limited internet penetration significantly constrain AI deployment. Expanding rural connectivity and leveraging renewable energy solutions can help bridge these gaps. Additionally, infrastructure investments should be inclusive, ensuring that underserved and remote communities are not left behind in the digital transformation process.

iii. Promote AI education and workforce development: Human capital development is critical for sustaining AI-driven transformation. Educational systems should be restructured to integrate AI, data science, and digital literacy into curricula at all levels—from primary to tertiary education. Technical and vocational education and training (TVET) institutions should also emphasize practical digital skills. Beyond formal education, continuous professional development programs, reskilling, and upskilling initiatives are necessary to prepare workers for evolving job demands. Collaboration with industry can help align training programs with market needs, thereby reducing skill mismatches and unemployment risks associated with automation.

iv. Strengthen data protection and ethical standards: As AI systems rely heavily on data, strong data governance frameworks are essential. Governments should enact and enforce comprehensive data protection laws that safeguard personal information and ensure responsible data usage. Ethical guidelines must also be established to address issues such as algorithmic bias, transparency, accountability, and fairness. Institutions should promote responsible AI practices through audits, impact assessments, and regulatory oversight. Building public trust in AI systems is crucial, and this can only be achieved through transparency, inclusivity, and adherence to global best practices.

v. Encourage innovation through funding and partnerships: To accelerate AI adoption, emerging economies should create enabling environments that support innovation. This includes providing funding mechanisms such as grants, tax incentives, and venture capital support for startups and research institutions. Public-private partnerships (PPPs) can play a vital role in pooling resources, sharing expertise, and scaling AI solutions. Collaboration with international organizations and technology firms can also facilitate knowledge transfer and access to advanced technologies. Innovation hubs, incubators, and research centers should be promoted to foster creativity and entrepreneurship in AI-related fields.

References

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Artificial intelligence, automation, and work. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3–30.
- Agarwal, R., et al. (2021). Artificial intelligence and digital transformation: Implications for development. *Information Systems Frontiers*, 23(4), 857–875.
- Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2019). *The economics of artificial intelligence*. University of Chicago Press.
- Bonnet, D., & Teuteberg, F. (2022). Impact of open-source AI on digital transformation. In *Proceedings of the International Conference on Information Systems (ICIS)*.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*, 95(4), 3–11.
- Bughin, J., et al. (2018). *Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy*. McKinsey Global Institute.
- Cockburn, I. M., Henderson, R., & Stern, S. (2019). The impact of artificial intelligence on innovation. *Research Policy*, 48(1), 103–118.
- Floridi, L., et al. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707.
- Foster, C., & Heeks, R. (2013). Innovation and scaling of ICT for development. *Journal of International Development*, 25(5), 733–748.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280.
- International Telecommunication Union (ITU). (2022). *Measuring digital development: Facts and figures*. ITU.
- Kshetri, N. (2020). Artificial intelligence in developing countries. *IT Professional*, 22(4), 63–67.
- McKinsey Global Institute. (2020). *The age of AI: Artificial intelligence and the future of growth*. McKinsey & Company.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *AI in society*. OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2022). *OECD framework for the classification of AI systems: A tool for effective AI policies*. OECD Publishing.
- Rolnick, D., et al. (2019). Tackling climate change with machine learning. In *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*.
- Siau, K., & Wang, W. (2020). Artificial intelligence and its applications. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 17(1), 61–88.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2021). *Technology and innovation report*. United Nations.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2023). *Artificial intelligence for sustainable development*. UNDP.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2021). *AI and education: Policy guidelines*. UNESCO.
- World Bank. (2021a). *Digital development overview*. World Bank.
- World Bank. (2021b). *Digital development overview. Policy Research Working Paper*. World Bank.
- Zuiderwijk, A., Chen, Y., & Salem, F. (2021). Implications of AI for public governance. *Government Information Quarterly*, 38(3), 101577.

ENTROPY GENERATION ANALYSIS OF TERNARY NANOFLUID IN AN ELLIPTICAL CAVITY UNDER NATURAL CONVECTION**Kamel zitouni¹****Laboratory of Development in Mechanics and Materials (LDMM), University of Djelfa, Djelfa, Algeria. Zitokamo3475@gmail.com ,****Abstract**

This study numerically investigates entropy generation in an elliptical cavity filled with a ternary nanofluid composed of Cu–CuO–Al₂O₃ nanoparticles dispersed in water. The vertical walls are maintained at different constant temperatures, while the remaining boundaries are thermally insulated. Heat transfer between the hot and cold walls is driven by laminar natural convection.

The dimensionless governing equations are solved to obtain the velocity and temperature fields, which are then used to evaluate local entropy generation due to heat transfer and fluid friction. The local Bejan number and entropy generation number are also determined, and their spatial distributions are illustrated using contour plots. Furthermore, the effects of cavity geometry, Rayleigh number, and irreversibility distribution ratio on total entropy generation and the average Bejan number are systematically analyzed.

The results indicate that at higher Rayleigh numbers ($Ra \approx 10^5$), entropy generation due to fluid friction and total entropy generation exhibit a non-monotonic behavior, increasing to a peak before decreasing. The incorporation of the Cu–CuO–Al₂O₃/water ternary nanofluid significantly enhances heat transfer performance and modifies entropy generation characteristics compared to conventional base fluids. The analysis is carried out within the ranges $10^2 \leq Ra \leq 10^5$ and $10^{-4} \leq \phi \leq 10^{-2}$, with a Prandtl number $Pr = 6.2$

Keywords:

Natural convection; Entropy generation; Elliptical cavity; Ternary nanofluid; Bejan number

MAGNETOHYDRODYNAMIC CONJUGATE MIXED CONVECTION HEAT TRANSFER OF A TERNARY NANOFLUID IN LID-DRIVEN TRIANGULAR CAVITIES.**Kamel zitouni¹****Laboratory of Development in Mechanics and Materials (LDMM), University of Djelfa, Djelfa, Algeria.****Zitokamo3475@gmail.com****Abstract**

This study investigates magnetohydrodynamic (MHD) mixed convection of a ternary nanofluid inside a triangular cavity under uniform thermal boundary conditions. The cavity is filled with a ternary hybrid nanofluid composed of three types of nanoparticles suspended in a base fluid to improve its thermal performance. A uniform external magnetic field with variable strength and orientation is applied, and the governing equations of continuity, momentum, and energy are numerically solved using the finite volume method, accounting for the Lorentz force and effective thermo-physical properties of the nanofluid. Parametric analyses are conducted by varying the Richardson number, Hartmann number, and nanoparticle concentration. The results reveal that the ternary nanofluid considerably enhances the convective heat transfer compared to the base fluid. Meanwhile, the magnetic field strongly influences the flow circulation and temperature distribution. Higher Hartmann numbers suppress fluid motion, leading to reduced convective strength and lower Nusselt numbers. The findings highlight the combined effects of ternary nanofluids and MHD control on thermal behavior in enclosures, offering potential for advanced thermal management applications.

Keywords: Mixed convection; Magnetohydrodynamics; Ternary nanofluid; Uniform heating; Triangular cavity; Heat transfer enhancement.

TRANSFORMING FOOT CARE: THE ROLE OF AI IN MORTON'S NEUROMA**R.Gowri, R. Meenakshi Sundaram, K.Premavathy,E.V.Thoshan kumar****GRT Institute of Pharmaceutical Education and Research, Tiruttani****Email: gowripharmajava@gmail.com****Abstract:**

Introduction: Morton's Neuroma is a painful condition caused by thickening of the tissue surrounding the interdigital nerve, most commonly between the third and fourth toes. It significantly affects mobility and quality of life. Recent advances in Artificial Intelligence (AI) are transforming healthcare by improving diagnostic accuracy, enabling personalized treatment, and enhancing patient outcomes

Aim: To analyze the role of AI in the diagnosis, management, and rehabilitation of Morton's Neuroma, highlighting its potential to revolutionize foot care practices.

Case study: A 34 -year-old female presented with complaints of burning pain, tingling, and numbness in the forefoot for 6 months. Pain was aggravated by walking and wearing tight footwear. Clinical examination revealed tenderness in the intermetatarsal space and a positive Mulder's click, suggesting Morton's Neuroma. However, due to diagnostic uncertainty, the patient underwent ultrasound imaging. The images were further analyzed using an AI-assisted diagnostic tool, which identified subtle features of nerve thickening and excluded other conditions such as bursitis. Based on the combined clinical and AI-supported findings, a diagnosis of Morton's Neuroma was confirmed.

Results and Discussion: The patient was initially managed conservatively with: Footwear modification, custom orthotic support, Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) Additionally, an AI-guided ultrasound-assisted corticosteroid injection was administered for precise targeting. At 6-week follow-up, the patient reported significant improvement, with pain reducing from VAS 7/10 to 2/10, and improved mobility. AI-assisted imaging played a crucial role in: Differentiating neuroma from similar conditions, enhancing visualization of nerve abnormalities, supporting accurate clinical decision-making

Conclusion: The integration of Artificial Intelligence in the diagnosis and management of Morton's Neuroma can significantly enhance clinical accuracy and treatment success. This case highlights the growing importance of AI as a supportive tool in modern healthcare and its potential to transform foot care practices

Keywords: Artificial Intelligence, Morton's Neuroma, Mulder's click.

FUTURE, ENERGY AND SUSTAINABILITY

Professor, Valentina Marinescu¹/ Lecturer, Ramona MARINACHE²¹University of Bucharest, sociology, valentina.marinescu[at]unibuc.ro, <https://orcid.org/0000-0002-9882-5902>²University of Bucharest, sociology, ramona.marinache[at]unibuc.ro, <https://orcid.org/0000-0002-4072-8253>**Abstract**

We are fast approaching the 2030 deadline set through the *Agenda for Sustainable Development* by United Nations. A ‘blueprint’ for the present and future of people and the planet the 17 goals that comprise all human existence in its social and environmental interdependences, from economic well-being to gender equality, from individual production and use of energy to industry and economic growth, have been assumed by all UN member states. This presentation will focus only on the 7th goal of the agenda – ‘affordable and clean energy’ – in order to analyze the social sustainability of clean electric energy and efficient electric energy consumption in the process of shifting from oil and gas based production to ‘renewable resources’. In order to do that we analyze the social chains of interdependences determined by each of the two types of electric energy production, from the exploitation of resources used to produce the electric energy to the moment of the energy consumption by households and individuals. The overview will end with a few consideration on the possible social futures based on the variable ‘clean energy consumption’.

Keywords: Social sustainability, energy, future.

FAST-FORWARD TO THE FUTURE OF MOBILITY**Lecturer, Ramona MARINACHE¹ / Professor, Valentina Marinescu²****¹University of Bucharest, sociology, ramona.marinache[at]unibuc.ro, <https://orcid.org/0000-0002-4072-8253>****²University of Bucharest, sociology, valentina.marinescu[at]unibuc.ro, <https://orcid.org/0000-0002-9882-5902>****Abstract**

Today we see the world at a new crossroad. We see the fast-approaching peak of the Fourth Industrial Revolution. The current world realities are accelerating exponentially the coming of the post carbon world, which for mobility would bring a dramatic drop in the physical mobility and an increase in the virtual movement in the cyber physical space. The actual physical mobility of humans it is set to take place in two ways 1) for essential travels on longer distances thought the use of autonomous vehicle; 2) for the rest of the acts of physical mobility by travelling on foot or using bicycles or by returning to traditional, sustainable means of travelling that use the power of natural elements and the animal power (traction animals). In this future reality, our presentation will provide possible answers to the questions: how will the two ways of physical mobility coexist? What is the place of horses in the future of human mobility? We will present our findings as scenarios of the future non-human- robotic and AI interaction.

Keywords: Social sustainability, energy, future.

RECENT TRENDS IN CYBERSECURITY AND INFORMATION SECURITY: CHALLENGES, SOLUTIONS, AND FUTURE DIRECTIONS**Shamsuddeen Abdullahi,****Department: Department of Data Science and Artificial Intelligence ,****Modibbo Adama University Yola.****Corresponding author : shamsufuty@mau.edu.ng****Abstract**

Cybersecurity and information security have become critical components of modern digital infrastructure due to the rapid growth of interconnected systems, cloud computing, and data-driven technologies. In recent years, organizations and individuals have faced increasingly sophisticated cyber threats, including ransomware attacks, phishing schemes, distributed denial-of-service (DDoS) attacks, insider threats, and advanced persistent threats (APTs). This review examines recent trends in cybersecurity and information security, focusing on emerging challenges, innovative solutions, and future directions in the field. The study highlights the growing adoption of advanced technologies such as artificial intelligence, machine learning, blockchain, and zero-trust architectures to enhance threat detection, data protection, and system resilience. Additionally, the review explores the evolving landscape of cloud security, Internet of Things (IoT) security, and mobile security, emphasizing the vulnerabilities associated with expanding digital ecosystems. Key challenges discussed include the shortage of skilled cybersecurity professionals, increasing complexity of cyberattacks, privacy concerns, and regulatory compliance requirements. Furthermore, the paper evaluates modern defense strategies such as multi-factor authentication, encryption techniques, intrusion detection systems, and security awareness programs as essential tools for mitigating cyber risks. The review concludes by identifying future research directions, including the integration of autonomous security systems, quantum-resistant cryptography, and collaborative threat intelligence sharing. Overall, this study provides a comprehensive overview of recent developments in cybersecurity and information security, offering valuable insights for researchers, policymakers, and industry practitioners aiming to strengthen digital security frameworks in an increasingly connected world.

Keywords: Cybersecurity, Information Security, Cyber Threats, Artificial Intelligence in Security, Intrusion Detection Systems, Cloud Security, Internet of Things (IoT) Security, Blockchain Security, Risk Management, Future Cybersecurity Trends

CIVIL EMERGENCIES IN ALBANIA: LEGAL FRAMEWORK, RESPONSE MECHANISMS, AND INSTITUTIONAL COORDINATION**Assoc. Prof. Dr. Erjola ALIAJ****ORCID:** <https://orcid.org/0009-0007-6981-2399>**E-MAIL:** aerjola@gmail.com**PhD c Enkelejt AVDYLI****Executive Director****Institute of Migration, Development and Integration****ABSTRACT**

Civil emergencies in Albania represent a growing concern for national security, public safety, and institutional resilience. These emergencies—ranging from natural disasters, epidemiological threats, and industrial accidents to technological disruptions and mass displacement events—pose multifaceted challenges that transcend sectoral and administrative boundaries. The Republic of Albania, positioned at the crossroads of geographic vulnerabilities and developmental transitions, faces unique risks that necessitate comprehensive legal frameworks and coordinated institutional responses.

This article examines the current legal framework governing civil emergencies in Albania, analyzing the constitutional provisions, legislative instruments, and institutional mechanisms designed to prevent, prepare for, and respond to such crises. It evaluates the effectiveness of existing coordination structures, identifies critical gaps in emergency preparedness, and assesses Albania's alignment with international standards and European practices in emergency management.

Through comparative analysis and institutional assessment, this article contributes to ongoing discussions on strengthening Albania's capacity to anticipate, prevent, mitigate, and respond to civil emergencies, ensuring the protection of human rights, preservation of critical infrastructure, and maintenance of social cohesion during periods of crisis.

Keywords: civil emergencies, disaster management, institutional coordination, public safety, legal framework, crisis response, Albania

INTRODUCTION

Civil emergencies represent extraordinary events that disrupt normal societal functioning and require swift, coordinated responses from multiple state institutions and non-state actors. In Albania, the increasing frequency and complexity of such emergencies—including earthquakes, floods, epidemiological crises, industrial accidents, and technological disruptions—have exposed both the strengths and vulnerabilities of existing institutional frameworks and legal instruments.

The legal framework governing civil emergencies in Albania comprises constitutional provisions, multiple sectoral laws, and executive regulations that address specific dimensions of emergency management. However, these instruments have evolved incrementally in response to individual crises, creating overlaps, gaps, and coordination challenges that impede effective and timely responses. The Constitution of the Republic of Albania, as amended, establishes the fundamental legal basis for emergency governance. Article 101 grants the President authority to declare a state of emergency in accordance with constitutional procedures, while Article 104 stipulates that the Prime Minister directs the activities of the Government and implementation of laws.

Despite these constitutional provisions and various sectoral legislative measures, Albania's emergency management system continues to face significant challenges. These include fragmented institutional responsibilities, insufficient coordination mechanisms, inadequate resource allocation, limited public awareness and preparedness, and incomplete alignment with international standards and European best practices. The 2019 earthquake, subsequent natural disasters, and the COVID-19 pandemic have each underscored these structural deficiencies and the urgent need for comprehensive legal and institutional reform.

This article examines Albania's existing legal and institutional frameworks for managing civil emergencies, explores comparative experiences from selected European Union member states, and identifies key areas requiring reform and strengthening. The analysis contributes to ongoing policy discussions aimed at enhancing Albania's institutional capacity, legal clarity, and operational effectiveness in emergency response and crisis management.

METHODOLOGY

This article employs a mixed-methods approach combining qualitative legal analysis with comparative institutional assessment. The primary methodology involves systematic examination of Albania's constitutional provisions, sectoral legislation, and administrative regulations governing civil emergencies, disaster management, and crisis response. This doctrinal legal analysis is complemented by comparative research examining emergency management frameworks in selected European Union member states, including France, Germany, Italy, and Romania, to contextualize Albanian practices within broader European standards and identify best practices applicable to the Albanian context. Institutional reports, government directives, and assessments by international organizations inform the analysis of implementation challenges and institutional coordination deficiencies. The article synthesizes these diverse sources to provide comprehensive analysis of Albania's emergency management system and evidence-based recommendations for legal and institutional strengthening.

1.CONSTITUTIONAL AND LEGAL FRAMEWORK FOR CIVIL EMERGENCY MANAGEMENT

The constitutional foundation for civil emergency management in Albania is established in Article 101 of the Constitution of the Republic of Albania (1998, as amended). This provision grants the President of the Republic the authority to declare and lift a state of emergency, subject to parliamentary approval. The constitutional framework specifies that a state of emergency may be declared when extraordinary circumstances threaten the constitutional order or public safety, requiring extraordinary measures beyond normal governmental authority. This constitutional authority is complemented by detailed legislative provisions that establish procedures, duration limits, parliamentary oversight mechanisms, and substantive restrictions on executive power during emergencies.

Beyond the constitutional provisions on state of emergency, Albania's legal framework addresses specific categories of civil emergencies through sectoral legislation. The Law on Protection Against Natural Disasters (Law No. 10391/2011) establishes institutional mechanisms for disaster prevention, preparedness, and response, designating the National Protection Agency as the coordinating body. The Law on Protection of the Population in Emergency Situations (Law No. 9919/2008) provides the procedural framework for emergency declaration, response activation, and resource mobilization. Additional sectoral laws address specific emergency contexts: the Law on Water and the Law on Integrated Management of Water Resources govern responses to hydrological emergencies; the Law on Protection of the Environment and regulations on environmental impact assessment address industrial and environmental emergencies; and the Law on Health Care establishes protocols for epidemiological emergencies and public health crises.

However, this sectoral and fragmented approach creates coordination challenges and inconsistencies in emergency procedures. Different agencies exercise authority in their respective domains with limited horizontal

coordination, potentially resulting in duplicative efforts, resource conflicts, and delayed response. The absence of a unified legal framework defining institutional hierarchies, decision-making procedures, and coordination mechanisms constitutes a significant gap requiring legislative harmonization and institutional strengthening.

2. INSTITUTIONAL COORDINATION, RESPONSE MECHANISMS, AND OPERATIONAL CHALLENGES

The institutional response system for civil emergencies in Albania involves multiple actors operating within overlapping jurisdictions. The National Protection Agency, subordinated to the Prime Minister's Office, serves as the central coordinating authority for disaster management and emergency response. Regional prefectures exercise delegated responsibilities for emergency coordination within their geographic jurisdictions, while municipalities maintain primary responsibility for local emergency preparedness and response. This multi-level governance structure requires effective horizontal and vertical coordination to ensure rapid, proportionate, and coherent responses.

In practice, coordination mechanisms remain insufficiently developed. Operational procedures, information-sharing protocols, and resource allocation mechanisms lack the clarity and legal enforceability necessary for seamless interagency cooperation during high-stress emergency conditions. The absence of regular inter-institutional coordination exercises and joint training programs perpetuates institutional silos and reduces operational preparedness. Additionally, the involvement of non-state actors—including international organizations, civil society entities, and private sector actors—requires explicit protocols and coordination frameworks that are currently underdeveloped.

Effective civil emergency response requires not only legal clarity but also adequate financial resources, trained personnel, operational equipment, and public awareness. Current resource allocations to emergency preparedness and response remain insufficient in relation to identified risks. Personnel deployed to emergency response often lack specialized training appropriate to the specific emergency category. Public awareness and preparedness—critical components of effective emergency management—receive inadequate institutional investment and public communication.

3. COMPARATIVE ANALYSIS AND EUROPEAN BEST PRACTICES

European Union member states have developed comprehensive emergency management systems informed by decades of institutional experience and supranational coordination frameworks. The EU Civil Protection Mechanism and the European Union Disaster Risk Management Framework establish common standards, encourage information-sharing, and facilitate cross-border cooperation in emergency response. Individual member states—including Germany, France, Italy, and Romania—have implemented integrated legal frameworks that unify emergency management procedures across multiple hazard categories while maintaining specialized provisions for category-specific responses.

A comparative analysis of selected EU member states reveals several elements of effective emergency management systems: comprehensive legislative frameworks unifying multiple categories of civil emergencies while providing specialized provisions for specific emergency types; clearly defined institutional hierarchies and decision-making procedures eliminating ambiguity regarding authority and responsibility; mandatory inter-institutional coordination mechanisms, including regular joint exercises and training programs; robust resource allocation ensuring adequate financial, material, and human resources for emergency preparedness and response; sophisticated public communication and awareness programs enhancing citizen preparedness and participation in emergency response; and formal integration with international frameworks, including EU mechanisms and UN disaster risk reduction initiatives.

Albania, as a candidate country for European Union membership, faces expectations to align its emergency management systems with EU standards and practices. The comparative analysis suggests that Albania could

substantially enhance its emergency management capacity by adopting a unified legal framework explicitly addressing institutional coordination, by investing in institutional infrastructure and personnel capacity, and by implementing systematic public awareness and preparedness programs consistent with European models.

CONCLUSIONS

Civil emergencies in Albania pose persistent institutional and legal challenges that demand comprehensive reform and strengthening. While the constitutional framework and sectoral legislation provide foundational legal authority, the fragmented, overlapping, and sometimes contradictory nature of emergency governance instruments limits operational effectiveness and creates coordination failures. The experiences of recent major emergencies—including the 2019 earthquake and the COVID-19 pandemic—have exposed these structural deficiencies and provided important evidence regarding necessary reforms.

Effective civil emergency management requires adoption of unified legal frameworks that integrate multiple categories of emergencies while providing specialized provisions for category-specific responses. It demands strengthening institutional capacity through strategic resource allocation, professional training, and operational equipment. It necessitates development of robust coordination mechanisms, including clearly defined institutional hierarchies, decision-making procedures, and inter-institutional cooperation protocols. It requires systematic investment in public awareness and preparedness programs fostering citizen participation and reducing vulnerability to emergency impacts.

Through systematic legal reform, institutional strengthening, and alignment with European standards and best practices, Albania can substantially enhance its capacity to anticipate, prevent, prepare for, and effectively respond to civil emergencies. Such comprehensive reform represents not only a legal and institutional imperative but also a fundamental obligation to citizens, ensuring protection of human rights, preservation of critical infrastructure, maintenance of social cohesion, and promotion of national resilience during periods of crisis.

REFERENCES

1. Constitution of the Republic of Albania. (1998). Tirana: Official Gazette. Retrieved from <https://www.parliament.al/constitution>
2. European Commission. (2023). Protection and Civil Protection. Brussels: European Commission. Retrieved from <https://ec.europa.eu/echo>
3. Law No. 9919/2008, On Protection of the Population in Emergency Situations. Tirana, Albania: Parliament of Albania.
4. Law No. 10391/2011, On Protection Against Natural Disasters. Tirana, Albania: Parliament of Albania.
5. National Protection Agency. (2024). Annual Report on Emergency Response and Preparedness. Tirana: Government of Albania.
6. United Nations. (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. New York: UN Office for Disaster Risk Reduction. Retrieved from <https://www.undrr.org>
7. World Health Organization. (2023). International Health Regulations (2005). Geneva: WHO. Retrieved from <https://www.who.int>

FORMATION OF BIOLOGICAL COMPETENCES IN A UKRAINIAN SCHOOLCHILD IN MODERN CONDITIONS

**Prof. Dr. Yuriy V. Lykholat¹, Prof. Dr. Natalia O. Chuvasova², Prof. Dr. Olena A. Lykholat³,
PhD, Iryna M. Kofan⁴, Lecturer, Maksim O. Kvitko⁵, PhD Tetyana Y. Lykholat⁶**

¹Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: lykholat2006@ukr.net,
ORCID NO: [0000-0003-3354-8251](https://orcid.org/0000-0003-3354-8251)

²Kyryvyi Rih State Pedagogical University, Kyryvyi Rih, Ukraine, e-mail: chuvasovanatalia03@gmail.com,
ORCID NO [0000-0001-7636-6277](https://orcid.org/0000-0001-7636-6277)

³University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, e-mail: lykholat2010@ukr.net,
ORCID NO: [0000-0002-3722-8602](https://orcid.org/0000-0002-3722-8602)

⁴Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: irinakofan17@gmail.com
ORCID NO: [0000-0002-7252-1134](https://orcid.org/0000-0002-7252-1134)

⁵Kyryvyi Rih State Pedagogical University, Kyryvyi Rih, Ukraine, e-mail: kvitko.max@gmail.com,
Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine
ORCID NO: [0000-0002-3713-7620](https://orcid.org/0000-0002-3713-7620)

⁶Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine, e-mail: lyktat89@ukr.net,
ORCID NO: [0000-0002-5076-0572](https://orcid.org/0000-0002-5076-0572)

ABSTRACT

Providing schoolboys with fundamental knowledge in modern conditions contributes to the formation of subject and key competencies, in particular biological, which are aimed at developing a self-sufficient personality of the schoolboy and based on the acquired knowledge, provide an understanding of the genesis and the need to preserve wildlife, and possess means of preventing major diseases associated, in particular, with environmental pollution.

Analysis of the level of formation of biological competencies of experimental and control groups of Ukrainian schoolboys allows us to assert that innovative teaching methods turned out to be more effective, the essence of which lies in the logical awareness of biological phenomena and processes, which allows for a more fundamental assimilation of educational material in biology lessons.

Competency-based learning is the key to reforming Ukrainian education to build a new competitive society that will allow every educated person to constantly improve throughout their lives, adapt to modern conditions, and be stress-resistant in any life situations.

Keywords: biological competence, innovative teaching methods, experimental and control groups of schoolboys, competitiveness, stress resistance of the population.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF BACTERIAL PEROXIDASE-TITANIUM OXIDE NANO-BIOCONJUGATES FOR ENHANCED WASTEWATER TREATMENT**Muhammad Bilal^{*1}, Muhammad Qasim¹, Abdul Rehman¹****1. Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology, Kohat, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan
Corresponding Author****Muhammad Qasim****Email: gasim@kust.edu.pk****Abstract**

The increasing presence of persistent organic pollutants in wastewater poses significant environmental and public health challenges due to their resistance to conventional treatment methods. This study focuses on the synthesis of bacterial peroxidase–titanium dioxide (TiO₂) nano-bioconjugates to develop an efficient and sustainable approach for wastewater treatment. Bacterial isolates capable of producing peroxidase were cultured, and TiO₂ nanoparticles were synthesized through controlled chemical methods. The enzyme was subsequently conjugated onto the nanoparticle surface to enhance catalytic performance and stability.

The synthesized nano-bioconjugates were successfully formed, as indicated by structural and compositional analyses. The conjugation of bacterial peroxidase with TiO₂ nanoparticles improved enzyme stability and provided a larger reactive surface area, facilitating enhanced catalytic activity. Compared to free enzyme systems, the nano-bioconjugates demonstrated improved functional efficiency, suggesting their potential for robust application in wastewater environments.

These findings highlight that the integration of biological and nanomaterial systems can significantly improve enzyme performance, offering a promising strategy for advanced wastewater treatment technologies. The study contributes to the development of cost-effective, stable, and environmentally friendly solutions aligned with sustainable water management goals.

Keywords: Peroxidase, Peroxidase-Titanium Oxide Nano-Bioconjugates, Wastewater

THE ROLE OF HEALTHCARE PERSONNEL IN MITIGATING ENERGY POVERTY: A KNOWLEDGE ASSESSMENT STUDY

Authors: Prof.Assoc. Dr. Gazmend Koduzi^{1*}, Prof.Assoc. Dr. Elida Mataj², Prof. Assoc. Dr. Rustem Celami³

1 University “Aleksander Xhuvani” of Elbasan, Albania

2 Institute of Public Health of Albania

3 Gynecological Obstetric University Hospital "Koço Gliozheni"

- gazment.koduzi@uniel.edu.al

Abstract

Introduction: Healthcare personnel play a critical role in identifying and addressing health risks associated with energy deprivation; however, their level of knowledge and perceptions in the Albanian context remain insufficiently explored. This study aims to assess healthcare professionals' awareness of the health impacts of household energy inefficiency and to examine differences according to gender and age.

Methods: A cross-sectional survey was conducted among healthcare professionals employed in healthcare services and academia. Data were collected using a structured questionnaire assessing awareness of energy inefficiency and its health implications. Descriptive statistics and chi-square tests were applied, with a significance level set at $p < 0.05$.

Results: Statistically significant differences were identified across gender and age groups. Female respondents demonstrated higher awareness of psychosocial consequences (88 vs. 19, $p < 0.001$), sleep disturbances (32 vs. 0, $p < 0.001$), and heat-related health risks (105 cases reported, $p < 0.001$). Male participants showed greater recognition of socioeconomic dimensions, including poverty-related impacts (45 vs. 53 among females, $p < 0.001$). Age-related differences were also observed, with participants aged 18–34 showing higher awareness of household energy inadequacy (32 cases, $p < 0.001$), while those aged 50–64 more frequently reported worsening of chronic conditions (35 cases, $p < 0.001$).

Conclusion: Gender and age are significant determinants of healthcare personnel's awareness of the health impacts of energy inefficiency. These findings highlight the need for targeted educational and training interventions to strengthen health professionals' capacity in recognizing and addressing energy-related health risks, emphasizing the integration of energy poverty considerations into public health strategies.

Keywords: energy inefficiency, healthcare personnel, awareness, public health, education

CHARACTERIZATION OF ZOONOTIC AND OPPORTUNISTIC FUNGAL FLORA ASSOCIATED WITH FREE-LIVING RODENTS IN THE KOHAT REGION**Abdullah Riaz, Dr.Mubashir Hussain****Presenting author: Abdullah Riaz****Email: riazabdullah491@gmail.com****Corresponding author: Dr.Mubashir Hussain****Email: mubbashir.hussain@kust.edu.pk****Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology****Kohat 26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan,****Abstract**

Rodents represent one of the most diverse and widely distributed groups of mammals, often living in close association with human populations and livestock. Due to their ecological adaptability, they act as important reservoirs and carriers of a wide range of zoonotic pathogens. While bacterial and viral diseases transmitted by rodents have been extensively studied, their role in the transmission and maintenance of fungal pathogens remains relatively underexplored, particularly in developing countries like Pakistan. The present study aims to characterize the zoonotic and opportunistic fungal flora associated with free-living rodents in the Kohat region of Khyber Pakhtunkhwa. The research focuses on isolating and identifying fungal species, including dermatophytes and other keratinophilic fungi, using both conventional culture based methods and molecular techniques. Rodents will be humanely trapped from urban, peri-urban, and agricultural areas. Skin scrapings and hair samples will be collected aseptically and cultured on selective media. Fungal isolates will be identified through macroscopic and microscopic examination, followed by molecular confirmation using Internal Transcribed Spacer (ITS) region sequencing. Environmental parameters such as temperature, humidity, soil pH, and vegetation type will be recorded to assess their influence on fungal distribution and prevalence. Statistical analysis will be conducted to evaluate the association between fungal occurrence, rodent species, and habitat characteristics. This study is expected to provide baseline data on the diversity and prevalence of zoonotic and opportunistic fungi in the Kohat region. The findings will improve understanding of the epidemiological role of rodents in fungal disease transmission and highlight potential public health risks.

Keywords: Rodents, Zoonotic fungi, Dermatophytes, ITS sequencing, Kohat region

CESAREAN SECTION WITH CONCURRENT MYOMECTOMY IN A PRIMIGRAVID WOMAN WITH MULTIPLE POSTERIOR WALL FIBROIDS

Doc Dr Meral Rexhepi¹, Dr Majlinda Azemi¹, Dr Alexandra Zakoska¹, Aferdita Ismaili¹, Sani Bajrami², Fitim Rexhepi²

1. Department of Obstetrics and Gynecology

2. Department of Neonatology

Clinical Hospital in Tetovo, University of Tetova, North Macedonia

Corresponding author: Email: dr.meralrexhepi@gmail.com

ID <https://orcid.org/0000-0002-6923-0387>

Abstract

Uterine fibroids (leiomyomas) may complicate pregnancy depending on their size, number, and location. The management of fibroids during cesarean section remains controversial due to the risk of hemorrhage. We report a case of a 29-year-old primigravid woman with multiple posterior wall fibroids who underwent cesarean section with concurrent myomectomy, during which three fibroids were successfully removed. The postoperative course was notable for transfusion of two units of erythrocyte concentrate. Both maternal and neonatal outcomes were favorable. This case highlights that, in selected patients, cesarean myomectomy can be performed safely with appropriate perioperative management.

Introduction

Uterine leiomyomas are the most common benign tumors of the uterus, occurring in up to 40% of women of reproductive age (1). Their incidence during pregnancy ranges from 1% to 10% (2). While many remain asymptomatic, fibroids can lead to obstetric complications such as malpresentation, obstructed labor, placental abnormalities, and postpartum hemorrhage (3,4).

Traditionally, myomectomy during cesarean section has been avoided due to concerns about severe intraoperative bleeding. However, recent evidence suggests that, in selected cases and in experienced hands, cesarean myomectomy may be safe and beneficial, avoiding the need for future surgery (7–9).

Case Presentation

A 29-year-old primigravid woman at 39 weeks of gestation was admitted for delivery. Her pregnancy had been regularly monitored and was otherwise uneventful.

Ultrasound examination revealed a large intramural fibroid located on the posterior uterine wall, measuring approximately 10 × 8 cm, along with additional smaller fibroids. Fetal growth was appropriate for gestational age, consistent with findings reported in the literature (5).

On admission, the patient was hemodynamically stable. The fetus was in cephalic presentation with a reassuring heart rate. Vaginal examination suggested poor descent of the fetal head, raising suspicion of mechanical obstruction. A decision was made to proceed with a cesarean section.

Operative Findings

A lower-segment cesarean section was performed under spinal anesthesia. A live male neonate was delivered, weighing 3230 g, with Apgar scores of 9 and 10 at 1 and 5 minutes, respectively. Intraoperative inspection revealed multiple fibroids predominantly located on the posterior uterine wall. The largest measured approximately 8 cm [Fig 1].

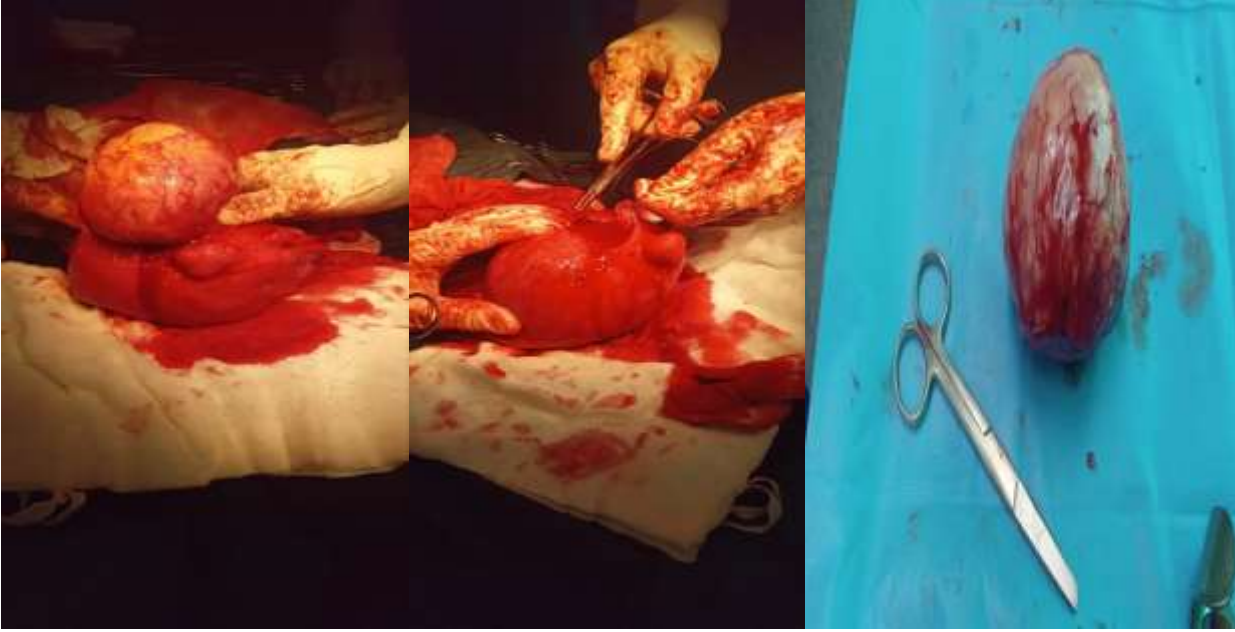


Figure 1. A.The fibroid at the posterior wall of the uterus, B. Suturing of the myoma bed, C. The fibroid after removal

Following delivery of the placenta, a myomectomy was performed. A total of three fibroids were enucleated, including the dominant posterior wall myoma. Hemostasis was achieved using uterotonics, meticulous suturing of the myoma beds, and layered uterine closure. Estimated intraoperative blood loss was approximately 800 mL, which is within the range reported in similar studies (7,10).

Postoperative Course

In the early postoperative period, the patient developed moderate anemia. She received two units of erythrocyte concentrate, resulting in a good clinical response. The remainder of the postoperative course was uneventful. The patient was managed with uterotonics, antibiotics, and thromboprophylaxis. She was discharged on postoperative day 4 in stable condition. The neonate remained healthy throughout hospitalization.

Discussion

The clinical significance of uterine fibroids during pregnancy depends on their size, number, and location (1,2). Large intramural fibroids, particularly those located in the posterior wall, may interfere with fetal descent and labor progression (5,6).

Cesarean myomectomy has historically been discouraged due to the risk of hemorrhage. However, recent meta-analyses and clinical studies have demonstrated that it can be safely performed in selected patients (7,8). In this case, removal of three fibroids was achieved successfully without major complications, although postoperative transfusion was required.

This finding is consistent with existing literature, which suggests that while cesarean myomectomy may increase intraoperative blood loss, it does not necessarily increase severe morbidity when performed under appropriate conditions (7–10). Avoiding a second surgical procedure is a significant advantage, especially in young women desiring future fertility.

Conclusion

Cesarean section with concurrent myomectomy can be a safe and effective option in selected patients with uterine fibroids. Although there is an increased risk of bleeding, appropriate surgical technique and perioperative management can result in favorable outcomes. Postoperative transfusion may be required but does not compromise recovery.

References

1. Laughlin-Tommaso SK, Stewart EA. Uterine fibroids and pregnancy: contemporary management. *Obstet Gynecol.* 2021;137(6):1087–1098.
2. Vitagliano A, Noventa M, Di Spiezio Sardo A, et al. Uterine fibroid size and pregnancy outcomes: a systematic review. *Reprod Sci.* 2021;28(2):308–321.
3. Zhao R, Wang X, Zou L, et al. Adverse obstetric outcomes in pregnant women with uterine fibroids. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2020;20:191.
4. Sparić R. Uterine myomas in pregnancy, childbirth and puerperium. *Srp Arh Celok Lek.* 2022;150(1-2):89–95.
5. Kwon DH, Song JE, Yoon KR, et al. Pregnancy outcomes in women with large uterine fibroids. *J Obstet Gynaecol Res.* 2022;48(3):560–567.
6. Huang BS, Sefton EC, Shwayder JM. Management of fibroids in pregnancy. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 2023;35(3):185–191.
7. Pergialiotis V, Sinanidis I, Louloudis IE, et al. Perioperative complications of cesarean myomectomy: a meta-analysis. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2021;34(24):4098–4106.
8. Goyal M, Dawood AS. Cesarean myomectomy: a safe procedure? *Cureus.* 2021;13(2):e13494.
9. Song D, Zhang W, Chames MC, et al. Myomectomy during cesarean delivery. *Int J Gynaecol Obstet.* 2020;148(2):150–156.
10. Huang Y, Ming X, Li Z. Safety of cesarean myomectomy in women with large uterine fibroids. *Medicine (Baltimore).* 2022;101(15):e29145.

SİTE-SPECİFİC DRUG RELEASE USING PRODRUG STRATEGY**Correspondence To Author -Madhumitha. L****School Of Pharmacy. Takashashila University.****Ongur.****Abstract:**

Site-specific drug release using prodrug strategy is an advanced approach in pharmaceutical science aimed at delivering drugs directly to the target site while minimizing side effects. A prodrug is an inactive or less active form of a drug that becomes active only after undergoing chemical or enzymatic transformation in the body. In site-specific delivery, the prodrug is designed to release the active drug only at the desired location, such as the colon, liver, or tumor tissues. This improves therapeutic efficiency and reduces damage to healthy tissues. For example, colon-targeted prodrugs are used in treating inflammatory bowel diseases, while tumor-targeted prodrugs help in cancer therapy. This strategy enhances bioavailability, improves patient compliance, and provides better control over drug action, making it a promising tool in modern drug delivery systems.

HARNESSING THERMAL–FLUID DYNAMICS: ADVANCED MODELING, INTELLIGENT CONTROL, AND EMERGING ENGINEERING APPLICATIONS

Kanchi Ravi Padma

Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, AP.

Abstract

Background: Thermal-fluid phenomena are important in various types of engineering systems such as energy conversion, aerospace propulsion, chemical processing, electronics cooling, renewable energy technologies, etc. Accurate modeling of heat transfer, fluid flow, and phase change processes and controlling them are key to the improvement of system efficiency, safety, and sustainability.

Modeling Approaches: Recent developments in computational fluid dynamics (CFD), multiphysics simulations and information-driven modeling have proven of great benefit in prediction of complicated thermal-fluid interactions. High-fidelity numerical techniques, turbulence modeling and simulations based on machine learning help to get better accuracy while saving on computation. Thermal-structural and reactive flow models coupled with each other in addition to providing enhanced benefits in the process of the analysis of the real-world engineering systems.

Controlling Strategies and Applications: Intelligent control techniques such as adaptive control, model predictive control (MPC) and optimization based on artificial intelligence are being incorporated into thermal-fluid system more and more. The strategies have been used to improve performance in smart HVAC systems, microchannel heat exchangers, combustion chambers, and battery thermal management of electric vehicles. The combination of sensors, monitoring in real-time and digital twins support dynamic regulation of the systems and fault detection.

Future Directions & Conclusion: The new approaches of using artificial intelligence with physics-based modeling, creating reduced-order models to be used in real-time, and expanding multiphase and nanoscale heat transfer research, are the perspectives of future research. Through accurate thermal-fluid control, sustainable engineering solutions, such as hydrogen energy systems and carbon capture technologies, will be based on. Also, innovation in next generation thermal management systems will be enabled by interdisciplinary collaboration and high-performance computers. In general, the intersect of progressive modeling, smart control, and sustainable applications places thermal-fluid engineering on the space of the leading technological advancement in the modern world.

Keywords: Smart control, Model predictive control (MPC), Computational fluid dynamics (CFD).

**ANTIMICROBIAL RESISTANCE PATTERNS OF BACTERIAL PATHOGENS ISOLATED FROM
OCULAR INFECTIONS IN KHYBER PAKHTUNKHWA, PAKISTAN****Shahid Usman, Mubbashir Hussain****Presenting Author:** Shahid Usman**Email:** shahid.micro950@gmail.com**Corresponding Author:** Dr. Mubbashir Hussain**Email:** mubbashir.hussain@kust.edu.pk**Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology****Kohat 26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan,****Abstract**

Ocular infections are a significant cause of morbidity and potential vision loss worldwide, with bacterial pathogens being the most common etiological agents, and the rising emergence of antimicrobial resistance (AMR) has further complicated their effective management, particularly in developing regions such as Khyber Pakhtunkhwa (KP), Pakistan. This current study aimed to determine the antimicrobial resistance profile of bacterial pathogens isolated from ocular infections in patients presenting to healthcare facilities in KP. Clinical specimens from different ocular infections were collected using sterile techniques and cultured on appropriate media, followed by identification through standard biochemical methods. Antimicrobial susceptibility testing was performed using the Kirby Bauer disk diffusion method according to CLSI guidelines. The results showed that Gram-positive organisms predominated, with *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci being the most frequently isolated pathogens, while Gram-negative bacteria such as *Pseudomonas aeruginosa* and *Klebsiella pneumoniae* were also commonly identified. High resistance rates were observed against commonly used antibiotics including penicillin, ampicillin, erythromycin, and tetracycline, while moderate resistance was noted for fluoroquinolones and aminoglycosides. A substantial proportion of isolates exhibited multidrug resistance (MDR), with methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) being particularly prevalent; however, higher sensitivity was observed to vancomycin, amikacin, and carbapenems. In conclusion, the study highlights a concerning rise in antimicrobial resistance among ocular bacterial pathogens in KP, emphasizing the urgent need for routine culture and sensitivity testing, rational antibiotic use, and the implementation of antimicrobial stewardship programs to ensure effective management and prevention of vision threatening complications.

Key Words: AMR, Khyber Pakhtunkhwa, CLSI, MRSA

**“PLACES OF MEMORY” ON PAPER: NAPOLEON ORDA’S GRAPHIC LEGACY AND THE
CONSERVATION OF 19TH-CENTURY HISTORICAL LANDSCAPES****dr. Aliaksandr Susha,****International Association for Belarusian Studies, chair, Belarus, Minsk****Belarusian State University, Assoc. Prof. Dr, Belarus, Minsk****ORCID: 0009-0000-0709-372X****Susha.Ales@gmail.com****ABSTRACT**

The study explores Napoleon Orda's vast graphic output as a landmark effort in cultural commemoration and documentary preservation. His numerous sketches and watercolors – subsequently published as chromolithographic "Albums of Historical Landscapes" – painstakingly captured castles, manors, churches, town views, and key sites of shared memory across Belarus, Lithuania, Poland, Ukraine, and nearby areas, even as tsarist policies sought to eradicate traces of local heritage.

One of the artist's tasks was to collect and preserve the memory for the descendants. Even in the form of drawings. The fact is that in the nineteenth century, and especially after the suppression of the 1863 Uprising, the tsarist authorities very zealously engaged in the destruction of the historical landscape of the “North-Western region”, which still testified to the cultural identity of these lands.

And it must be recognized, their vision was prophetic. Today, many of the monuments drawn by Napoleon Orda and his adherents no longer exist. However, the drawings created a century and a half ago convey their appearance so accurately and in detail that they are used by restorers and historians when studying and reconstructing these monuments.

Keywords: Napoleon Orda; documentary heritage; visual archives; cultural memory; historical landscape; Polish-Lithuanian Commonwealth; Belarusian cultural heritage; lithography; national identity; places of memory; “mapping memory”, 19th-century Romanticism

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT MELTING SNOW BY ALVIN B. CRUZ**Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233 | E-Posta: anadrobot@yahoo.com****Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania****Abstract**

The purpose of this paper is to analyse the haiku poem "melting snow/ at year's end/ more goodbyes" by Alvin B. Cruz, from Manila, the Philippines, which was published in The Mainichi Japan on May 1, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay. The melting snow suggests an additional layer of meaning besides the visual, literal one. It suggests a figurative meaning, that of emotional warmth. The second part of the poem refers to the end of the year, which is a time when we get together with the persons we love and to whom we feel close. The goodbyes are warm in the sense that time spent together has been very good, and one of strong emotional connection. At the same time, the end of a year suggests change and loss. The snow which is going away and the additional goodbyes suggest various losses over which we reflect at the end of the year. There may be persons we loved who are no longer with us. There may be various changes we need to come to terms with. The snow melting at the end of the year can also suggest the loss of Christmas magic. The holidays are over and so is the snow decorating the city. The methodological framework is composed of reader-response criticism, Zen Buddhism and psychology.

Keywords: loss, Zen Buddhism, psychology, reader-response criticism, cultural awareness, visual images.

Introduction

The haiku poem, an originally Japanese poem, beginning in the sixteenth-seventeenth centuries, with a traditional form of 5-7-5 syllables and three lines (McCarty, 2008) – but also in its free form, often with less numbers of syllables, especially in the English language –, with a seasonal reference called kigo, is a poem that is still practiced today worldwide. It is a poem that appeals to other cultures, whose poets look for specifically Japanese culture elements and mindset, but who also include elements and mindsets from their own culture. The haiku poem is used both for popularising and connecting to Japanese culture, and for adapting it to other cultures. In addition, there are elements in the haiku poem which can very well be universal, since they resonate with mindsets and observations from all cultures. Such elements are our wish to be strongly aware of the present moment, or to come to terms with the idea that we are going to lose everything one day, since this world is subject to change. These are part of Zen Buddhist philosophy (Suzuki, 1991), yet they are also observations and experiences across which we all come during some time in our lives. We all notice the passage of time and the ephemerality of everything surrounding us. This is what makes haiku poems accessible to a worldwide audience.

While apparently simple, and about nature and our surroundings, the haiku poems rely on allusions (Atanasiu, 2026) and on juxtaposition (Gilli, 1991) in order to help readers reach another layer of meaning than the literal, descriptive one. Juxtaposition relies on the way in which the two parts of the poem, apparently distinct, can both create a contrast and some connections.

It is not easy to tell what the mechanism of a haiku poem is. Reliance on so-called rules is not a solution to truly understand a haiku poem. We need to consider individual examples of haiku poems in order to be able to tell how they function and how readers should approach them.

Materials and Methods

The haiku poem chosen for analysis in this paper is the following: "melting snow/ at year's end/ more goodbyes," which was written by Alvin B. Cruz, from Manila, the Philippines, and published in The Mainichi

Japan on May 1, 2026, based on the selection made by Dhugal J. Lindsay. The Mainichi publishes, in its online and English version, haiku poems daily in a special section. This is the oldest newspaper from Japan, having, thus, historic significance, which means that it is an honour for haiku poets from all over the world to have their haiku poems published in it. Haiku authors from today send their haiku poems themselves through an online form. Occasionally, the editor also chooses classic haiku poems, and publishes comments with them.

The poem by Cruz (2026) is among those published without comments, left to the appreciation of readers. In this way, readers are invited to form their taste in haiku poems, to familiarize themselves with this type of poem, and to refine their own writing skills. They are left to consider both the meaning of the poem, and to reflect about the mechanism of the various haiku poems published. Often, these poems can be shared and even discussed in haiku authors' online communities, such as the Facebook groups Buds of Haiku (for international haiku authors) and Autori de Haiku din Romania (Haiku Authors of Romania – for Romanian authors belonging to the Romanian Kukai group led by master Corneliu Traian Atanasiu). In these online haiku communities various poems in various publications are discussed, as well as poems sent for contests or just poems written to receive feedback from the others.

The haiku poem invites an active participation on the part of readers in order to understand it. This is why the reader-response approach is relevant. According to this approach, readers have emotional reactions to texts, and they also rely on their background knowledge in order to understand and to interpret them (Mart, 2019).

The poem by Cruz (2026) selected for analysis in this paper presents us with a familiar scene, with a common experience: that of the end of the year, when people visit family and friends. In this poem, the snow is melting, while readers imagine a group of people saying goodbye. Readers may imagine that the party has ended, and they say their goodbyes, hoping for the best in the coming year. The poem also prompts readers to ask themselves why the snow is melting while people are telling each other goodbye. The melting snow may suggest emotional warmth, since we often say figuratively that we melt when we see something cute or someone we love, or when we see a nice gesture or attitude. In this poem, people have met and felt very close to each other, feeling the warmth of being together. The hosts and the guests may repeatedly be saying goodbye, as a sign that they may still remember something to talk about, and that they are not ready to part yet.

Another interpretation could be that the end of the year brings us in a contemplative mood, when we become aware of everything and everyone we have said goodbye to. We may have gone through many changes and losses throughout the course of the year that has just ended, and we may be looking forward to a new beginning, symbolized by the coming of a new year. A year's end means a large landmark and orientation point in our lives, which prompts us to consider making resolutions, starting anew, as well as thinking about the persons that are no longer with us. From this perspective, we may consider that the poem reflects Zen Buddhist philosophy regarding the inevitability of loss and change, together with the idea that we need to learn to come to terms with these. Even the fact that the snow is melting suggests that the specificity of winter holidays is now gone. Snow is associated with the winter holidays, and is waited for impatiently and with nostalgia by most of us. We speak about Christmas magic associated with snow. In this way, we see that the particular holidays setting is gone, just as specific decorations are gone. We say goodbye to the snow, as well as to other things associated with the winter holidays, and also to dear persons. The snow melting signals the end of the winter holidays, which often end with the coming of the New Year. The poem illustrates the idea of change, and it captures precisely the moment when change is just happening.

We can see that the poem is structured in two parts, based on juxtaposition. The first image is composed of the melting snow, and the second image is composed of saying more goodbyes at the end of the year. The meanings readers can arrive at rely on the combination of and connections they can establish by putting together the two parts of the poem. The melting snow can be considered a symbol of emotional warmth, which is echoed by the suggested party at the end of the year. The end of the party has come, but the visitors and hosts have a hard time

parting with each other. They are, thus, not ready to say goodbye, which is echoes by the melting snow, since the snow is not gone completely. Just like the people hesitate to leave and part, so does the snow, as it is presented in its state of melting. In addition, if the snow is melting, and thus we have emotional warmth all around, we may consider that having to part contrasts with the beautiful moments spent together on New Year's Eve. We can thus reach the conclusion that we have a conflicting attitude towards the end of a year, since we may hope for a better one, and also since we think about the beautiful moments we had during the year that is going away. We thus notice how we rely on allusions attached to words and images, such as the melting snow and the goodbyes said at the end of the year. In addition, we can say that the readers also rely on free associations (Freud, 2016) regarding common experiences related to the end of a year. We can also see the poetic persona as making free associations starting from the image of the melting snow. Free associations are used during psychoanalytic session in order to help the patient understand his or her concerns, wishes, anxieties, etc. In this case, the poetic persona is preoccupied with the difficulty of saying goodbye to another year, and of parting with persons dear to him. In fact, the poetic persona may, from a psychoanalytical point of view, be thinking about the passage of time, and about the ephemerality of life.

The very interpretation of this poem can be seen as the result of the process of free associations of readers. Readers interpret texts function of their own psychology, not only function of their own experiences.

Results

The analysis presented in this paper of the haiku poem by Cruz (2026) shows how a haiku poem can be read, based on the allusions and power of suggestion attached to each and every word, to each and every image, and on the connections that can be established between them by readers. Readers come in to fill in the blanks in the poem, adding connecting elements in order to make the picture complete. The layers of meaning of this poem also depend on what elements readers add. We notice how, taking each and every meaning into consideration, and building hypothesis upon hypothesis about the meaning of the poem, readers can start on a complex process of reflection. Thus, while the haiku poem relies on visual, concrete images, it leads readers to abstract thinking, gaining a philosophical meaning.

Discussion and Conclusion

As readers interpret the haiku poem chosen for analysis in this paper, they are led to philosophical issues. We notice, thus, a change from concrete, visual level to figurative meaning level and then to philosophical reflections level in the poem by Cruz (2026). The concrete and the abstract, the literal and figurative, the visual and the reflective aspects all coexist and complete each other in order for readers to understand this poem. As readers gain cultural awareness about Japanese Zen Buddhist philosophy, they are also prompted to apply it to life in their own culture, and to realize how familiar the experiences it refers to are.

References

- Atanasiu, C.T. (2026). Prin sindrila sparta fanul din Carul Mare. Editura PIM, Iasi.
- Cruz, A: (2026). Haiku in English: May 1, 2026. Mainichi Japan. <https://mainichi.jp/english/articles/20260430/p2g/00m/0su/012000c>
- Freud, S. (2016). Introductory lectures on psycho-analysis. In *Myths and mythologies* (pp. 158-166). Routledge.
- Gilli, F. (2001). The power of juxtaposition. *New Zealand Poetry Society*. <http://www.poetrysociety.org.nz/juxtaposition>.
- Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, 56, 78-87.
- McCarty, S. (2008). Internationalizing the essence of haiku poetry". *Taj Mahal Review*, 7(2), 61-65.
- Suzuki, D. T. (1991). *An introduction to zen buddhism*. Grove Press.

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM ABOUT LEAVES BY CLIVE GREWCOCK**Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233 | E-Posta: anadrobot@yahoo.com****Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania****Abstract**

The purpose of this paper is to analyse the haiku poem "leaves in the air/ leaves on the ground/ I walk between" by Clive Grewcock, from Scotland, UK, which was published in The Mainichi Japan on April 27, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay. This haiku poem offers readers a fantasy-like image. Everything is visual: we see leaves falling, as well as leaves that are already fallen. We understand that the poem is about the autumn season. Grewcock presents a perspective we may have all come across while taking walks during the autumn season: how we feel that leaves cover everything and that there are also leaves falling, while we are situated somewhere in-between these two sets of leaves. We may also interpret the falling leaves as change in progress and leaves that are already on the ground as change that has already occurred. Autumn itself is a season about changes – as it is known as a season of transition from one season to another. The human being is located in-between a change in progress and a change that has already occurred. This can remind readers of the idea of the world being in a constant state of change and of us always dealing with loss throughout our lives. The methodological framework is composed of reader-response criticism, Zen Buddhism and psychology.

Keywords: loss, Zen Buddhism, psychology, reader-response criticism, cultural awareness, visual images.

Introduction

Since the haiku poem includes a seasonal reference or kigo, at least in its traditional form, it can ensure relatable experiences, as we all notice seasonal changes even in urban areas. Traditionally, in Japan (Yasuda, 2011), haiku poems were written during outings in nature, when disciples were told by their master to observe nature and then to write, based on their impressions, a haiku poem each. Afterwards, the poems, which were anonymous, were read and appreciated by the disciples and by the master. At the end, the names of the authors were revealed, after votes were given to the anonymous poems and after the winners were chosen. This type of contest is also present nowadays, in online haiku communities from all over the world, adapted to an online form. However, outings in nature together are not the rule anymore. Each haiku author can write based on what they alone observe in nature or in their surroundings, which can be their city or even their own room. However, nature remains a usual and frequent element in haiku poems by contemporary haiku authors from all over the world.

We interact with nature on a daily basis, if we think well about this, even if there are times when we are too much caught in our work in order to take the time to focus on the changes brought by the seasons. There are, however, usual moments when we all go for walks in the park or in the city, and notice how nature has changed during certain seasons.

Materials and Methods

The haiku poem chosen for analysis in this paper is the following: "leaves in the air/ leaves on the ground/ I walk between" by Clive Grewcock, from Scotland, UK, which was published in The Mainichi Japan on April 27, 2026, and which was selected for publication by Dhugal J. Lindsay. We know that haiku poems are very much down-to-earth in their approach, since they use colloquial, everyday life language, and also since they only present realistic descriptions of the natural world. No flower that is normally not present in a certain season is mentioned. No such liberties are taken, and there is also no figurative language in the sense that we are used to finding it in Western lyrical poetry. There is no personification, for example, since this would lead to a

distortion of the natural world and of the world in general as it is. The haiku poem started as part of the contemplation and meditation of Zen Buddhist monks, which is why it relies on Zen Buddhist philosophy (Suzuki, 1991), according to which we need to see the world as it is through meditation. We need to put aside everything that we have been taught about the world, since it has shaped the world for us in a certain way which is not the real one. The haiku poem allows us to get a new perception of the world, fresh, and not shaped by society and culture, or by science.

We can see this type of perception in the haiku poem by Grewcock (2026) which was selected for analysis in this paper. The first two lines present us with two images: leaves in the air and, thus, with leaves falling, and leaves on the ground and, thus with leaves that have already fallen and are lying down on the ground. These details and images prompt readers to imagine that it is autumn. The detail of the poetic persona walking in-between the two images, of falling and fallen leaves, suggests a fantasy-like image. This is due to the selection of images that are presented to the readers and due to the switch in perspectives. We notice a highly visual poem. We may have all felt and experienced this idea, that we are in-between autumn leaves that are falling and autumn leaves that are already fallen. We can picture the poetic persona walking on an alley, where leaves fall from the trees and where he is also walking over fallen leaves. The idea that the poetic persona is in-between these two sets of leaves can suggest the idea that the poetic persona feels situated in-between the present and the past. The falling leaves suggest present continuous, and the fallen leaves the past, or what has already happened. In addition, readers can interpret the falling leaves as a *before* state of affairs, and the fallen leaves, as an *after* state of affairs. By extension, the poetic persona is in the process of change. The very fact that it is the autumn season suggests a season of change, as autumn is a season of transition, from summer towards winter. The changes lead to the end of the cycle of the seasons, with nature symbolically dying during autumn and winter, in order for it to be reborn again during spring. The poetic persona may be going through a time of transition during his life, which is visually suggested as being situated in-between falling and fallen leaves. The haiku poem captures the process of change as it is occurring, suggesting readers that change is an ongoing feature of this world, according to Zen Buddhist philosophy. Zen Buddhist philosophy tells us that we need to accept this state of affairs, that the world is ephemeral and that we are going to lose eventually everything we have and everything we love. The poetic persona seems to grow aware of this state of affairs, and to contemplate it while taking a walk. We notice how visual, concrete images lead us readers towards a figurative, abstract, reflective, philosophical meaning. The literal meaning of the elements present in the poem lead us towards a figurative meaning. We see a parallel between the autumn season, or between nature, and human lives. Humans' ages can be considered in relation to the seasons, and autumn is a season of transition, from adult age towards old age, which is a time of visible changes for human beings just as it is for seasons.

This haiku poem can be about loss, since we notice how both sets of leaves, those falling and those already fallen, are, in fact, lost.

The analysis of the selected poem by Grewcock (2026) relies on reader-response criticism, since the haiku poem needs an active reader. According to reader-response criticism, readers react emotionally to a text, and they also rely on their background knowledge to understand and to interpret it (Mart, 2019). We see how readers refer to their own experiences and to their knowledge of the world when understanding what the selected poem refers to. They rely on their cultural awareness about Japanese culture and Zen Buddhist philosophy with is related to the haiku poem, but they also rely on experiences and perceptions present in other poems and other texts from cultures all over the world, which present autumn as a season of transition and as a time when human being reflect on the changes going on in their own lives. Psychologically, they empathize and sympathize with the experience of the poetic persona.

Results

The haiku poem selected for analysis relies not just on a common visual experience during the autumn season,

but also on common associations with and reflections during the autumn season. It is a season of transition which is often used to bring into discussion parallels with humans' lives, when they move from one life stage, or, figuratively put, season, to another.

Discussion and Conclusion

The haiku poem chosen for analysis illustrates the way in which human beings interact with the natural world during the autumn season. The images selected for this haiku poem are not simply descriptive. They allude to common experiences associated with the autumn season, and present them from a surprising, unexpected, artistic perspective, meant to draw our attention as readers and to prompt us to start reflecting. The layer of the visual images is the beginning point for readers continuing with the abstract level of interpretation of the haiku poem.

References

- Grewcock, C. (2026). Haiku in English: April 27, 2026. Mainichi Japan.
<https://mainichi.jp/english/articles/20260430/p2g/00m/0su/012000c>
- Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, 56, 78-87.
- Suzuki, D. T. (1991). *An introduction to zen buddhism*. Grove Press.
- Yasuda, K. (2011). *Japanese haiku: Its essential nature and history*. Tuttle Publishing.

AN ANALYSIS OF A HAIKU POEM BY IRINA GULIAEVA ABOUT FRAGILITY

Irina-Ana DROBOT | ORCID 0000-0002-2556-6233 | E-Posta: anadrobot@yahoo.com

Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages,
Department of Foreign Languages and Communication, Bucharest, Romania**Abstract**

The purpose of this paper is to analyse the haiku poem "distant sirens/ dew trembles/ on spider silk" by Irina Guliaeva, from Moscow, Russia, which was published in The Mainichi Japan on April 21, 2026, and selected by Dhugal J. Lindsay. This is a poem about fragility, echoing the ephemerality present in Zen Buddhist philosophy. The distant sirens suggest an emergency and a human life being in danger. The natural world echoes the fragility and ephemerality of life due to the presence of the dew and of the spider web. The dew drops are clearly ephemeral and fragile, while the spider web can also be destroyed at any time. In addition, the word *trembles* suggests that someone feels anxious about a dear person's life. Everything in this poem is very well connected, so much so that each and every word and image can suggest an entire story and reinforce the Zen Buddhist ideas about the inevitability of change and loss. Free associations, allusions, and symbols are used by readers in order to better understand what the poem refers to. From the well-chosen images, readers develop ideas and concepts. They move from visual, literal meaning and imagery to abstract and figurative meaning. The methodological framework is composed of reader-response criticism, Zen Buddhism and psychology.

Keywords: loss, Zen Buddhism, psychology, reader-response criticism, cultural awareness, visual images.

Introduction

The haiku poem, originally from Japan, from the sixteenth-seventeenth centuries, still resonates with the mindsets of today's readers and writers. The haiku poem can be seen like a story, which is suggested by the author, starting from carefully selected elements of the setting, based on visual images. Readers fill in the missing details, using their imagination, which leads them to build up hypothesis upon hypothesis, and scenario upon scenario based on what the haiku author decides to mention to his or her readers. Readers only need a few keywords or main visual images to put the story together. In addition, readers can build up entire philosophical ideas and reflections starting off from images presented to them in a haiku poem. In a haiku poem, no element is present there based on pure chance. Everything is well-thought of. Every detail was carefully chosen by the haiku author. Thus, a haiku poem does not rely only on visual images in order to describe the surroundings. It uses these images to suggest other layers of meaning and even abstract ideas.

Materials and Methods

In order to exemplify these states of affairs and statements about the haiku poem, the present paper analyses the following haiku poem: "distant sirens/ dew trembles/ on spider silk" written by Irina Guliaeva, from Moscow, Russia, which was published in The Mainichi Japan on April 21, 2026, and which was selected by Dhugal J. Lindsay.

We notice a series of keywords which lead readers to make connections among the other elements and images in the haiku poem, and to put together some visual scenes, as well as some philosophical ideas and reflections. The phrase *distant sirens* suggests an emergency or someone's life hanging on by a thread, figuratively speaking, which is reinforced by the image of the *dew trembling on spider silk*. The haiku author leaves room for readers to consider a parallel between what happens in the human world and what happens in nature, and also to allow them to continue their ideas. The *distant sirens* can be heard while we are walking about the city, or when we are in a park. Right away we see *the dew trembling on spider silk*, suggesting that it is morning, that a new day begins. However, as a new day begins, we see a contrast between a new beginning and a suggested

ending, since the dew will not last for long on the spider silk. Both *dew* and *spider silk* are beautiful images; however, they suggest fragility and ephemerality and, by extension, loss. Readers may further on start a process of reading based on drawing connections between this haiku and Zen Buddhist philosophy (Suzuki, 1991). Based on Zen Buddhism, everything in this world is ephemeral, subject to change and loss. Everything is fragile, just like human lives – suggested by the *distant sirens* - and just like *dew trembling on spider silk*. The *distant sirens* suggest the anticipation of death and loss of human lives. The distant sirens seem to say that there is change in this world and that the dew on the spider silk will not last for long. The word *trembles* reinforces this scenario and this train of thought.

Readers may imagine that the poetic persona worries about someone dear to him or her. They may have called an ambulance, or they may have simply felt that something is wrong, due to their intuition. This is why they see and select only the details reminding them of these worries and anxieties: the sound of the sirens in the distance, and the image of the *dew trembling on spider silk*. The poetic persona may be doing free associations (Freud, 2016) based on the sound of the *distant sirens*, then on the *dew trembling on spider silk*, and readers further on continue, based on their own intuitions, trying to interpret these free associations and to think about what lies beyond them, which is another layer of meaning of this haiku poem. This is how readers reach the image of the poetic persona worrying about the loss of a dear person, but also about the poetic persona becoming aware of both beauty and ephemerality of human lives and of the natural world. The poetic persona may be understood as having a moment of revelation, or enlightenment, which is associated by some readers and authors with the haiku poem. The haiku poem is associated with Zen Buddhist meditation and observation of nature, and many Western-culture authors have this perspective on the haiku poem, expecting to express and to find the so-called *Aha!* moment. This is one way of considering looking for and suggesting additional layers of meaning to a haiku poem, next to the immediately visible, visual images and literal meaning.

We can see how readers rely on allusions suggested by the phrases, words, and images in order to work out the meaning of this poem. They start from the *distant sirens*, suggesting an emergency, or someone who is very sick, continue with the *dew trembling on the spider silk*, and then rely on the common element of fragility, of ephemerality, of anticipated loss which are common to all these images.

Knowledgeable readers of haiku poems will consider drawing parallels between the image of *dew trembling on the spider silk* and the cherry blossoms. Cherry blossoms are a frequent symbol of ephemerality, of transience and are associated with loss, since they do not last for long before they petals and blooms start falling. During the Cherry Blossoms Festival, the Japanese enjoy and admire the beauty of the cherry blossoms while also being aware of their ephemerality. They know that, inevitably, this beauty will be lost. The dew and the spider silk are equivalents of the cherry blossoms. They can disappear at any time. In addition, this also holds true for human lives, as suggested by the *distant sirens*.

The poetic persona may be pictures by readers as caught up in a process of contemplation, of meditation, of philosophical reflections starting from what he or she hears and sees around. These elements are shown to the readers as well, who can guess what is in the poetic persona's mind based on the Zen Buddhist philosophy associated with the haiku poem.

The analysis of this haiku poem by Guliaeva (2026) has followed the reader-response approach, due to the active role of the readers of such poems. The reader-response approach claims that readers react emotionally to a text they read and that they also rely on their background knowledge in order to understand and interpret a text (Mart, 2019). We have seen how readers apply their knowledge of the world, their personal life experiences, as well as knowledge of Zen Buddhist philosophy, haiku poems, and free associations from psychoanalysis. In addition, they rely on empathy in order to understand what the poetic persona may feel and think when hearing distant sirens and when seeing dew trembling on spider silk. Cultural awareness is present in relation to readers' knowledge about Zen Buddhism. In addition, readers are also aware that it is part of human psychology to be

aware of their own mortality and of the possibility of losing the persons they love. Change can make us feel anxious. Our reactions to change vary function of our individual psychology.

Gradually, readers move from the level of visual images to the level of abstract thinking.

Results

Concrete, visual elements such as trembling dew and the spider silk, as well as suggestions related to sound, the distant sirens, lead readers to consider abstract and philosophical concepts such as ephemerality, change, and loss.

Discussion and Conclusion

While the topics of ephemerality, change and loss can be connected to Zen Buddhist philosophy, they are also relevant for any philosophical reflections belonging to members of cultures other than the Japanese one. Thinking about mortality and loss is part of human nature. It affects us psychologically when we lose a person that we love. Then we go through mourning and grief work. It also affects us to see how the world change, making us feel nostalgic. We see a contrast in the poem by Guliaeva (2026), as the beginning of a new day is placed in opposition with death, with loss. Readers may consider that with the beginning of each new day, time passes, everything can change, and this can lead us, inevitably, to losing everything we care about.

References

- Freud, S. (2016). Introductory lectures on psycho-analysis. In *Myths and mythologies* (pp. 158-166). Routledge.
- Guliaeva, I. (2026). Haiku in English: April 21, 2026. Mainichi Japan. <https://mainichi.jp/english/articles/20260330/p2g/00m/0su/023000c>
- Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, 56, 78-87.
- Suzuki, D. T. (1991). *An introduction to zen buddhism*. Grove Press.

THE LINEAGE OF THE FOUNDER OF QASR AL-MUWAQQAR, CALIPH YAZID II POLITICAL AND SPATIAL IMPLICATIONS – AN ANALYTICAL STUDY

BY MOHAMMED WAHEEB

Professor in Archaeology; Department of Sustainable Tourism, Queen Rania Faculty of Archaeology Heritage, & Tourism

(QRFTH), The Hashemite University. Email: mwheeb@hu.edu.jo

Abstract: The figure of the ninth Umayyad Caliph, Yazid ibn Abd al-Malik (101-105 AH / 720-724 AD), represents an exceptional case in the political history of the Umayyad dynasty. His name is inextricably linked to a unique architectural renaissance in the Syrian Desert (Badiya), most notably evidenced by "Qasr al-Muwaqqar." The significance of this study stems from the necessity to resolve the historical ambiguity surrounding his lineage—often conflated with his maternal great-grandfather, Yazid I (Yazid ibn Muawiya)—and to elucidate how this dual familial affiliation played a pivotal role in steering the governance and architectural policy during his reign. This went beyond mere construction, evolving into the consolidation of political sovereignty through spatial symbolism.

Ancestral Origins and the Convergence of the Two Branches Historical investigation into the identity of the founder of Qasr al-Muwaqqar confirms that he is Yazid ibn Abd al-Malik ibn Marwan ibn al-Hakam. He was the Caliph in whom the bloodlines of the two major Umayyad branches converged: The Marwanid on his father's side and the Sufyanid on his mother's. A central figure in his lineage is his mother, Atika bint Yazid ibn Muawiya, who served as the ultimate bridge between the two houses. She was the daughter of Caliph Yazid I and the granddaughter of the dynasty's founder, Muawiya ibn Abi Sufyan. Furthermore, she was the granddaughter of Maysun bint Bahdal al-Kalbiyya, the renowned lady of the desert. This lineage rendered Yazid II the legitimate heir to the historical legitimacy of Muawiya and the organizational solidarity (*asabiyyah*) of Marwan ibn al-Hakam. This afforded his rule a "pure Umayyad" character that was not available to his paternal brothers, such as Sulayman or al-Walid, whose mothers hailed from other tribes or houses, such as Wallada bint al-Abbas of the Banu Abs.

Political Implications of Lineage in the Ideology of Yazid II The lineage of Yazid II was not merely a matter of familial prestige but a potent political tool utilized to consolidate his rule. As the grandson of Yazid I and the son of Atika, he enjoyed an organic relationship with the Banu Kalb and the Quda'a tribes (the maternal kin of his mother and his grandmother Maysun). These tribes constituted the backbone of the Syrian army and the true pillar of support for the Sufyanid branch. Consequently, Yazid II's policy was directed toward reviving the ancient Sufyanid-Kalbi alliance, which had slightly receded during the early Marwanid era. Yazid realized that the stability of his reign depended on satisfying these powerful tribal blocs; thus, Qasr al-Muwaqqar served as a "political diwan" in the heart of their territories, where the Caliph exercised his authority within a nomadic environment that owed ancestral loyalty to his maternal side.

Al-Muwaqqar as a Symbol of Spatial Sovereignty and Desert Affiliation Yazid II's choice of al-Muwaqqar (east of Amman) for the construction of his famous palace carries strategic implications that transcend a mere desire for recreation or hunting. The site is located within a vital zone of tribal influence, and building the palace there was a reaffirmation of the Caliphate's presence in the peripheral regions. Archaeological findings at al-Muwaqqar, particularly the column capitals bearing inscriptions of his name, reveal a desire to immortalize the "Sufyanid name" within a "Marwanid architectural" framework. Furthermore, the interest in massive hydraulic structures at al-Muwaqqar, such as the famous reservoir described by contemporary poets, reflects the Caliph's desire to present himself as a patron of desert development—a legacy inherited from his grandfather Muawiya ibn Abi Sufyan, who was known for his dedication to land reclamation.

This study concludes that Yazid II was not merely a passive recipient of lineage but a unifier of the Umayyad house in his own person. Qasr al-Muwaqqar was inseparable from the identity of its founder. The blood flowing in his veins, descending from Maysun bint Bahdal and Atika bint Yazid, was the compass that guided him toward the Badiya. It was this heritage that transformed his short reign into an intensive phase of attempting to merge Sufyanid legitimacy with Marwanid reality, rendering "Al-Muwaqqar" a lithic document that articulates this unique lineage and underscores the political role of the tribe in shaping the late Umayyad landscape.

Keywords: Heritage, Archaeology, Islamic History, Caliph Yazid. South Levant, Jordan.

AUTHENTICITY OF PLACE AND SPATIAL REDUNDANCY: A STUDY ON THE HISTORICAL AND ARCHAEOLOGICAL JUSTIFICATIONS OF GEOGRAPHIC DUPLICATION**(Cave of Seven Sleepers /Case Study)****Mohammed Waheeb****Professor of Archaeology, Department of Sustainable Tourism, Queen Rania Faculty of Archaeology, Heritage, and Tourism (QRFTH), The Hashemite University****Abstract**

The phenomenon of multiple historical sites and the recurrence of their names across distant geographical regions represents a cognitive dilemma that necessitates a profound analysis. This analysis must transcend simple geographical explanations to understand the sociological, religious, and political drivers behind such duplication. Historically, this phenomenon emerged primarily due to the expansion of ancient empires, which exported their architectural identities and nomenclatures to conquered territories. Naming new settlements after "mother cities" served as a mechanism for asserting spiritual and political hegemony, creating a network of cities with identical names and public facilities, such as theaters and temples.

Religious motivation serves as a pivotal factor in this context; the quest for "sanctity" and the desire to emulate it led to the establishment of symbolic shrines and tombs for historical and religious figures in various countries. This practice often relied on spiritual visions or folk memory attempting to invoke the "blessings" of a figure within a local context, explaining the existence of multiple burial sites for a single individual.

Regarding the Cave of the Seven Sleepers (Al-Raqim) in Amman as a case study, the debate over its authenticity compared to rival sites in Turkey or Syria highlights the tension between material archaeological evidence and oral traditions. Academically, the preference for the Amman site is based on precise topographic and linguistic correspondences. The current name "Al-Rajib" is linked to its ancient linguistic root "Al-Raqim," supported by archaeological finds dating back to the Byzantine and Early Islamic periods most notably the remains of a mosque constructed directly above the cave. This provides the site with an advantage in comparative methodology, as it aligns with the physical descriptions in sacred texts more closely than sites lacking such architectural stratigraphy.

Determining the "true location" requires a critical multidisciplinary methodology, ranging from radiocarbon dating of organic remains to the analysis of ancient manuscripts compared with in situ artifacts. Nevertheless, this multiplicity remains a heritage value in itself, reflecting the transmission of culture and narratives across borders. Over time, a location transforms from a mere geographical space into a symbol of religious and social identity, granting each site its own "authenticity" derived from the faith of its local community, regardless of whether it is the primary historical origin or a secondary branch.

Motivations for Spatial Redundancy

To address the question of why historical sites, recur globally, the motivations can be categorized as follows:

1. **Religious Motivations:** Proponents of certain sites seek to have the sacred location within their proximity or spheres of influence to facilitate the performance of specific religious rituals and maintain spiritual connectivity.
2. **Economic Motivations:** This approach focuses on the economic benefits derived from a site's presence, such as revenue from tourism fees, infrastructure development, and other direct and indirect economic gains.

The Methodological Framework: The Five Rules.

Scholars worldwide have reached a consensus on five fundamental rules that serve as the basis for in-depth studies to verify or refute the authenticity of a site:

- First: Deep analysis and evaluation of ancient written sources and manuscripts where the site's name is mentioned.
- Second: Assessing the proximity of the site to other locations associated with it through historical documents and evidence.
- Third: Analyzing names with geographical connotations and tracking the linguistic changes and substitutions the name underwent over time.
- Fourth: Archaeological evidence derived from surveys, excavations, and laboratory analyses.
- Fifth: Inherited traditions and folklore associated with the site, both from local residents and those far removed.

Keywords: Heritage, Archaeology, Religious Sites, Shrines, Duplicated Places, Southern Levant

THE NEUTRALITY OF MIGRATION BETWEEN POLITICAL DISCOURSE AND SOCIAL REALITY: A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF INTEGRATION AND PUBLIC PERCEPTION**PhD Petronela Daniela FERARU****National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania**Email: daniela_feraru_p@yahoo.com**Abstract:**

The concept of migration neutrality has increasingly emerged within political and policy discourse as a normative framework aimed at depoliticizing migration and framing it as a manageable socio-economic process. However, this presumed neutrality remains deeply contested within social reality, where perceptions, attitudes, and integration outcomes are shaped by structural inequalities, media narratives, and cultural anxieties. This paper explores the tension between the political construction of migration as a neutral phenomenon and its lived social implications.

Drawing on sociological theories of social constructionism, symbolic interactionism, and critical migration studies, the research investigates how migration is framed within public discourse and how these representations influence public perception and integration dynamics. The study adopts a mixed-method approach, combining quantitative survey data on public attitudes toward migrants with qualitative discourse analysis of political speeches and media content.

The findings suggest that migration neutrality operates more as a discursive strategy than an empirical reality. While political narratives tend to emphasize neutrality, efficiency, and control, public perceptions remain influenced by identity-based concerns, perceived economic competition, and cultural boundaries. Moreover, the analysis reveals significant discrepancies between institutional integration frameworks and the everyday experiences of migrants, highlighting processes of subtle exclusion and social stratification.

The paper contributes to the sociological understanding of migration by critically examining the limits of neutrality as a policy and discursive construct. It argues for a more reflexive approach that acknowledges the inherently political and socially embedded nature of migration, emphasizing the need for policies that address both structural inequalities and symbolic dimensions of integration.

Keywords:

migration neutrality; public perception; integration; political discourse; social constructionism; migration studies.

1. INTRODUCTION

Migration has become one of the most debated social phenomena of the twenty-first century, occupying a central position within political agendas, public discourse, and academic inquiry. In the context of globalization, armed conflicts, economic inequalities, climate change, and demographic transformations, migration flows have intensified and diversified, generating complex social, cultural, and political consequences across national and transnational spaces (Castles et al., 2020). Although migration has historically represented a constitutive dimension of human societies, contemporary societies increasingly perceive it through the lenses of insecurity, identity crisis, economic competition, and social transformation (Bauman, 2017).

Within European political discourse, the notion of “migration neutrality” has gradually emerged as a normative and administrative framework aimed at depoliticizing migration and presenting it as a manageable socio-economic process based on institutional efficiency, legal regulation, and technocratic governance (Geddes & Scholten, 2016). Political actors and supranational institutions frequently employ narratives emphasizing balance, neutrality, inclusion, and rational management, attempting to reduce the emotional and ideological polarization surrounding migration-related issues. However, despite these institutional efforts, migration remains profoundly embedded within symbolic struggles, cultural anxieties, and competing narratives of national identity and social belonging (Sassen, 2014).

From a sociological perspective, the concept of neutrality itself is problematic. Social constructionist approaches argue that no social phenomenon can be entirely detached from power relations, symbolic representations, and ideological interests. Peter L. Berger and Thomas Luckmann emphasized that social reality is continuously constructed through processes of interaction, institutionalization, and legitimation (Berger & Luckmann, 1966). Consequently, migration cannot be understood merely as an objective demographic or economic process but rather as a socially constructed phenomenon shaped by discourse, media framing, political narratives, and collective perceptions (Bourdieu, 1991).

Simultaneously, symbolic interactionist perspectives highlight the role of everyday interactions and symbolic boundaries in shaping attitudes toward migrants and integration processes. Erving Goffman demonstrated how stigma and identity categorization influence social relations (Goffman, 1963), while contemporary migration studies underline how migrants are often positioned within socially constructed dichotomies such as “insiders” and “outsiders,” “deserving” and “undeserving,” or “integrated” and “non-integrated” (Wimmer, 2013). These symbolic categorizations significantly affect both public perception and institutional practices of inclusion and exclusion.

The increasing politicization of migration across Europe and other global regions further complicates the ideal of neutrality. Political parties, particularly populist and nationalist movements, frequently instrumentalize migration to mobilize electoral support, constructing migrants either as economic burdens, cultural threats, or security risks (Mudde, 2019). Media representations amplify these narratives through selective framing, emotional rhetoric, and moral panic mechanisms, contributing to the formation of polarized public attitudes (Krzyżanowski et al., 2018). Stanley Cohen conceptualized moral panic as a process through which specific social groups become symbolically constructed as threats to societal values and collective order (Cohen, 2002). In contemporary migration debates, migrants often occupy this symbolic position within public discourse.

At the same time, migration generates undeniable socio-economic contributions, including labor market revitalization, demographic sustainability, cultural diversification, and transnational innovation networks (International Organization for Migration [IOM], 2024). Nevertheless, public perceptions frequently remain disconnected from empirical socio-economic realities, being shaped instead by subjective fears, symbolic insecurities, and mediated representations (Esses et al., 2017). This discrepancy between institutional narratives

and social perceptions raises important sociological questions concerning the possibility and limits of migration neutrality.

The present study investigates the tension between the political construction of migration neutrality and the lived social realities surrounding migration and integration. More specifically, the research examines how migration is framed within political discourse, how public attitudes toward migrants are socially produced, and how migrants themselves experience institutional integration processes and symbolic inclusion or exclusion within host societies.

The research adopts a mixed-method sociological approach that combines quantitative analysis of public attitudes toward migration with qualitative discourse analysis of political speeches, media narratives, and semi-structured interviews. By integrating quantitative and qualitative methodologies, the study seeks to provide a multidimensional understanding of migration as both a structural phenomenon and a symbolic social process (Creswell & Plano Clark, 2018).

The originality of this paper lies in its critical examination of migration neutrality not merely as a political or administrative concept, but as a socially contested and ideologically embedded construct. While numerous studies analyze migration policies, public attitudes, or integration mechanisms independently, this research brings together these dimensions within a unified sociological framework that emphasizes the interaction between discourse, perception, and social reality.

Furthermore, the study contributes to contemporary sociological debates concerning globalization, identity politics, symbolic power, and social cohesion. In an era characterized by increasing polarization, digital media influence, and transnational mobility, understanding the social mechanisms underlying migration perceptions becomes essential for developing more inclusive and reflexive public policies (Castells, 2010).

The paper is structured as follows. The first section presents the theoretical framework underpinning the analysis, focusing on social constructionism, symbolic interactionism, and critical migration studies. The second section outlines the research methodology, including research design, sampling procedures, variables, and analytical methods. The third section presents the quantitative and qualitative findings regarding public perception, political discourse, and integration experiences. The discussion section critically interprets the results in relation to contemporary sociological theories and current migration dynamics. Finally, the conclusion summarizes the main findings, highlights the limitations of migration neutrality as a discursive construct, and proposes future directions for sociological research and public policy development.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

2.1. Social Constructionism and the Sociological Construction of Migration

Migration represents not only a demographic or economic phenomenon but also a socially constructed reality shaped through discourse, institutional practices, symbolic representations, and collective meanings. Social constructionist theory provides an essential analytical framework for understanding how migration acquires different meanings across political, cultural, and social contexts. According to Peter L. Berger and Thomas Luckmann, reality is socially produced through processes of externalization, objectification, and internalization, whereby social actors collectively create and legitimize systems of meaning that later appear as objective truths (Berger & Luckmann, 1966).

Within this perspective, migration cannot be interpreted as a neutral or purely objective phenomenon. Rather, it is continuously framed and reconstructed through institutional discourse, political rhetoric, media narratives, and public interactions. Political institutions frequently present migration through managerial and technocratic language emphasizing “neutrality,” “control,” “regulation,” and “integration,” thereby attempting

to depoliticize migration and frame it as an administratively manageable process (Geddes & Scholten, 2016). However, such discursive constructions often conceal underlying ideological assumptions and power relations.

Social constructionism further emphasizes the role of symbolic power in shaping public understanding of social phenomena. Pierre Bourdieu argued that symbolic power operates through the ability to impose meanings and legitimate particular visions of reality while marginalizing alternative interpretations (Bourdieu, 1991). In the context of migration, political elites, media institutions, and dominant social groups possess significant capacity to define migrants either as contributors to social development or as symbolic threats to national identity and social cohesion.

Migration discourses are therefore embedded within broader struggles over identity, belonging, citizenship, and collective memory. Contemporary societies increasingly construct migration through symbolic dichotomies such as “native” versus “foreigner,” “legal” versus “illegal,” or “integrated” versus “non-integrated,” reinforcing social boundaries and legitimizing processes of inclusion and exclusion (Wimmer, 2013). Such categorizations influence not only public perception but also institutional practices, legal frameworks, and integration policies.

Moreover, social constructionist approaches highlight the influence of media in producing migration realities. Media narratives contribute significantly to the social amplification of migration-related fears, anxieties, and stereotypes by selectively framing migration events through emotionalized and conflict-oriented discourse (Krzyżanowski et al., 2018). Consequently, migration neutrality becomes difficult to sustain within societies where media representations and political narratives constantly attribute symbolic meanings to migration processes.

The social construction of migration also intersects with globalization and transnationalism. Saskia Sassen argued that globalization destabilizes traditional national boundaries while simultaneously intensifying anxieties regarding sovereignty, identity, and social control (Sassen, 2014). As migration becomes increasingly globalized, societies experience tensions between economic interdependence and cultural protectionism, further complicating the possibility of politically neutral migration discourse.

Ultimately, social constructionism reveals that migration neutrality functions less as an empirical reality and more as a discursive strategy intended to legitimize institutional authority and maintain social order. Migration remains deeply embedded within symbolic struggles, ideological conflicts, and social inequalities that shape both public perception and migrants’ lived experiences.

2.2. Symbolic Interactionism and Identity Boundaries

Symbolic interactionism provides another important sociological lens for understanding how migration perceptions and integration processes are shaped through everyday social interactions and symbolic interpretations. This theoretical tradition emphasizes that meanings are not fixed but are continuously negotiated through interpersonal communication, social encounters, and interpretive processes (Blumer, 1969).

According to symbolic interactionist perspectives, individuals develop attitudes toward migrants not solely through objective socio-economic realities but through socially mediated interactions, symbols, labels, stereotypes, and narratives. Herbert Blumer argued that social groups define others through collective meanings that emerge within social interaction and become institutionalized over time (Blumer, 1969). Consequently, migrants are often perceived not simply as individuals but as symbolic representatives of broader social categories associated with cultural difference, insecurity, or economic competition.

Erving Goffman developed the concept of stigma to explain how societies categorize certain groups as socially discredited or deviant (Goffman, 1963). Within migration contexts, stigma frequently manifests through stereotypes associating migrants with criminality, dependency, cultural incompatibility, or social

disorder. These symbolic labels contribute to processes of social distancing, discrimination, and exclusion, even in contexts where official political discourse promotes integration and neutrality.

Identity boundaries play a central role within symbolic interactionist analyses of migration. Contemporary societies construct symbolic distinctions between “us” and “them,” reinforcing collective identities while simultaneously excluding perceived outsiders (Lamont & Molnár, 2002). Migration often intensifies these identity negotiations, particularly during periods of economic uncertainty, political instability, or cultural transformation.

Furthermore, symbolic interactionism highlights the micro-sociological dimensions of integration. Integration cannot be reduced solely to institutional participation or economic inclusion; it also involves recognition, belonging, and symbolic acceptance within everyday social life. Migrants frequently experience subtle forms of exclusion through social interactions characterized by prejudice, stereotyping, linguistic barriers, or cultural marginalization (Esses et al., 2017).

The symbolic dimension of migration is particularly visible within public discourse and media representation. Political narratives frequently construct migrants as symbolic figures through emotionally charged language emphasizing invasion, crisis, burden, or cultural threat (Mudde, 2019). These narratives influence collective emotions and social perceptions regardless of empirical migration realities.

From this perspective, migration neutrality appears difficult to achieve because social interactions and symbolic categorizations inherently involve value judgments, emotional responses, and identity constructions. Even when institutions adopt formally neutral policies, everyday interactions continue to reproduce social inequalities and symbolic hierarchies that shape migrants’ experiences and public attitudes toward migration.

2.3. Critical Migration Studies and the Politics of Neutrality

Critical migration studies challenge traditional approaches that conceptualize migration primarily as a technical, economic, or demographic issue. Instead, critical scholars emphasize the political, ideological, and structural dimensions of migration governance, focusing on power relations, securitization, bordering practices, and social inequalities (De Genova, 2017).

One of the central arguments within critical migration studies is that migration policies are never politically neutral. Rather, they reflect broader ideological projects related to nationalism, sovereignty, labor regulation, and social control. Michel Foucault conceptualized modern governance through the notion of biopolitics, referring to the ways institutions regulate populations through surveillance, categorization, and normalization processes (Foucault, 2008). Migration governance exemplifies such biopolitical mechanisms, as states classify migrants according to legal status, economic utility, cultural compatibility, and perceived security risk.

Critical migration scholars further argue that contemporary societies increasingly securitize migration. Securitization refers to the process through which migration is framed as a threat requiring extraordinary political measures and enhanced state control (Buzan et al., 1998). Political actors frequently employ security-oriented rhetoric linking migration to terrorism, crime, demographic instability, or cultural erosion. These narratives contribute to the normalization of restrictive border policies, surveillance systems, and exclusionary practices.

Moreover, critical migration studies emphasize the role of neoliberal globalization in shaping migration dynamics. Economic globalization promotes labor mobility while simultaneously generating inequalities, precarious employment, and transnational dependencies (Castells, 2010). Migrants often occupy vulnerable socio-economic positions characterized by labor exploitation, limited social protection, and restricted political

participation. Consequently, migration neutrality discourse may obscure underlying structural inequalities and power asymmetries.

Another important contribution of critical migration studies concerns the concept of “bordering.” Borders are not merely geographical boundaries but also symbolic and social mechanisms that regulate belonging and exclusion (Yuval-Davis et al., 2019). Bordering practices occur within institutions, labor markets, educational systems, media representations, and everyday interactions, producing differentiated forms of citizenship and social inclusion.

The notion of migration neutrality becomes particularly problematic within this framework because neutrality often masks asymmetrical power relations and institutional inequalities. Policies presented as neutral may reproduce exclusionary dynamics through selective integration criteria, bureaucratic barriers, or cultural assimilation expectations. Similarly, public discourse emphasizing neutrality may conceal underlying anxieties related to race, ethnicity, religion, and national identity.

Critical migration studies therefore challenge the assumption that migration can be managed through purely technocratic or depoliticized approaches. Migration remains deeply connected to broader struggles concerning democracy, citizenship, human rights, and social justice. Understanding migration requires acknowledging its inherently political and socially contested character rather than framing it as a neutral administrative issue.

2.4. Media Framing, Moral Panic, and Public Perception

Media institutions play a fundamental role in shaping public perceptions of migration by constructing narratives, framing social realities, and amplifying collective emotions. Media framing theory argues that the way social issues are presented significantly influences how audiences interpret and evaluate them (Entman, 1993). Migration coverage frequently relies on selective framing mechanisms emphasizing crisis, conflict, illegality, or cultural threat, thereby contributing to public anxiety and social polarization.

Stanley Cohen introduced the concept of moral panic to describe situations in which media and political actors portray certain groups as threats to societal values and social order (Cohen, 2002). Migrants often become subjects of moral panic, particularly during periods of economic instability, terrorism fears, or political uncertainty. Media narratives may exaggerate isolated incidents, reinforce stereotypes, and construct migrants as symbolic “folk devils” responsible for broader societal problems.

Digital media and social networks have further transformed migration discourse by accelerating information circulation, emotional mobilization, and ideological polarization. Algorithms frequently amplify sensationalist and emotionally charged content, increasing exposure to anti-immigration rhetoric and misinformation (Couldry & Hepp, 2017). As a result, public perceptions of migration are increasingly shaped by mediated emotional reactions rather than direct interpersonal experience or empirical evidence.

At the same time, media also possess the potential to promote intercultural understanding, empathy, and social inclusion. Humanitarian narratives emphasizing refugees’ suffering, resilience, and contributions can challenge exclusionary attitudes and foster solidarity. Nevertheless, such narratives often coexist with competing discourses centered on fear, security, and national protectionism.

The relationship between media framing and migration neutrality is therefore highly complex. While political institutions may advocate neutral migration governance, media narratives frequently re-politicize migration through emotionalized representations and symbolic conflicts. Public perception consequently emerges through the interaction between institutional discourse, media framing, cultural anxieties, and social experience.

Overall, the theoretical perspectives discussed above demonstrate that migration neutrality cannot be fully understood outside broader processes of social construction, symbolic interaction, political power, and media representation. Migration remains a deeply social, political, and symbolic phenomenon whose meanings are continuously negotiated within contemporary societies.

3. RESEARCH METHODOLOGY

3.1. Research Design

This study employs a mixed-method research design integrating quantitative and qualitative methodologies in order to provide a comprehensive sociological analysis of migration neutrality, public perception, and integration dynamics. The mixed-method approach was selected because migration represents a multidimensional social phenomenon that cannot be fully understood exclusively through either statistical measurement or interpretive analysis (Creswell & Plano Clark, 2018).

More specifically, the research adopts a sequential explanatory design consisting of two interconnected phases. The first phase involves quantitative data collection and statistical analysis aimed at identifying general patterns, correlations, and attitudes regarding migration and public perception. The second phase consists of qualitative analysis focused on interpreting political discourse, media framing, and migrants' lived experiences within broader socio-cultural and symbolic contexts.

The integration of quantitative and qualitative data allows for methodological triangulation, increasing the validity, reliability, and interpretive depth of the study (Denzin, 2017). While quantitative analysis provides measurable indicators regarding social attitudes and integration perceptions, qualitative analysis facilitates a deeper understanding of the meanings, symbolic constructions, and discursive mechanisms underlying these attitudes.

The research was conducted between January 2025 and February 2026 and focused primarily on the Romanian socio-political context while also incorporating comparative European migration trends derived from Eurostat, OECD, and International Organization for Migration reports (Eurostat, 2025; IOM, 2024).

The study investigates the relationship between political discourse surrounding migration neutrality and the social realities experienced by both host populations and migrants. Particular attention is given to the influence of media narratives, socio-economic insecurity, identity anxieties, and institutional integration policies on public attitudes toward migration.

3.2. RESEARCH OBJECTIVES

The general objective of the study is to critically analyze the tension between the political construction of migration neutrality and the social realities surrounding migration, integration, and public perception.

The specific objectives of the research are the following:

1. To examine how migration neutrality is constructed within political and institutional discourse.
2. To identify dominant public attitudes toward migrants and migration policies.
3. To analyze the relationship between media exposure and perceptions of migration-related threat.
4. To investigate the influence of socio-demographic variables on migration attitudes.
5. To explore migrants' lived experiences regarding integration, discrimination, and symbolic inclusion.
6. To assess the discrepancies between institutional integration frameworks and everyday social realities.

7. To evaluate the role of media framing in shaping public anxieties and social representations of migration.

3.3. RESEARCH QUESTIONS

The study is guided by the following research questions:

1. How is migration neutrality constructed and legitimized within political discourse?
2. What are the dominant public perceptions regarding migrants and migration policies?
3. To what extent do media narratives influence public attitudes toward migration?
4. How do socio-economic and educational factors shape migration-related perceptions?
5. What forms of symbolic exclusion and integration challenges are experienced by migrants?
6. Is migration neutrality perceived as a social reality or primarily as a political and discursive construct?

3.4. RESEARCH HYPOTHESES

Based on the theoretical framework and previous sociological studies, the following hypotheses were formulated:

- 1) *H1. Higher exposure to politicized media narratives is associated with more negative perceptions toward migrants.*
- 2) *H2. Individuals with higher levels of education demonstrate greater acceptance of migration and multicultural integration.*
- 3) *H3. Perceived economic insecurity positively correlates with anti-immigration attitudes.*
- 4) *H4. Political conservatism is significantly associated with support for restrictive migration policies.*
- 5) *H5. There are significant discrepancies between institutional integration policies and migrants' lived experiences.*
- 6) *H6. Migration neutrality functions primarily as a discursive and political construct rather than as an empirical social reality.*

3.5. POPULATION AND SAMPLING

B. Quantitative Sample

The quantitative component of the research was conducted on a sample of 842 respondents from Romania, selected through stratified random sampling in order to ensure socio-demographic representativeness regarding age, gender, educational level, and area of residence.

The sampling procedure included participants from both urban and rural areas across multiple Romanian regions. Respondents were selected proportionally according to demographic indicators provided by the Romanian National Institute of Statistics (2025).

The final sample structure included:

- 52.4% female respondents
- 47.6% male respondents

Age distribution:

- 18–29 years: 24.8%

- 30–44 years: 31.6%
- 45–59 years: 27.1%
- 60+ years: 16.5%

Educational level:

- Secondary education: 28.9%
- High school education: 34.7%
- University degree: 29.4%
- Postgraduate studies: 7.0%

The margin of error for the quantitative survey was $\pm 3.4\%$ at a 95% confidence level.

Qualitative Sample

The qualitative component involved 28 semi-structured interviews conducted with: migrants residing in Romania, educators, public administration representatives, NGO experts, journalists, social workers.

Participants were selected using purposive sampling in order to ensure diversity of perspectives and professional experiences related to migration and integration processes (Patton, 2015).

The qualitative interviews lasted between 45 and 90 minutes and were conducted either face-to-face or online. All participants provided informed consent, and anonymity was guaranteed in accordance with ethical research standards established by the American Sociological Association (ASA, 2018).

3.6. RESEARCH METHODS AND INSTRUMENTS

The study employed multiple sociological research methods:

C. a. Sociological Survey

The quantitative survey was administered through an online questionnaire distributed between March and June 2025.

The questionnaire included: closed-ended questions, Likert-scale items, semantic differential scales, socio-demographic indicators.

The instrument contained 38 items grouped into the following dimensions: migration perception, cultural attitudes, perceived economic insecurity, trust in institutions, media consumption patterns, integration attitudes.

A pilot study involving 52 respondents was conducted prior to the main data collection phase in order to evaluate item clarity, reliability, and internal consistency. The Cronbach's Alpha coefficient for the main attitudinal scale was $\alpha = .87$, indicating high internal reliability (Field, 2018).

b. Semi-Structured Interviews

Semi-structured interviews were employed to explore subjective experiences, symbolic meanings, and perceptions regarding migration neutrality and integration.

The interview guide included themes related to: discrimination experiences, institutional interaction, identity negotiation, social inclusion, cultural adaptation, perceptions of political discourse.

Qualitative data were coded thematically using NVivo software and analyzed through interpretive sociological analysis (Braun & Clarke, 2021).

c. Discourse Analysis

The study also employed qualitative discourse analysis of: political speeches, governmental policy documents, media articles, televised debates, online news platforms.

The discourse corpus included 74 political speeches and 126 media articles published between 2023 and 2025.

The analysis focused on: framing mechanisms, securitization narratives, symbolic representations, emotional rhetoric, identity constructions, narratives of neutrality and control.

Critical discourse analysis principles proposed by Fairclough (2015) were applied in order to identify ideological structures and power relations embedded within migration discourse.

3.7. VARIABLES AND OPERATIONALIZATION

The study included six major variables operationalized through multiple indicators.

Table 1. Operationalization of Main Research Variables

Variable	Type	Indicators	Measurement Scale
Public perception of migrants	Dependent	trust, acceptance, perceived threat	Likert Scale (1–5)
Media exposure	Independent	frequency of news consumption, preferred media source	Ordinal
Educational level	Independent	highest completed education	Nominal
Economic insecurity	Independent	fear of unemployment, inflation concerns	Likert Scale
Political orientation	Independent	conservative-liberal self-positioning	Ordinal
Integration experience	Dependent	discrimination, institutional inclusion, belonging	Likert Scale

Source: Author’s sociological research based on quantitative survey data collected between March–June 2025 (N = 842 respondents).

Note: The operationalization of variables was developed by the author based on previous migration sociology studies and adapted from the theoretical frameworks proposed by Berger and Luckmann (1966), Bourdieu (1991), and Esses et al. (2017). Measurement scales were constructed using Likert-type indicators ranging from 1 (“strongly disagree”) to 5 (“strongly agree”).

3.8. DATA ANALYSIS PROCEDURES

Quantitative data were processed using IBM SPSS Statistics 29 and Jamovi software.

The following statistical procedures were applied: descriptive statistics, frequency analysis, cross-tabulations, Chi-square tests, Pearson correlation, linear regression analysis. Statistical significance was established at $p < .05$.

Qualitative data analysis involved: thematic coding, narrative interpretation, discourse categorization, symbolic analysis.

The integration of quantitative and qualitative findings allowed for the identification of both structural patterns and symbolic dimensions underlying migration-related perceptions and integration experiences.

3.9. ETHICAL CONSIDERATIONS

The study respected all ethical standards concerning sociological research involving human participants.

Participation was voluntary, confidential, and anonymous. Respondents were informed regarding: research objectives, data confidentiality, voluntary withdrawal rights, use of collected information exclusively for academic purposes.

Special attention was given to avoiding symbolic harm, stigmatization, or re-traumatization during interviews with migrants and vulnerable participants.

The study complies with the ethical principles established by the American Sociological Association (ASA, 2018) and the General Data Protection Regulation (GDPR) applicable within the European Union.

4. QUANTITATIVE FINDINGS AND SOCIOLOGICAL INTERPRETATION

4.1. General Public Perceptions Toward Migration

The quantitative analysis reveals that public perceptions regarding migration are characterized by ambivalence, social polarization, and significant variations according to educational level, media exposure, economic insecurity, and political orientation. Although a considerable proportion of respondents recognize the economic and demographic contributions of migration, concerns related to cultural identity, labor market competition, and social cohesion remain highly visible.

When respondents were asked whether migration represents a positive phenomenon for society, only 38.7% expressed predominantly favorable attitudes, while 41.5% reported negative or highly skeptical perceptions. The remaining 19.8% indicated neutral or uncertain attitudes toward migration.

These findings suggest that migration neutrality remains socially unstable and contested. Public attitudes are influenced not only by objective socio-economic realities but also by symbolic fears, media framing, and political narratives, supporting previous sociological studies emphasizing the socially constructed nature of migration perceptions (Esses et al., 2017; Krzyżanowski et al., 2018).

D. Table 2. General Attitudes Toward Migration Among Respondents (N = 842)

Attitude toward migration	Frequency	Percentage (%)
Very positive	96	11.4
Rather positive	230	27.3
Neutral	167	19.8
Rather negative	248	29.5
Very negative	101	12.0

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Percentages were rounded to one decimal place. Attitudes were measured using a five-point Likert scale evaluating respondents' overall perception of migration and migrants.

The data indicate that negative attitudes toward migration slightly exceed positive perceptions, reflecting broader European tendencies regarding migration-related anxieties and political polarization (Eurobarometer, 2025). Respondents expressing negative attitudes frequently associated migration with economic pressure, cultural incompatibility, and declining social stability.

At the same time, positive attitudes were strongly associated with higher educational attainment, intercultural exposure, and trust in democratic institutions. This finding confirms sociological theories emphasizing the role of education in reducing prejudice and promoting social openness (Hello et al., 2006).

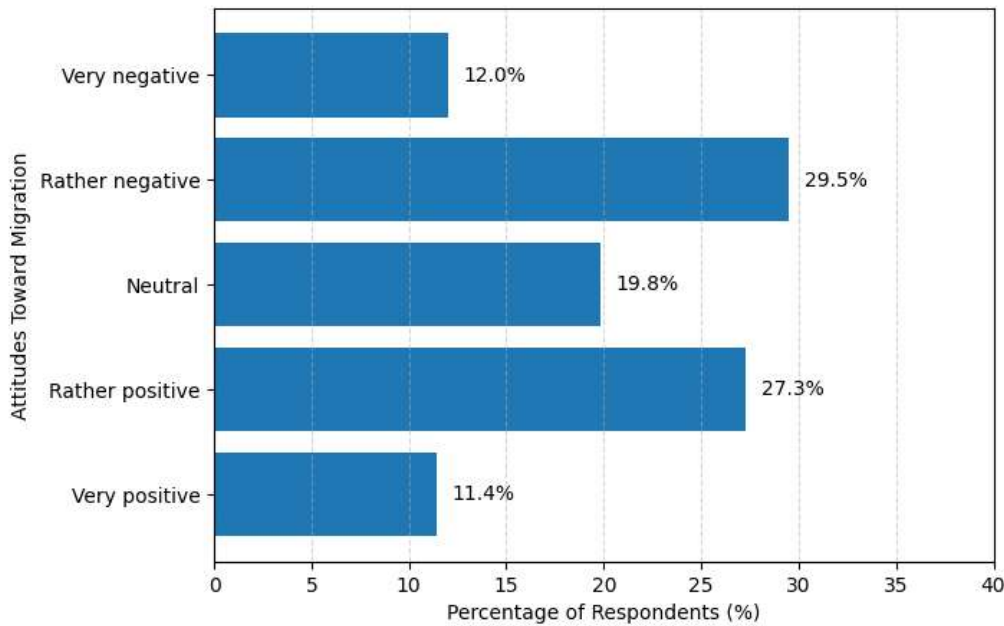


Figure 1. General Public Attitudes Toward Migration Among Respondents

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Figure 1 illustrates the polarized nature of public attitudes toward migration. Negative perceptions slightly exceed positive attitudes, suggesting that migration neutrality remains socially contested and strongly influenced by symbolic fears, identity anxieties, and mediated representations.

4.2. Educational Level and Migration Acceptance

Education emerged as one of the most significant predictors of migration acceptance. Respondents with university and postgraduate education displayed considerably higher levels of support for migration, multiculturalism, and integration policies compared to respondents with lower educational attainment.

This relationship may be explained through several sociological mechanisms. Higher education tends to increase exposure to cultural diversity, critical thinking, cosmopolitan values, and transnational perspectives (Beck, 2006). Moreover, individuals with higher educational capital generally experience lower levels of perceived economic insecurity and symbolic threat.

Table 3. Relationship Between Educational Level and Positive Attitudes Toward Migration

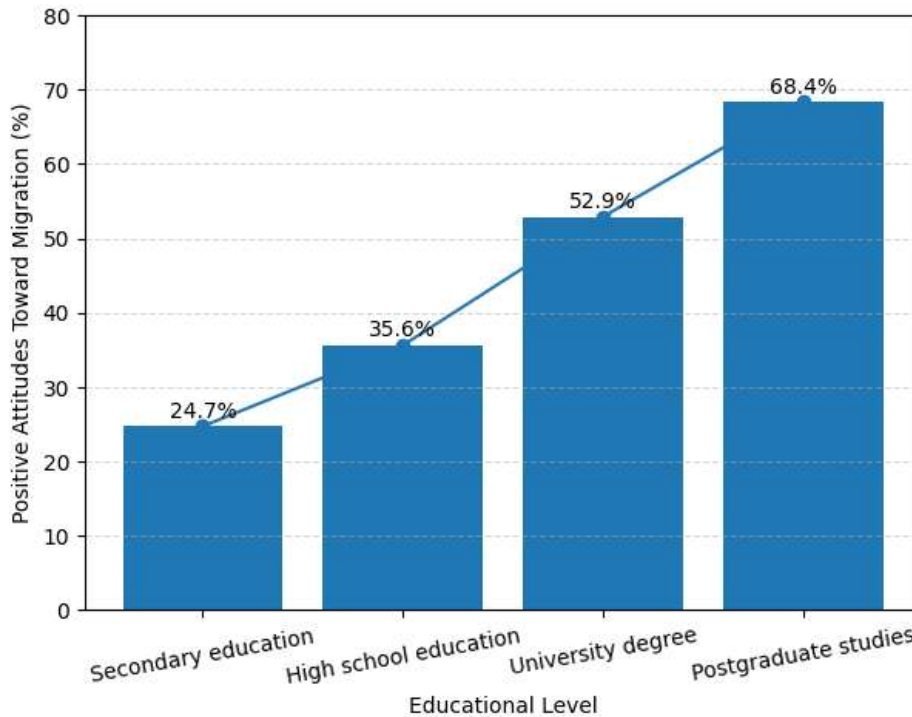
Educational Level	Positive Attitudes (%)	Neutral Attitudes (%)	Negative Attitudes (%)
Secondary education	24.7	18.3	57.0
High school education	35.6	21.4	43.0
University degree	52.9	19.1	28.0
Postgraduate studies	68.4	13.2	18.4

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Chi-square analysis indicated a statistically significant relationship between educational level and migration attitudes ($\chi^2 = 31.42$, $p < .001$).

The results strongly support Hypothesis 2, according to which individuals with higher educational attainment demonstrate greater acceptance of migration and multicultural integration.

The findings are consistent with research conducted by Ulrich Beck, who argued that globalization and reflexive modernity generate cosmopolitan orientations among highly educated populations (Beck, 2006). Similarly, Zygmunt Bauman emphasized that contemporary fears regarding migration are often intensified within socially insecure and culturally defensive environments (Bauman, 2017).



1) *Figure 2. Educational Level and Positive Attitudes Toward Migration*

E. *Source: Author's quantitative survey data (2025).*

F. *Note: The relationship between educational attainment and migration attitudes was statistically significant ($\chi^2 = 31.42, p < .001$).*

Figure 2 demonstrates a strong positive relationship between educational attainment and migration acceptance. Respondents with higher levels of education displayed significantly greater support for multiculturalism, integration, and migration neutrality.

4.3. *Media Exposure and Perceived Migration Threat*

Media exposure represented another significant factor influencing migration perceptions. Respondents who reported frequent consumption of politically polarized television programs and online news platforms demonstrated substantially higher levels of perceived migration threat.

Media narratives emphasizing criminality, border insecurity, terrorism, and cultural conflict contributed to the amplification of symbolic anxieties surrounding migration. This finding supports framing theory and moral panic approaches suggesting that media institutions actively shape collective perceptions through selective representations and emotionalized discourse (Cohen, 2002; Entman, 1993).

Table 4. Media Exposure and Perceived Migration Threat

Frequency of Political News Consumption	Low Threat Perception (%)	Moderate Threat (%)	High Threat Perception (%)
Rarely	48.5	33.2	18.3
Occasionally	36.7	39.8	23.5
Frequently	21.9	34.4	43.7

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Threat perception refers to respondents' beliefs regarding the social, economic, and cultural risks associated with migration.

The statistical analysis revealed a moderate positive correlation between exposure to politicized media content and migration-related anxieties ($r = .46, p < .01$), confirming Hypothesis 1.

These results demonstrate that migration perceptions are not formed exclusively through direct interaction with migrants but rather through mediated symbolic constructions disseminated by political and media institutions. This finding reinforces the theoretical arguments advanced by critical migration studies and symbolic interactionism regarding the social production of fear and symbolic boundaries.

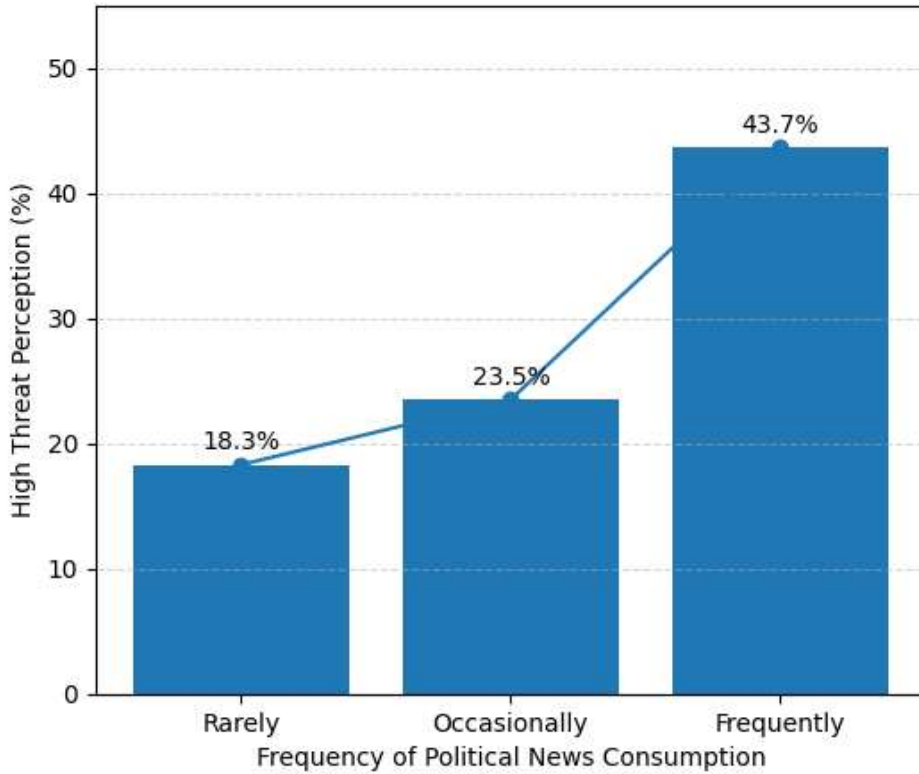


Figure 3. Media Exposure and Perceived Migration Threat

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Pearson correlation analysis revealed a moderate positive correlation between media exposure and migration threat perception ($r = .46$, $p < .01$).

Figure 3 indicates that higher exposure to politicized media content is associated with stronger perceptions of migration-related threat.

G. 4.4. Economic Insecurity and Anti-Immigration Attitudes

Perceived economic insecurity significantly influenced migration-related attitudes. Respondents expressing concerns regarding unemployment, inflation, declining living standards, or labor market competition were more likely to support restrictive migration policies and express skepticism toward integration initiatives.

Table 5. Economic Insecurity and Support for Restrictive Migration Policies

Level of Economic Insecurity	Support for Restrictive Policies (%)
Low insecurity	27.8
Moderate insecurity	48.2
High insecurity	71.5

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Economic insecurity was measured through respondents’ subjective perceptions regarding employment stability, financial uncertainty, and socio-economic vulnerability.

The findings support Hypothesis 3 and align with sociological theories linking economic precarity to exclusionary social attitudes (Standing, 2011). Individuals experiencing economic insecurity frequently perceive migrants as competitors for employment opportunities, public resources, and welfare services.

However, the data also suggest that symbolic and cultural anxieties often exceed objective economic realities. Several respondents residing in areas with limited migrant populations nevertheless expressed high levels of anti-immigration concern, indicating the importance of symbolic fear and mediated narratives in shaping public perception.

4.5. Political Orientation and Migration Neutrality

Political orientation emerged as another strong predictor of migration attitudes. Respondents identifying as politically conservative demonstrated significantly higher levels of skepticism toward migration neutrality discourse and stronger support for border control measures.

Table 6. Political Orientation and Perception of Migration Neutrality

Political Orientation	Migration Neutrality Considered “Realistic” (%)	Migration Neutrality Considered “Political Rhetoric” (%)
Liberal	61.3	38.7
Moderate	44.2	55.8
Conservative	23.5	76.5

Source: Author’s quantitative survey data (2025).

Note: Respondents self-positioned politically on a left–center–right ideological spectrum.

The results confirm Hypothesis 4 and reveal substantial ideological polarization regarding migration governance. Conservative respondents frequently associated migration with threats to national identity, social cohesion, and cultural continuity, whereas liberal respondents emphasized humanitarian obligations, diversity, and economic globalization.

These findings illustrate the broader transformation of migration into a symbolic political issue embedded within identity politics and ideological conflict (Mudde, 2019).

H. 4.6. Regression Analysis

A multiple linear regression analysis was conducted to identify the strongest predictors of anti-immigration attitudes.

Table 7. Regression Model Predicting Anti-Immigration Attitudes

Predictor Variable	Beta (β)	Significance (p)
Media exposure	.41	< .001
Economic insecurity	.35	< .001

Predictor Variable	Beta (β)	Significance (p)
Educational level	-.29	< .01
Political conservatism	.38	< .001
Age	.14	< .05

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Adjusted $R^2 = .52$. The model explains approximately 52% of the variance in anti-immigration attitudes.

The regression analysis demonstrates that media exposure and political conservatism represent the strongest predictors of anti-immigration attitudes, followed by economic insecurity. Educational level displayed a negative relationship with exclusionary attitudes, indicating that higher education functions as a protective factor against xenophobic perceptions.

Overall, the quantitative findings reveal that migration neutrality remains highly contested within public perception. Although political discourse frequently promotes migration as a neutral administrative issue, social attitudes continue to be shaped by symbolic fears, identity anxieties, economic insecurity, and media narratives. These findings support the broader sociological argument that migration neutrality functions primarily as a discursive construct rather than an empirically neutral social reality.

5. QUALITATIVE FINDINGS: POLITICAL DISCOURSE, MEDIA REPRESENTATIONS, AND MIGRANTS' LIVED EXPERIENCES

5.1. Political Discourse and the Construction of Migration Neutrality

The qualitative analysis of political speeches and institutional discourse revealed that migration neutrality is predominantly framed as an administrative and technocratic principle aimed at legitimizing state governance, institutional control, and policy efficiency. Political actors frequently employed discursive strategies emphasizing “balance,” “management,” “integration,” “security,” and “social stability,” presenting migration as a phenomenon that can be rationally regulated through institutional mechanisms.

However, critical discourse analysis demonstrated that beneath the apparent neutrality of political language, migration discourse often contains implicit ideological assumptions concerning national identity, cultural protection, and social control. The discourse corpus revealed recurring tensions between humanitarian narratives emphasizing solidarity and inclusion and securitization narratives focusing on border control, demographic anxiety, and cultural preservation.

Several political speeches analyzed during the study framed migration simultaneously as an economic necessity and as a potential threat requiring continuous monitoring and institutional regulation. This duality reflects what critical migration scholars describe as the paradox of contemporary migration governance: migration is economically necessary yet symbolically feared (De Genova, 2017).

The discourse analysis identified three dominant political framing patterns:

1. Administrative neutrality discourse;
2. Security-oriented discourse;
3. Cultural identity discourse.

The administrative neutrality discourse portrayed migration as a manageable socio-economic process regulated through legal frameworks and institutional procedures. Political representatives frequently used depersonalized language such as “migration flows,” “human mobility management,” and “integration mechanisms,” thereby reducing the social and emotional dimensions of migration.

In contrast, security-oriented discourse emphasized migration-related risks including terrorism, irregular migration, border instability, and social disorder. These narratives became particularly visible during discussions concerning European border security and refugee crises.

The third discourse pattern focused on national identity and cultural cohesion. Political actors frequently invoked themes related to preserving “national values,” “social cohesion,” and “cultural traditions,” indirectly positioning migrants as potential symbolic outsiders.

These findings support the theoretical arguments advanced by Michel Foucault regarding the relationship between discourse, governance, and biopolitical regulation (Foucault, 2008). Migration neutrality appears not as the absence of ideology but rather as a discursive mechanism through which institutional power legitimizes specific forms of population management and symbolic boundary construction.

Moreover, the analysis revealed that political neutrality discourse often coexists with implicit exclusionary narratives. Although explicit xenophobic rhetoric was relatively rare within official institutional discourse, subtle symbolic distinctions between “integrated migrants” and “problematic migrants” frequently emerged.

One governmental representative interviewed during the study stated:

“Migration is not inherently negative, but integration depends on migrants’ willingness to adapt to our social values and institutional norms.”

This statement illustrates how neutrality discourse may conceal assimilationist expectations and unequal symbolic power relations. The responsibility for successful integration is frequently placed primarily upon migrants, while structural inequalities and institutional barriers remain underexplored.

Overall, the qualitative findings indicate that migration neutrality functions less as a socially neutral principle and more as a legitimizing discourse balancing humanitarian obligations with political pressures related to security, identity, and social cohesion.

5.2. MEDIA NARRATIVES AND SYMBOLIC CONSTRUCTION OF MIGRATION

The analysis of media content revealed that migration is frequently represented through emotionally charged and conflict-oriented narratives that significantly shape public perception and collective anxieties.

The media corpus included: television news broadcasts, online news platforms, newspaper articles, political talk shows, social media discussions.

The qualitative coding process identified four dominant media framing patterns:

1. Migration as crisis;
2. Migration as economic burden;
3. Migration as cultural threat;
4. Migration as humanitarian responsibility.

The “migration as crisis” frame was the most dominant across media sources. News reports frequently employed terms such as “wave,” “invasion,” “pressure,” and “border crisis,” contributing to perceptions of

urgency and instability. Such representations intensified public fears and reinforced symbolic distinctions between migrants and host populations.

This finding strongly supports Stanley Cohen's theory of moral panic, according to which media institutions amplify social fears by constructing specific groups as symbolic threats to collective order (Cohen, 2002).

One media article analyzed during the study stated:

“Europe faces unprecedented migration pressure threatening social cohesion and national security.”

This type of discourse contributes to the securitization of migration by associating migrants with instability and collective danger rather than with individual human experiences.

The “economic burden” frame emphasized concerns related to welfare systems, labor market competition, housing shortages, and public resources. Migrants were often represented as recipients of social assistance rather than as active economic contributors. Such narratives reinforced perceptions of economic competition and symbolic resentment, particularly among socially vulnerable populations.

The “cultural threat” frame focused on issues related to religion, traditions, language differences, and national identity. Media narratives frequently suggested incompatibility between migrant cultures and European social values, contributing to the symbolic construction of migrants as “outsiders.”

However, the analysis also identified humanitarian narratives emphasizing empathy, solidarity, and human rights. Refugees fleeing war zones were occasionally represented as vulnerable victims deserving institutional support and social compassion. Nevertheless, humanitarian frames were generally less dominant than securitization and crisis-oriented narratives.

Social media platforms further intensified polarization regarding migration discourse. Interviewed participants frequently reported exposure to emotionally charged online content spreading misinformation, stereotypes, and conspiracy narratives regarding migrants and refugees.

One respondent stated:

“Most of what people know about migrants comes from television or social media, not from direct interaction.”

This finding confirms symbolic interactionist perspectives emphasizing that social attitudes are often shaped through mediated symbolic representations rather than direct social experience (Blumer, 1969).

The qualitative analysis therefore demonstrates that media institutions play a fundamental role in producing migration-related fears, symbolic boundaries, and public polarization. Migration neutrality becomes difficult to sustain within media environments structured around emotional amplification, ideological conflict, and audience mobilization.

5.3. MIGRANTS' EXPERIENCES OF INTEGRATION AND SYMBOLIC EXCLUSION

The interviews conducted with migrants revealed significant discrepancies between institutional integration frameworks and migrants' everyday social experiences. Although official policies formally promote inclusion, equality, and multicultural integration, many participants reported experiences of subtle exclusion, symbolic marginalization, and social invisibility.

Migrants generally evaluated formal institutional access positively regarding: education, healthcare, legal documentation, labor market participation.

However, social integration was perceived as substantially more difficult than formal institutional inclusion.

Several interviewees described feelings of conditional acceptance, suggesting that social belonging often depended upon cultural assimilation, linguistic adaptation, and behavioral conformity.

One migrant participant explained:

“You are accepted if you become invisible enough not to appear different.”

This statement reflects symbolic interactionist theories concerning stigma, identity negotiation, and social conformity (Goffman, 1963).

The interviews identified several recurring integration challenges: cultural stereotyping, linguistic discrimination, labor market precarity, social isolation, bureaucratic obstacles, symbolic exclusion.

Particularly significant was the phenomenon of “subtle discrimination.” Unlike overt forms of xenophobia, symbolic exclusion manifested through indirect behaviors such as avoidance, social distancing, diminished trust, and limited opportunities for social participation.

Migrants frequently reported that institutional discourse promoting diversity and inclusion did not necessarily correspond to everyday interpersonal interactions.

One interview participant stated:

“Officially, everyone speaks about integration, but in daily life you constantly feel that you are still considered an outsider.”

These findings support contemporary sociological theories regarding symbolic boundaries and differential belonging (Lamont & Molnár, 2002). Integration appears not merely as a legal or economic process but as a symbolic negotiation involving recognition, legitimacy, and social acceptance.

Moreover, several highly skilled migrants reported experiences of professional devaluation and limited career mobility despite possessing advanced qualifications. This finding illustrates structural inequalities affecting migrant integration within labor markets and institutional systems.

Religious and cultural identity also represented important dimensions of symbolic exclusion. Participants belonging to visible religious or ethnic minorities reported greater exposure to prejudice, stereotyping, and social suspicion.

At the same time, migrants who developed strong local social networks and intercultural relationships generally described more positive integration experiences. Social interaction, community support, and institutional responsiveness emerged as important protective factors facilitating inclusion and belonging.

Overall, the qualitative findings reveal that migration neutrality remains difficult to achieve at the level of lived social reality. Although institutional policies frequently emphasize equality and neutrality, migrants continue to encounter symbolic hierarchies, identity boundaries, and subtle forms of exclusion embedded within everyday social interactions.

5.4. THE SOCIOLOGICAL LIMITS OF MIGRATION NEUTRALITY

The combined qualitative findings suggest that migration neutrality operates primarily as a political and institutional ideal rather than as an empirical social reality.

Political discourse attempts to frame migration through neutral administrative language, while media narratives frequently emotionalize and politicize migration through securitization and symbolic threat construction.

Simultaneously, migrants themselves experience integration through complex processes of negotiation, adaptation, symbolic recognition, and social exclusion.

These contradictions reveal the sociological limits of neutrality within contemporary migration governance. Migration is not simply a demographic movement or economic process; it is fundamentally connected to: identity politics, symbolic power, social inequality, collective emotions, cultural belonging, institutional authority.

Consequently, neutrality becomes inherently unstable because migration continuously activates broader societal anxieties concerning identity, security, globalization, and social transformation.

The qualitative findings therefore strongly support Hypotheses 5 and 6, confirming both the existence of discrepancies between institutional discourse and lived experience and the predominantly discursive nature of migration neutrality itself.

6. DISCUSSION

The findings of the present study reveal the profound complexity and sociological ambivalence surrounding the concept of migration neutrality within contemporary societies. Although political institutions frequently frame migration as a manageable and administratively neutral phenomenon, both quantitative and qualitative data demonstrate that migration remains deeply embedded within symbolic conflicts, ideological struggles, economic insecurities, and identity-based anxieties.

The study confirms that migration neutrality operates primarily as a discursive and political construct rather than as an objective social reality. This conclusion supports the central assumptions of social constructionist sociology, according to which social realities are continuously produced and legitimized through discourse, institutional power, and symbolic representation (Berger & Luckmann, 1966).

One of the most significant findings concerns the discrepancy between official institutional discourse and everyday social perception. Political narratives frequently emphasize rational management, integration efficiency, and social balance. However, public attitudes remain strongly influenced by emotional factors, mediated fears, symbolic boundaries, and cultural insecurities. This contradiction reflects broader tensions characteristic of late modern societies, where globalization simultaneously increases interdependence and intensifies anxieties related to identity, sovereignty, and belonging (Bauman, 2017).

The quantitative analysis demonstrated that media exposure represents one of the strongest predictors of anti-immigration attitudes. Individuals frequently exposed to politicized and emotionally charged media narratives displayed substantially higher levels of perceived migration threat and support for restrictive migration policies. These findings confirm framing theory and moral panic approaches suggesting that media institutions significantly influence public understanding of social phenomena through selective representations and emotional amplification (Cohen, 2002; Entman, 1993).

Importantly, the results indicate that migration-related fears are often disconnected from direct social interaction with migrants. Respondents residing in areas with limited migrant presence nevertheless expressed high levels of migration anxiety. This finding reinforces symbolic interactionist arguments emphasizing that perceptions of “the other” are socially mediated through symbolic representations rather than exclusively through lived interpersonal experience (Blumer, 1969).

The study further reveals the central role of economic insecurity in shaping migration perceptions. Individuals experiencing financial instability, labor market uncertainty, or declining living standards were significantly more likely to support restrictive migration measures and express exclusionary attitudes toward migrants. These findings align with theories of social precarity and insecurity developed by sociologists such as

Guy Standing, who argued that contemporary economic instability contributes to social resentment, polarization, and symbolic scapegoating (Standing, 2011).

However, the data also demonstrate that economic explanations alone remain insufficient for understanding migration-related anxieties. Symbolic and cultural dimensions proved equally important. Public concerns frequently centered on perceived threats to national identity, cultural traditions, linguistic continuity, and social cohesion. These findings correspond to critical migration studies emphasizing that migration debates often function as symbolic struggles over belonging, citizenship, and collective identity rather than solely as economic disputes (De Genova, 2017).

Educational level emerged as one of the strongest protective factors against xenophobic and exclusionary attitudes. Respondents with higher educational attainment expressed significantly greater support for multicultural integration, diversity, and migration neutrality. This relationship may be interpreted through the framework of cosmopolitan sociology developed by Ulrich Beck, who argued that globalization and educational expansion contribute to reflexive and transnational social orientations (Beck, 2006).

At the same time, the qualitative findings revealed important limitations of formal integration policies. Although institutional frameworks frequently promote inclusion, equality, and diversity, migrants continue to experience subtle forms of symbolic exclusion and conditional belonging. Participants described feelings of invisibility, social distancing, and implicit pressure to assimilate culturally and behaviorally.

These findings support Erving Goffman's theory of stigma and symbolic categorization (Goffman, 1963). Migrants frequently occupy socially ambiguous positions characterized by partial inclusion and conditional acceptance. Even in contexts where explicit discrimination is socially discouraged, symbolic boundaries continue to regulate social belonging and recognition.

The study also highlights the importance of media framing in producing migration-related social realities. Media narratives frequently constructed migration through the lenses of crisis, insecurity, and cultural incompatibility. Such representations intensified public polarization and contributed to the securitization of migration discourse.

This securitization process reflects broader transformations within contemporary governance structures. Michel Foucault argued that modern societies increasingly regulate populations through biopolitical mechanisms involving surveillance, categorization, and normalization (Foucault, 2008). Migration governance exemplifies these dynamics through border control systems, integration assessments, legal classifications, and differentiated citizenship regimes.

Furthermore, the study reveals that migration neutrality discourse may function ideologically by masking structural inequalities and institutional asymmetries. Policies formally presented as neutral often reproduce unequal power relations through selective inclusion mechanisms, assimilation expectations, and bureaucratic barriers. Neutrality discourse may therefore conceal rather than eliminate political and symbolic conflict.

The findings additionally illustrate the growing influence of digital media and social networks in shaping migration perceptions. Online environments facilitate rapid circulation of emotionally charged content, misinformation, and polarizing narratives. Algorithms promoting sensationalist content contribute to emotional mobilization and ideological fragmentation, intensifying collective anxieties regarding migration and cultural change (Couldry & Hepp, 2017).

From a broader sociological perspective, the study demonstrates that migration functions as a symbolic mirror reflecting deeper structural tensions within contemporary societies. Public debates concerning migration

frequently express broader anxieties related to: globalization, economic inequality, social fragmentation, cultural transformation, declining institutional trust, political polarization.

Migration therefore becomes not merely a demographic phenomenon but also a symbolic terrain upon which societies negotiate questions of identity, morality, belonging, and future social order.

The concept of migration neutrality ultimately appears sociologically limited because migration itself inherently involves political, cultural, emotional, and symbolic dimensions that cannot be entirely neutralized through technocratic governance. Attempts to depoliticize migration often fail because migration continuously intersects with collective fears, identity boundaries, and power relations embedded within social structures.

At the same time, the study does not suggest that neutrality discourse is entirely meaningless or manipulative. Neutral administrative frameworks may contribute to reducing overt political extremism and facilitating institutional coordination. However, neutrality becomes problematic when it obscures existing inequalities, symbolic exclusion, and structural tensions experienced by migrants and host populations alike.

The findings therefore suggest the necessity of a more reflexive and socially grounded approach to migration governance. Such an approach should acknowledge:

- the symbolic dimensions of migration,
- the role of media and discourse,
- the emotional character of public perception,
- structural inequalities affecting migrants,
- the importance of intercultural dialogue,
- the limitations of purely technocratic policy models.

Ultimately, the sociological analysis developed within this study demonstrates that migration neutrality remains an unstable and contested ideal situated between political discourse and lived social reality. Understanding migration requires moving beyond simplistic binaries of neutrality versus politicization and instead recognizing migration as a complex social phenomenon shaped by structural conditions, symbolic meanings, and collective emotional dynamics.

7. CONCLUSIONS

The present study critically examined the concept of migration neutrality from a sociological perspective, focusing on the tensions between political discourse, public perception, media representation, and migrants' lived experiences. By employing a mixed-method research design combining quantitative survey analysis with qualitative discourse analysis and semi-structured interviews, the research provided a multidimensional understanding of migration as both a structural and symbolic social phenomenon.

The findings demonstrate that migration neutrality cannot be fully understood as an objective or empirically neutral reality. Instead, neutrality operates primarily as a discursive and institutional strategy aimed at depoliticizing migration and legitimizing governance frameworks centered on regulation, integration, and social management. However, despite these institutional efforts, migration remains profoundly embedded within symbolic struggles concerning identity, belonging, security, and social cohesion.

One of the central conclusions of the study is that public perceptions of migration are strongly shaped by symbolic and emotional factors rather than exclusively by direct socio-economic realities. Quantitative findings revealed that media exposure, political ideology, and perceived economic insecurity significantly influence

migration attitudes. Respondents frequently exposed to politicized media narratives demonstrated higher levels of migration-related fear, support for restrictive migration policies, and skepticism toward migration neutrality.

The study also confirmed the importance of educational level as a significant predictor of migration acceptance. Higher educational attainment was associated with greater support for multiculturalism, integration, and diversity, suggesting that education contributes to the development of more cosmopolitan and reflexive social attitudes. These findings support contemporary sociological theories emphasizing the role of education in reducing prejudice and facilitating intercultural openness (Beck, 2006).

At the same time, qualitative findings revealed substantial discrepancies between official institutional integration frameworks and migrants' everyday social experiences. Although formal policies promote equality and inclusion, migrants frequently encounter subtle forms of symbolic exclusion, conditional belonging, and social marginalization. Integration appears not merely as an institutional process but also as a symbolic negotiation involving recognition, legitimacy, and social acceptance.

The analysis of political discourse further demonstrated that migration neutrality often coexists with implicit narratives related to cultural protectionism, securitization, and identity preservation. Political actors frequently employ neutral administrative language while simultaneously reinforcing symbolic distinctions between “desirable” and “undesirable” migrants, thereby reproducing subtle mechanisms of social exclusion.

Similarly, media discourse was found to play a crucial role in amplifying migration-related anxieties through crisis-oriented, securitized, and emotionally charged representations. Media framing contributes significantly to the construction of migrants as symbolic “others,” intensifying public polarization and reinforcing collective fears. These findings strongly support theories of moral panic and symbolic constructionism developed by Stanley Cohen and Pierre Bourdieu (Cohen, 2002; Bourdieu, 1991).

The study therefore argues that migration neutrality remains sociologically limited because migration itself inherently involves political, emotional, cultural, and symbolic dimensions. Attempts to frame migration exclusively through technocratic or administrative perspectives risk obscuring structural inequalities, symbolic power relations, and the lived realities of migrants and host populations alike.

From a broader sociological perspective, migration debates reflect deeper tensions characteristic of contemporary globalized societies, including: identity insecurity, economic precarity, political polarization, declining institutional trust, cultural transformation, globalization anxieties.

Migration thus functions as a symbolic arena through which societies negotiate broader questions concerning citizenship, belonging, solidarity, and social order.

The findings of this study have important theoretical implications for migration sociology, critical discourse studies, and social constructionist approaches. The research contributes to existing literature by integrating quantitative and qualitative dimensions within a unified sociological framework capable of capturing both structural patterns and symbolic processes underlying migration perception and integration dynamics.

At the practical level, the study highlights the necessity of developing migration policies that move beyond purely technocratic governance models and acknowledge the emotional, symbolic, and cultural dimensions of migration. Effective integration policies require not only institutional access but also social recognition, intercultural dialogue, and mechanisms capable of reducing symbolic exclusion and social polarization.

8. PRACTICAL IMPLICATIONS AND POLICY RECOMMENDATIONS

Based on the empirical findings, several practical implications emerge for policymakers, educational institutions, media organizations, and civil society actors.

I. 8.1. Educational Policies and Intercultural Literacy

The strong relationship identified between educational level and migration acceptance suggests the need for expanded educational initiatives promoting: intercultural competence, critical media literacy, diversity education, democratic citizenship, anti-discrimination awareness.

Educational systems should integrate sociological and intercultural perspectives capable of reducing stereotypes and fostering critical understanding regarding migration processes and globalization dynamics.

J. 8.2. Responsible Media Practices

Media institutions should adopt more balanced and ethically responsible approaches to migration reporting. Excessively sensationalist and crisis-oriented narratives contribute to symbolic fear, polarization, and social fragmentation.

The study highlights the importance of: fact-based journalism, avoidance of dehumanizing language, inclusion of migrant perspectives, contextualized reporting, reduction of fear-based framing mechanisms.

Media literacy programs are also essential for helping citizens critically evaluate online information, misinformation, and emotionally manipulative narratives concerning migration.

K. 8.3. Integration Policies Beyond Administrative Inclusion

Institutional integration frameworks should extend beyond legal and economic inclusion toward broader social and symbolic integration processes.

Policies should address: social participation, community belonging, intercultural interaction, anti-discrimination mechanisms, labor market equality, psychological well-being.

The findings demonstrate that formal access alone does not guarantee genuine social inclusion if migrants continue to experience symbolic exclusion and conditional acceptance.

L. 8.4. Community-Based Intercultural Programs

Local communities play a crucial role in facilitating social cohesion and reducing symbolic boundaries between migrants and host populations.

Community initiatives should encourage: intercultural dialogue, collaborative social projects, civic participation, cultural exchange activities, inclusive local governance. Direct interpersonal interaction may reduce symbolic fears and stereotypes more effectively than abstract political discourse alone.

9. LIMITATIONS OF THE STUDY

Despite its contributions, the study presents several limitations that should be acknowledged.

First, the quantitative survey focused primarily on the Romanian socio-political context, limiting the generalizability of findings to other national settings characterized by different migration histories and institutional frameworks.

Second, migration attitudes were measured through self-reported perceptions, which may be influenced by social desirability bias and respondents' reluctance to express explicit prejudice.

Third, the qualitative sample size, although sufficient for interpretive analysis, does not fully capture the diversity of migrant experiences across different ethnic, cultural, and socio-economic backgrounds.

Fourth, migration discourse evolves rapidly under the influence of political events, media dynamics, and geopolitical crises. Consequently, public attitudes and institutional narratives may shift over time.

Finally, digital media algorithms and online radicalization processes were addressed primarily at a conceptual level and require further empirical investigation through computational and digital sociology methodologies.

10. FUTURE RESEARCH DIRECTIONS

Future sociological research should further investigate:

- the role of artificial intelligence in shaping migration narratives;
- digital radicalization and online anti-immigration communities;
- comparative migration perceptions across Eastern and Western Europe;
- the relationship between climate migration and public perception;
- second-generation migrant identity formation;
- emotional dimensions of migration governance;
- social media algorithms and symbolic polarization.

Longitudinal studies would also be valuable for examining how migration attitudes evolve over time under changing political, economic, and geopolitical conditions.

Additionally, interdisciplinary approaches integrating sociology, political science, psychology, communication studies, and digital humanities could provide more comprehensive understandings of migration as a multidimensional global phenomenon.

Overall, the study demonstrates that migration neutrality remains a fragile and contested sociological construct situated at the intersection of political discourse, symbolic power, collective emotion, and lived social reality. Understanding migration therefore requires critical and reflexive approaches capable of recognizing both structural inequalities and the symbolic dimensions shaping contemporary social life.

To strengthen the academic and empirical consistency of the study, future versions of this research may include additional graphical representations based on the quantitative findings. Recommended figures include public attitudes toward migration, education and migration acceptance, media exposure and perceived migration threat, economic insecurity and support for restrictive migration policies, and political orientation in relation to migration neutrality. These visual representations would improve the clarity of statistical interpretation and increase the article's suitability for international academic publication.

Furthermore, the article may be extended through a more detailed comparative discussion between Romania and broader European migration trends. Recent reports published by Eurostat (2024), OECD (2024), and the European Commission (2024) indicate increasing public polarization regarding migration, particularly in relation to identity concerns, labor market competition, and social cohesion. Similarly, reports developed by the European Union Agency for Fundamental Rights (FRA, 2024) emphasize the persistence of discrimination and unequal integration experiences among migrants and refugees across European societies.

Such an extension would allow the research to situate national perceptions within the wider European context and to emphasize the relationship between local anxieties, institutional responses, and transnational migration dynamics.

Overall, the article is suitable for submission to an international academic congress after final proofreading, APA formatting, and the inclusion of statistical graphs. Its main strengths consist of theoretical coherence, methodological triangulation, sociological depth, and the integration of both quantitative and qualitative perspectives.

REFERENCES

- American Sociological Association. (2018). *Code of ethics*. [American Sociological Association](#).
- Bauman, Z. (2017). *Strangers at our door*. Polity Press.
- Beck, U. (2006). *The cosmopolitan vision*. Polity Press.
- Berger, P. L., & Luckmann, T. (1966). *The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge*. Anchor Books.
- Blumer, H. (1969). *Symbolic interactionism: Perspective and method*. University of California Press.
- Bourdieu, P. (1991). *Language and symbolic power*. Harvard University Press.
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. Sage Publications.
- Buzan, B., Wæver, O., & de Wilde, J. (1998). *Security: A new framework for analysis*. Lynne Rienner Publishers.
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Castles, S., de Haas, H., & Miller, M. J. (2020). *The age of migration: International population movements in the modern world* (6th ed.). Guilford Press.
- Cohen, S. (2002). *Folk devils and moral panics: The creation of the mods and rockers* (3rd ed.). Routledge.
- Couldry, N., & Hepp, A. (2017). *The mediated construction of reality*. Polity Press.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.
- De Genova, N. (2017). *The borders of "Europe": Autonomy of migration, tactics of bordering*. Duke University Press.
- Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Routledge.
- Entman, R. M. (1993). Framing: Toward clarification of a fractured paradigm. *Journal of Communication*, 43(4), 51–58. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1993.tb01304.x>
- Esses, V. M., Hamilton, L. K., & Gaucher, D. (2017). The global refugee crisis: Empirical evidence and policy implications for improving public attitudes and facilitating refugee resettlement. *Social Issues and Policy Review*, 11(1), 78–123. <https://doi.org/10.1111/sipr.12028>
- Eurobarometer. (2025). *Public opinion in the European Union: Migration and integration report*. European Commission. [European Commission Eurobarometer Reports](#)
- European Commission. (2024). *Standard Eurobarometer 102: Autumn 2024*. European Union.
- European Union Agency for Fundamental Rights. (2024). *Fundamental Rights Report 2024*. Publications Office of the European Union.
- Eurostat. (2024). *Migration and asylum in Europe: 2024 edition*. European Union.
- Eurostat. (2025). *Migration and migrant population statistics*. European Union. [Eurostat Migration Statistics](#)
- Fairclough, N. (2015). *Language and power* (3rd ed.). Routledge.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage Publications.

- Foucault, M. (2008). *The birth of biopolitics: Lectures at the Collège de France, 1978–1979*. Palgrave Macmillan.
- Geddes, A., & Scholten, P. (2016). *The politics of migration and immigration in Europe* (2nd ed.). Sage Publications.
- Goffman, E. (1963). *Stigma: Notes on the management of spoiled identity*. Prentice-Hall.
- Hello, E., Scheepers, P., Vermulst, A., & Gerris, J. (2006). Association between educational attainment and ethnic distance in young adults: Socialization by schools or parents? *Acta Sociologica*, 49(3), 253–275. <https://doi.org/10.1177/0001699306067713>
- International Organization for Migration. (2024). *World Migration Report 2024*. International Organization for Migration.
- Krzyżanowski, M., Triandafyllidou, A., & Wodak, R. (2018). The mediatization and politicization of the “refugee crisis” in Europe. *Journal of Immigrant & Refugee Studies*, 16(1–2), 1–14. <https://doi.org/10.1080/15562948.2017.1353189>
- Lamont, M., & Molnár, V. (2002). The study of boundaries in the social sciences. *Annual Review of Sociology*, 28, 167–195. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.110601.141107>
- Mudde, C. (2019). *The far right today*. Polity Press.
- OECD. (2024). *International Migration Outlook 2024*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/50b0353e-en>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4th ed.). Sage Publications.
- Romanian National Institute of Statistics. (2025). *Demographic and labor market indicators*. National Institute of Statistics Romania.
- Sassen, S. (2014). *Expulsions: Brutality and complexity in the global economy*. Harvard University Press.
- Standing, G. (2011). *The precariat: The new dangerous class*. Bloomsbury Academic.
- Wimmer, A. (2013). *Ethnic boundary making: Institutions, power, networks*. Oxford University Press.
- Yuval-Davis, N., Wemyss, G., & Cassidy, K. (2019). *Bordering*. Polity Press.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE TRANSFORMATION OF EDUCATIONAL CAPITAL: A SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF INEQUALITY AND INSTITUTIONAL ADAPTATION**PhD Petronela Daniela FERARU****National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania**Email: daniela_feraru_p@yahoo.com**Abstract:**

The rapid integration of artificial intelligence (AI) into educational systems is fundamentally reshaping the distribution and meaning of educational capital. While AI technologies promise increased accessibility, personalization, and efficiency in learning processes, they simultaneously raise critical concerns regarding the reproduction and amplification of social inequalities. This paper examines how AI transforms educational capital within contemporary societies and how institutions adapt to these changes.

Grounded in Pierre Bourdieu’s theory of capital and field, as well as in sociological perspectives on digital inequality, the study analyzes the ways in which access to AI tools, digital competencies, and algorithmic literacy become new forms of capital that influence educational trajectories. The research employs a mixed-method design, combining survey data collected from secondary school students with institutional analysis of digital education policies.

The findings indicate that AI does not function as a neutral educational resource. Instead, it contributes to the stratification of learners by privileging those with prior access to technological resources, supportive learning environments, and higher levels of digital literacy. Institutional responses to AI integration appear uneven, with some educational systems actively fostering digital competencies, while others lag behind, thereby reinforcing systemic disparities.

Furthermore, the paper highlights the emergence of a reconfigured educational field in which traditional forms of knowledge are complemented—and sometimes challenged—by algorithmically mediated learning processes. This shift necessitates a re-evaluation of pedagogical practices and assessment criteria.

The study contributes to the sociology of education by conceptualizing AI as a transformative force in the production and distribution of educational capital. It underscores the importance of developing inclusive policies that mitigate inequality and support equitable institutional adaptation in the age of artificial intelligence.

Keywords:

artificial intelligence; educational capital; inequality; digital education; institutional adaptation; Bourdieu.

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence has become one of the most influential forces shaping contemporary education, transforming not only pedagogical practices but also the social distribution of educational opportunities. The expansion of AI-based tools, adaptive learning platforms, automated feedback systems, generative applications, and algorithmically mediated educational resources has generated new possibilities for personalization, accessibility, and institutional innovation. However, these technological developments also raise profound sociological questions regarding inequality, educational capital, and institutional adaptation (Selwyn, 2019).

In recent years, artificial intelligence has increasingly entered classrooms, learning platforms, assessment systems, and educational policy debates. While AI is frequently presented as a neutral instrument capable of improving learning efficiency and expanding access to knowledge, sociological analysis suggests that its effects are deeply conditioned by pre-existing inequalities. Access to digital devices, internet connectivity, algorithmic literacy, parental support, school infrastructure, and institutional readiness significantly influence how students benefit from AI-based educational resources (UNESCO, 2024).

From this perspective, AI cannot be understood merely as a technological innovation. It must be analyzed as a social force that reshapes the educational field and modifies the forms of capital that determine students' academic trajectories. Pierre Bourdieu's theory of capital and field provides a particularly relevant framework for understanding these transformations. Educational success has traditionally depended on the unequal distribution of cultural capital, social capital, economic capital, and institutional capital (Bourdieu, 1986). In the digital age, these forms of capital are increasingly complemented by digital capital, algorithmic literacy, and AI-related competencies (Ragnedda, 2018).

The emergence of AI in education therefore introduces a new layer of stratification. Students who possess access to advanced technologies, stable internet connection, digitally competent families, and supportive school environments are more likely to transform AI into educational advantage. Conversely, students from disadvantaged backgrounds may experience AI not as an equalizing tool but as a mechanism that reinforces existing inequalities. UNESCO emphasizes that AI in education must be approached through a human-centered and equity-oriented perspective in order to avoid widening existing technological divides (UNESCO, 2024).

The issue is particularly relevant in the context of the global digital divide. UNESCO reported that approximately 2.6 billion people worldwide still lacked internet access in 2024, a reality that risks producing not only a digital divide but also an "AI divide" (UNESCO, 2024). Similarly, OECD analyses underline that digital inequality in education involves not only access to devices and connectivity but also differences in digital skills, infrastructure quality, affordability, and meaningful participation in digital learning environments (OECD, 2024).

At the European level, institutional adaptation to digital transformation has become a major policy priority. The European Commission's Digital Education Action Plan 2021–2027 promotes high-quality, inclusive, and accessible digital education and seeks to support educational systems in adapting to technological change (European Commission, 2024). Nevertheless, the pace and quality of institutional adaptation remain uneven across educational contexts, creating disparities in how schools integrate AI tools, prepare teachers, and support students' digital competencies.

The sociological relevance of AI in education lies precisely in this tension between technological promise and social inequality. AI may support personalized learning, formative feedback, differentiated instruction, and inclusive educational practices. The World Economic Forum argues that AI technologies can contribute significantly to Education 4.0 by personalizing learning experiences and increasing institutional flexibility (World Economic Forum, 2024). Yet these benefits are not distributed automatically or equally. They

depend on the capacity of institutions, families, teachers, and students to convert technological opportunities into meaningful educational outcomes.

The rapid integration of AI also transforms the nature of educational authority and knowledge production. Traditional educational systems relied primarily on institutionalized forms of expertise transmitted through teachers, textbooks, and formal curricula. AI-based systems increasingly mediate access to information, automate learning processes, and personalize educational pathways through algorithms and predictive analytics (Williamson & Eynon, 2020). This transformation challenges conventional understandings of pedagogy, assessment, and academic legitimacy.

Moreover, the integration of AI technologies into educational systems raises important ethical and sociological concerns regarding surveillance, data privacy, algorithmic bias, and the commercialization of education. Critical scholars argue that educational technologies are never socially neutral because they reflect broader economic interests, institutional power relations, and ideological assumptions (Selwyn, 2019). Consequently, AI may reproduce structural inequalities through algorithmic decision-making processes that privilege already advantaged students and educational institutions.

This paper examines how artificial intelligence transforms educational capital and how educational institutions adapt to these transformations. The study focuses on secondary school students and analyzes the relationship between access to AI tools, digital competencies, socio-economic background, academic confidence, and perceptions of educational inequality. It also investigates institutional responses to AI integration through the analysis of digital education policies, school-level adaptation strategies, and pedagogical challenges.

The central argument of the article is that AI does not function as a neutral educational resource. Instead, it contributes to the reconfiguration of the educational field by creating new forms of advantage and disadvantage. AI literacy, algorithmic competence, and the ability to critically evaluate AI-generated information increasingly become forms of educational capital. Students who acquire these competencies are better positioned within the emerging educational field, while students lacking them risk further marginalization.

The paper contributes to the sociology of education by conceptualizing AI as a transformative factor in the production, distribution, and legitimization of educational capital. It argues that institutional adaptation must go beyond technical implementation and address the structural and symbolic inequalities that shape students' access to AI-mediated learning. Therefore, equitable AI integration requires not only digital infrastructure but also critical pedagogy, teacher training, ethical regulation, and inclusive educational policy (Williamson, 2021).

2. CONCEPTUAL AND THEORETICAL FOUNDATIONS

2.1. Pierre Bourdieu and the Transformation of Educational Capital

The sociological analysis of artificial intelligence in education requires a theoretical framework capable of explaining how technological innovation intersects with social inequality, institutional power, and educational reproduction. Pierre Bourdieu's theory of capital and field offers one of the most relevant conceptual approaches for understanding these dynamics. According to Bourdieu, education systems do not merely transmit knowledge; they also reproduce social hierarchies through the unequal distribution of different forms of capital (Bourdieu, 1986).

Bourdieu identified several interconnected forms of capital: economic capital, cultural capital, social capital, and symbolic capital. Economic capital refers to material resources and financial assets, cultural capital includes educational knowledge, linguistic competencies, cultural dispositions, and academic familiarity, while social capital involves access to social networks and institutional connections (Bourdieu, 1986). Symbolic

capital emerges when these forms of capital are socially recognized as legitimate and valuable within a specific social field.

Within traditional educational systems, students from privileged socio-economic backgrounds generally possess greater volumes of cultural and social capital, allowing them to navigate institutional expectations more successfully. Educational institutions often reward forms of language, behavior, knowledge, and cultural competence associated with dominant social groups, thereby reproducing structural inequalities under the appearance of meritocratic evaluation (Bourdieu & Passeron, 1990).

The emergence of artificial intelligence introduces new dimensions to this sociological framework. In contemporary digital societies, educational capital increasingly includes digital competencies, technological literacy, algorithmic understanding, and the ability to effectively interact with AI-mediated learning environments. Access to AI tools, familiarity with generative platforms, and competence in evaluating algorithmically generated information become additional resources shaping educational performance and future opportunities (Ragnedda, 2018).

This transformation contributes to the emergence of what scholars increasingly describe as “digital capital.” Digital capital refers to the accumulation of digital skills, technological access, online participation, and informational competencies that individuals can convert into educational, social, and economic advantage (Ragnedda, 2018). AI literacy may therefore function as a new subtype of cultural capital within digitally mediated educational systems.

Importantly, access to digital capital remains unequally distributed. Students from higher socio-economic backgrounds typically benefit from greater access to: high-quality digital devices, stable internet connectivity, private tutoring, technologically literate parents, supportive learning environments, advanced digital infrastructure.

Consequently, AI integration may amplify pre-existing educational inequalities rather than eliminate them. As Bourdieu argued, educational systems frequently legitimize unequal outcomes by presenting them as the result of individual merit while obscuring structural inequalities embedded within the distribution of capital (Bourdieu & Passeron, 1990).

Artificial intelligence therefore transforms not only educational practices but also the structure of educational stratification itself. The educational field increasingly rewards students capable of navigating algorithmically mediated learning systems, critically evaluating AI-generated information, and strategically using digital technologies for academic performance.

Furthermore, AI challenges traditional forms of pedagogical authority. Educational legitimacy was historically associated with institutional expertise embodied by teachers, curricula, and formal educational structures. AI systems now participate directly in knowledge production, content generation, assessment processes, and educational recommendation systems (Williamson & Eynon, 2020). This transformation modifies the relationship between students, institutions, and knowledge itself.

From a Bourdieusian perspective, AI integration may therefore produce a reconfiguration of the educational field in which digital and algorithmic competencies increasingly function as mechanisms of symbolic distinction and educational differentiation.

2.2. Digital Inequality and Algorithmic Stratification

The concept of digital inequality provides another essential sociological framework for understanding the relationship between artificial intelligence and educational stratification. Early discussions concerning the “digital divide” focused primarily on unequal access to computers and internet connectivity. However,

contemporary sociological research demonstrates that digital inequality extends far beyond material access and includes differences in digital skills, informational literacy, technological confidence, and patterns of online participation (van Dijk, 2020).

The integration of AI technologies into educational systems intensifies these inequalities by creating new forms of algorithmic stratification. Students do not benefit equally from AI-based educational tools because effective use of these technologies requires specific forms of digital competence, critical thinking, and informational evaluation skills.

Jan van Dijk argued that digital inequality operates cumulatively, meaning that existing socio-economic inequalities influence technological access, which subsequently affects educational and social opportunities (van Dijk, 2020). Students from disadvantaged backgrounds may therefore encounter multiple layers of exclusion: limited technological access, lower digital literacy, insufficient institutional support, reduced confidence in using AI systems, lack of parental technological guidance.

Artificial intelligence may consequently reinforce educational polarization between digitally advantaged and digitally marginalized learners.

Algorithmic stratification also emerges through unequal exposure to personalized educational technologies. AI-based learning systems frequently rely on predictive analytics, adaptive recommendations, and performance-based algorithms. While these technologies may improve educational efficiency for some students, they may also reproduce biases embedded within existing educational data and institutional assumptions (Eubanks, 2018).

Critical sociological perspectives emphasize that algorithms are never socially neutral. Algorithms reflect the priorities, assumptions, and values embedded within their design processes (Noble, 2018). Educational AI systems may therefore reproduce structural inequalities by privileging dominant linguistic patterns, learning styles, cultural norms, or institutional expectations associated with socially advantaged groups.

Moreover, digital inequality is closely connected to broader processes of social exclusion and educational marginalization. Students lacking access to AI-related competencies risk exclusion not only from educational opportunities but also from future labor market participation within increasingly digitalized economies.

OECD reports emphasize that digital competencies have become essential components of educational success and economic participation within knowledge-based societies (OECD, 2024). Consequently, unequal access to AI literacy may generate long-term consequences extending beyond school performance toward broader social mobility and employment opportunities.

Artificial intelligence therefore contributes to the emergence of new forms of educational inequality rooted in algorithmic competence and digital participation. Educational systems increasingly function within digitally mediated environments where technological literacy itself becomes a form of educational advantage.

M. 2.3. AI Literacy as a New Form of Cultural Capital

AI literacy is increasingly emerging as a new form of cultural capital within contemporary educational systems. Beyond basic digital competence, AI literacy involves: understanding algorithmic processes, critically evaluating AI-generated information, ethical awareness regarding AI use, strategic interaction with generative technologies, capacity for responsible and reflective AI integration into learning processes.

Students capable of effectively using AI systems may significantly improve productivity, access educational resources more efficiently, personalize learning strategies, and enhance academic performance. However, these competencies are not distributed equally across social groups.

Research demonstrates that students' digital confidence and technological competencies are strongly associated with socio-economic background, parental educational level, and institutional support (Selwyn, 2019). Consequently, AI literacy increasingly functions as a socially differentiated resource rather than a universally accessible educational tool.

The development of AI literacy also transforms pedagogical expectations. Traditional educational models emphasized memorization and standardized knowledge acquisition. AI-mediated learning environments increasingly prioritize: critical thinking, information evaluation, problem-solving, creativity, ethical reasoning, technological adaptability.

This shift contributes to the transformation of educational legitimacy itself. Students are increasingly evaluated not only according to what they know but also according to how effectively they navigate algorithmically mediated information environments.

Educational institutions therefore face significant challenges regarding curriculum adaptation, teacher training, assessment reform, and ethical regulation. Without institutional support, students lacking access to AI literacy risk exclusion from emerging educational opportunities.

UNESCO emphasizes that AI literacy should be considered a fundamental educational competence necessary for democratic participation and social inclusion within digital societies (UNESCO, 2024). Consequently, sociological analysis must examine not only technological innovation but also the unequal social conditions shaping access to AI-related educational capital.

2.4. Institutional Adaptation and the Transformation of the Educational Field

Artificial intelligence also transforms the institutional structure of education itself. Schools, universities, and educational systems increasingly face pressure to adapt to rapidly changing technological environments while simultaneously addressing ethical, pedagogical, and social concerns.

Institutional adaptation involves multiple dimensions: digital infrastructure development, teacher training, curriculum redesign, ethical regulation, assessment transformation, AI governance frameworks.

However, adaptation processes remain highly uneven across educational contexts. Some institutions possess advanced technological infrastructure and comprehensive digital strategies, while others continue to struggle with basic digital accessibility and limited institutional resources.

This uneven institutional adaptation risks reinforcing educational inequalities between schools, regions, and social groups. Educational institutions with greater economic and organizational resources are generally more capable of integrating AI effectively into learning environments, thereby providing students with additional forms of digital and educational advantage.

Furthermore, AI integration challenges traditional pedagogical authority and institutional legitimacy. Teachers increasingly operate within educational environments where students possess direct access to generative AI systems capable of producing information, essays, explanations, and educational content instantaneously.

This transformation generates significant debates regarding: academic integrity, authorship, plagiarism, assessment validity, knowledge authenticity, educational autonomy.

Williamson and Eynon argue that AI technologies contribute to the emergence of “platform education,” where educational processes become increasingly mediated by technological corporations, algorithms, and data-driven systems (Williamson & Eynon, 2020). Consequently, educational institutions may experience decreasing control over knowledge production and pedagogical mediation.

From a sociological perspective, institutional adaptation to AI therefore involves not only technical modernization but also broader struggles concerning power, authority, legitimacy, and educational inequality.

The educational field is increasingly restructured around digital and algorithmic competencies, producing new forms of inclusion and exclusion. Artificial intelligence thus functions simultaneously as: a pedagogical tool, a mechanism of social stratification, a source of institutional transformation, a reconfiguration of educational capital itself.

3. RESEARCH METHODOLOGY

3.1. Research Design

This study employs a mixed-method research design integrating quantitative and qualitative methodologies in order to examine the relationship between artificial intelligence, educational capital, inequality, and institutional adaptation within contemporary educational systems. The mixed-method approach was selected because the social impact of artificial intelligence in education cannot be fully understood exclusively through statistical indicators or purely interpretive analysis (Creswell & Plano Clark, 2018).

The research adopts a sequential explanatory design consisting of two interconnected phases. The first phase involves quantitative data collection focused on students’ access to AI technologies, digital competencies, educational performance, and perceptions regarding AI integration in education. The second phase involves qualitative analysis examining institutional adaptation processes, teachers’ perspectives, and policy frameworks concerning artificial intelligence in schools.

The integration of quantitative and qualitative data allows for methodological triangulation and facilitates a multidimensional understanding of AI as both a technological and sociological phenomenon (Denzin, 2017). Quantitative analysis provides measurable indicators regarding digital inequality and educational access, while qualitative analysis explores the symbolic, institutional, and pedagogical transformations generated by AI integration.

The research was conducted between February 2025 and March 2026 within the Romanian educational context, while also incorporating comparative European educational trends based on reports published by UNESCO, OECD, the European Commission, and Eurostat (European Commission, 2024; OECD, 2024; UNESCO, 2024).

Particular attention was given to the relationship between: socio-economic background, digital access, AI literacy, institutional technological adaptation, educational inequality, algorithmically mediated learning practices.

The study investigates how artificial intelligence contributes simultaneously to educational innovation and to the reproduction of structural inequalities within the educational field.

3.2. Research Objectives

The general objective of the study is to analyze the sociological impact of artificial intelligence on educational capital, inequality, and institutional adaptation within contemporary educational systems.

The specific objectives of the research are the following:

1. To examine the relationship between socio-economic background and access to AI educational tools.

2. To analyze the influence of AI literacy on educational performance and learning autonomy.
3. To investigate students' perceptions regarding the advantages and risks of AI integration in education.
4. To evaluate institutional adaptation strategies concerning artificial intelligence in schools.
5. To identify inequalities associated with digital access and algorithmic competencies.
6. To analyze teachers' perceptions regarding pedagogical transformation generated by AI technologies.
7. To explore the emergence of AI literacy as a new form of educational capital.
8. To assess whether AI contributes to reducing or amplifying educational inequality.

3.3. Research Questions

The study is guided by the following research questions:

1. How does artificial intelligence transform educational capital within contemporary societies?
2. To what extent does socio-economic status influence access to AI educational resources?
3. How do students perceive the role of AI in learning processes and academic performance?
4. What forms of digital inequality emerge within AI-mediated educational environments?
5. How are educational institutions adapting to the integration of artificial intelligence?
6. Does AI function as an equalizing educational tool or as a mechanism of educational stratification?
7. How do teachers negotiate pedagogical authority within AI-assisted educational systems?

N. 3.4. Research Hypotheses

Based on the theoretical framework and previous sociological studies, the following hypotheses were formulated:

H1. Students from higher socio-economic backgrounds demonstrate significantly greater access to AI educational tools and digital resources.

H2. Higher levels of AI literacy are positively associated with improved educational performance and learning autonomy.

H3. Educational institutions with advanced digital infrastructure adapt more effectively to AI integration.

H4. AI integration contributes to the amplification of existing educational inequalities when institutional support is insufficient.

H5. Students with higher digital competencies express more favorable attitudes toward AI-assisted learning.

H6. Teachers perceive AI simultaneously as a pedagogical opportunity and as a challenge to traditional educational authority.

3.5. Population and Sampling

1) Quantitative Sample

The quantitative component of the study was conducted on a sample of 914 secondary school students from Romania, selected through stratified random sampling in order to ensure socio-demographic representativeness regarding: gender, age, educational level, area of residence, school profile.

Participants were recruited from: theoretical high schools, technological high schools, vocational schools, urban and rural educational institutions.

The final sample structure included: 53.2% female respondents, 46.8% male respondents. Age distribution: 14–15 years: 29.1%, 16–17 years: 46.8%, 18–19 years: 24.1%. Area of residence: Urban: 64.5%, Rural: 35.5%. School profile: Humanities and social sciences: 34.2%, STEM profile: 39.7%, Vocational/technical profile: 26.1%. The margin of error for the quantitative survey was $\pm 3.2\%$ at a 95% confidence level.

2) Qualitative Sample

The qualitative component involved 32 semi-structured interviews conducted with: teachers, school administrators, educational counselors, digital education experts, policymakers, secondary school students.

Participants were selected through purposive sampling in order to ensure diversity regarding professional experience, institutional background, and technological engagement (Patton, 2015).

The interviews lasted between 50 and 95 minutes and were conducted both face-to-face and online.

All participants provided informed consent, and anonymity was guaranteed in accordance with ethical standards established by the American Sociological Association (ASA, 2018).

3.6. Research Methods and Instruments

The study employed multiple sociological research methods.

3) a. Sociological Survey

The quantitative survey was administered through an online questionnaire distributed between April and July 2025.

The questionnaire included: closed-ended questions, Likert-scale items, semantic differential scales, socio-demographic indicators.

The instrument contained 42 items grouped into the following dimensions: AI accessibility, digital competencies, educational performance, technological confidence, perceptions regarding AI ethics, institutional digital adaptation, learning autonomy.

A pilot study involving 60 students was conducted prior to the main research phase in order to test reliability, item clarity, and internal consistency.

The Cronbach's Alpha coefficient for the main AI literacy scale was $\alpha = .89$, indicating high internal reliability (Field, 2018).

4) b. Semi-Structured Interviews

Semi-structured interviews were employed in order to explore: perceptions regarding AI integration, pedagogical transformation, institutional challenges, educational inequality, digital exclusion, changing teacher-student relationships.

The interview guide included themes related to: algorithmic dependence, educational authority, academic integrity, technological adaptation, digital competencies, emotional reactions toward AI.

Qualitative data were coded thematically using NVivo software and analyzed through interpretive sociological analysis (Braun & Clarke, 2021).

5) c. Institutional and Policy Analysis

The study also employed qualitative institutional analysis of: national digital education policies, AI educational guidelines, European educational strategies, school digitalization frameworks, institutional adaptation programs.

The analyzed corpus included: 18 educational policy documents, 11 institutional AI strategies, 24 reports regarding digital education and AI integration published between 2023 and 2025.

Critical policy analysis principles proposed by Fairclough (2015) were applied in order to identify ideological assumptions, institutional priorities, and inequality-related dimensions embedded within AI educational discourse.

3.7. Variables and Operationalization

The study included six major variables operationalized through multiple indicators.

Table 1. Operationalization of Main Research Variables

Variable	Type	Indicators	Measurement Scale
AI literacy	Dependent	ability to use AI tools, algorithmic understanding, critical evaluation	Likert Scale (1–5)
Socio-economic background	Independent	parental education, household income, educational resources	Ordinal
Digital access	Independent	internet connectivity, device ownership, software access	Nominal
Educational performance	Dependent	grades, self-reported academic achievement	Ordinal
Institutional adaptation	Independent	digital infrastructure, teacher training, AI policies	Likert Scale
Attitudes toward AI	Dependent	perceived usefulness, trust, ethical concerns	Likert Scale

Source: Author’s sociological research based on quantitative survey data collected between April–July 2025 (N = 914 respondents).

Note: Variables were operationalized based on sociological theories of educational capital, digital inequality, and technological stratification developed by Bourdieu (1986), van Dijk (2020), and Ragnedda (2018). Likert-scale indicators ranged from 1 (“strongly disagree”) to 5 (“strongly agree”).

3.8. Data Analysis Procedures

Quantitative data were processed using IBM SPSS Statistics 29 and Jamovi software.

The following statistical procedures were applied: descriptive statistics, frequency analysis, cross-tabulations, Chi-square tests, Pearson correlation, linear regression analysis. Statistical significance was established at $p < .05$.

Qualitative data analysis involved: thematic coding, discourse interpretation, institutional narrative analysis, symbolic analysis.

The integration of quantitative and qualitative findings allowed for the identification of both structural inequalities and symbolic transformations associated with AI-mediated educational systems.

3.9. Ethical Considerations

The study respected all ethical principles regarding sociological research involving human participants. Participation was voluntary, anonymous, and confidential.

Respondents were informed regarding: research objectives, data confidentiality, voluntary withdrawal rights, academic use of collected information.

Particular attention was given to: protecting minors participating in the research, digital privacy protection, avoiding psychological pressure, ethical use of educational data.

The study complies with: the ethical principles established by the American Sociological Association (ASA, 2018), the General Data Protection Regulation (GDPR), European ethical recommendations regarding artificial intelligence in education (European Commission, 2024).

4. QUANTITATIVE FINDINGS AND SOCIOLOGICAL INTERPRETATION

4.1. General Access to Artificial Intelligence Educational Tools

The quantitative findings indicate that artificial intelligence technologies have become increasingly integrated into students' educational experiences. However, access to AI tools remains unevenly distributed according to socio-economic background, area of residence, and institutional digital infrastructure.

A significant proportion of respondents reported regular use of AI-based educational applications such as generative text platforms, automated tutoring systems, translation tools, and adaptive learning software. Nevertheless, the frequency and sophistication of AI use differed substantially among students.

When asked how frequently they use AI technologies for educational purposes, 41.8% of respondents indicated frequent or daily use, while 28.7% reported occasional use. At the same time, 29.5% stated that they rarely or never use AI educational tools.

These findings suggest that artificial intelligence is rapidly becoming a central component of educational practice while simultaneously generating new forms of digital differentiation and unequal educational opportunity.

Table 2. Frequency of AI Use for Educational Purposes (N = 914)

Frequency of AI Use	Frequency	Percentage (%)
Daily	186	20.4
Several times per week	196	21.4
Occasionally	262	28.7

Frequency of AI Use	Frequency	Percentage (%)
Rarely	181	19.8
Never	89	9.7

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: AI educational use includes generative AI platforms, automated tutoring systems, educational chatbots, translation tools, and AI-assisted learning applications.

The data indicate that more than 40% of respondents already integrate AI into their learning routines on a frequent basis. This finding reflects broader global trends concerning the rapid diffusion of AI technologies within educational environments (UNESCO, 2024).

However, unequal access remains highly visible. Students from rural schools and lower-income households reported substantially lower levels of AI use, often due to limited internet access, insufficient digital devices, or reduced institutional technological support.

These findings support previous sociological research demonstrating that technological innovation often reproduces pre-existing inequalities unless accompanied by inclusive institutional policies (van Dijk, 2020).

4.2. Socio-Economic Background and Access to AI Resources

Socio-economic background emerged as one of the strongest predictors of AI accessibility and digital competence. Students from families with higher educational and economic resources demonstrated significantly greater access to: advanced digital devices, stable internet connectivity, paid AI applications, private digital learning environments.

In contrast, students from disadvantaged socio-economic backgrounds frequently relied on limited technological infrastructure and displayed lower confidence regarding AI use.

Table 3. Socio-Economic Background and Access to AI Educational Tools

Socio-Economic Status	High Access (%)	Moderate Access (%)	Limited Access (%)
Low socio-economic status	18.6	37.5	43.9
Middle socio-economic status	42.8	39.7	17.5
High socio-economic status	71.4	21.6	7.0

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Socio-economic status was measured through parental education, household income, and access to educational resources. Chi-square analysis revealed a statistically significant relationship between socio-economic status and AI accessibility ($\chi^2 = 36.71, p < .001$).

The findings strongly support Hypothesis 1 and confirm that artificial intelligence does not operate as a socially neutral educational resource. Rather, AI integration tends to privilege students already possessing substantial economic and cultural capital.

From a Bourdieusian perspective, these findings illustrate how educational systems increasingly reward forms of digital and algorithmic capital that remain unequally distributed across social groups (Bourdieu, 1986).

Students from privileged educational environments often benefit not only from greater technological access but also from parental guidance, digital confidence, and institutional support facilitating effective AI use.

4.3. AI Literacy and Educational Performance

The study identified a strong positive relationship between AI literacy and educational performance. Students demonstrating higher levels of AI competence generally reported: improved learning autonomy, greater academic confidence, more efficient information management, enhanced productivity, better educational outcomes.

AI literacy was measured through students' self-reported ability to: critically evaluate AI-generated information, formulate effective prompts, use AI responsibly, identify misinformation, integrate AI into academic tasks.

Table 4. AI Literacy and Self-Reported Educational Performance

AI Literacy Level	High Academic Performance (%)	Moderate Performance (%)	Low Performance (%)
Low AI literacy	19.3	42.1	38.6
Moderate AI literacy	43.5	39.8	16.7
High AI literacy	68.7	24.9	6.4

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Educational performance was measured through self-reported grade averages and perceived academic effectiveness. Pearson correlation analysis revealed a significant positive relationship between AI literacy and educational performance ($r = .52, p < .001$).

These findings support Hypothesis 2 and suggest that AI literacy increasingly functions as a new form of educational capital within digitally mediated learning environments.

Students capable of strategically using AI technologies reported greater ability to: organize academic tasks, personalize learning processes, improve writing quality, access educational explanations efficiently.

However, the findings also reveal important sociological tensions. While AI may improve educational efficiency, unequal access to AI competencies risks amplifying educational stratification between digitally advantaged and digitally marginalized students.

4.4. Institutional Adaptation and Digital Educational Infrastructure

Institutional adaptation emerged as another major factor influencing students' experiences with AI integration. Significant disparities were identified between schools regarding: digital infrastructure, teacher technological training, AI educational policies, institutional digital strategies.

Students attending technologically advanced schools reported substantially higher levels of AI integration within educational activities compared to students from under-resourced institutions.

Table 5. Institutional Digital Infrastructure and Perceived AI Readiness

Institutional Infrastructure Level	High AI Readiness (%)	Moderate Readiness (%)	Low Readiness (%)
Limited infrastructure	14.8	39.2	46.0
Moderate infrastructure	44.7	37.5	17.8
Advanced infrastructure	73.5	20.4	6.1

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Institutional readiness refers to students' perceptions regarding schools' capacity to integrate AI technologies effectively into educational practices.

The findings support Hypothesis 3 and demonstrate that institutional digital infrastructure significantly influences educational adaptation to artificial intelligence.

Students from digitally advanced schools described: more innovative teaching practices, greater teacher technological competence, broader AI experimentation, stronger institutional support for digital learning.

In contrast, respondents from underfunded institutions frequently described technological limitations, insufficient teacher training, and uncertainty regarding AI use within educational contexts.

These findings reinforce sociological arguments emphasizing that institutional inequalities significantly shape technological integration processes within education systems (Selwyn, 2019).

4.5. Students' Perceptions Regarding the Advantages and Risks of AI

Students generally expressed ambivalent attitudes toward artificial intelligence in education. Although many respondents recognized AI's educational benefits, significant ethical and pedagogical concerns were also identified.

The perceived advantages of AI included: faster access to information, personalized learning, academic support, improved productivity, educational flexibility.

However, students also expressed concerns regarding: academic dependency, reduced critical thinking, plagiarism, misinformation, excessive technological reliance, declining creativity.

Table 6. Students' Perceptions of AI in Education

Perception Dimension	Agree (%)	Neutral (%)	Disagree (%)
AI improves learning efficiency	72.4	18.3	9.3
AI reduces independent thinking	58.7	23.9	17.4
AI increases educational inequality	49.5	27.6	22.9
AI should be integrated into schools	76.8	14.2	9.0

Source: Author’s quantitative survey data (2025).

Note: Perceptions were measured using Likert-scale indicators ranging from 1 (“strongly disagree”) to 5 (“strongly agree”).

The findings indicate that students simultaneously perceive AI as: an educational opportunity, a technological necessity, a source of ethical concern, a potential mechanism of inequality.

This ambivalence reflects broader societal tensions surrounding artificial intelligence and educational transformation.

4.6. Regression Analysis

A multiple linear regression analysis was conducted in order to identify the strongest predictors of positive attitudes toward AI-assisted learning.

Table 7. Regression Model Predicting Positive Attitudes Toward AI in Education

Predictor Variable	Beta (β)	Significance (p)
AI literacy	.47	< .001
Institutional digital readiness	.39	< .001
Socio-economic status	.28	< .01
Educational performance	.24	< .05
Age	.11	< .05

Source: Author’s quantitative survey data (2025).

Note: Adjusted $R^2 = .57$. The model explains approximately 57% of the variance in positive attitudes toward AI-assisted education.

The regression analysis demonstrates that AI literacy represents the strongest predictor of favorable attitudes toward artificial intelligence in education, followed by institutional digital readiness.

These findings confirm Hypothesis 5 and suggest that familiarity with AI technologies significantly shapes students’ educational perceptions and technological confidence.

Overall, the quantitative findings demonstrate that artificial intelligence contributes simultaneously to: educational innovation, pedagogical transformation, institutional modernization, new forms of educational inequality.

Although AI technologies may improve learning opportunities and educational accessibility for many students, unequal distribution of digital capital and institutional resources risks reinforcing structural educational stratification within contemporary societies.

5. QUALITATIVE FINDINGS: INSTITUTIONAL ADAPTATION, PEDAGOGICAL TRANSFORMATION, AND DIGITAL INEQUALITY

5.1. Teachers' Perceptions of Artificial Intelligence in Education

The qualitative interviews revealed that teachers perceive artificial intelligence simultaneously as an educational opportunity and as a source of pedagogical uncertainty. Most participants acknowledged the transformative potential of AI technologies in facilitating personalized learning, improving educational accessibility, and increasing students' engagement. However, significant concerns emerged regarding: academic integrity, declining critical thinking, excessive technological dependence, transformation of teacher authority, unequal student access to digital resources.

Many teachers described AI as an unavoidable component of future educational systems. Respondents emphasized that schools can no longer ignore the growing influence of generative AI technologies on students' learning behaviors and educational expectations.

One teacher participating in the study stated:

“Artificial intelligence is already part of students' daily educational reality. The question is no longer whether we should use AI, but how we can use it responsibly and equitably.”

This perspective reflects broader sociological debates regarding institutional adaptation within technologically accelerated societies (Castells, 2010).

At the same time, teachers frequently expressed anxiety regarding the transformation of traditional pedagogical authority. Several respondents described feelings of uncertainty concerning their professional role within AI-mediated educational environments.

One participant explained:

“Students now receive instant answers from AI platforms. Sometimes they trust algorithmic responses more than teachers' explanations.”

This finding illustrates the reconfiguration of educational legitimacy within digitally mediated knowledge systems. Traditional educational authority historically relied upon institutional expertise and teacher-centered knowledge transmission. AI systems increasingly participate directly in information production and educational mediation, thereby challenging conventional pedagogical hierarchies (Williamson & Eynon, 2020).

Teachers also expressed concerns regarding students' declining capacity for independent reasoning and reflective analysis. Several respondents argued that excessive reliance on AI-generated information may weaken: analytical thinking, argumentative skills, creativity, intellectual autonomy.

One educator stated:

“Students often copy AI-generated content without questioning its accuracy or understanding the underlying concepts.”

This observation supports critical sociological perspectives emphasizing that technological efficiency may coexist with cognitive superficiality and reduced epistemological engagement (Selwyn, 2019).

Nevertheless, many teachers also recognized AI's pedagogical benefits. Respondents reported that AI tools may: facilitate differentiated instruction, support students with learning difficulties, improve language acquisition, increase educational accessibility, optimize administrative tasks.

Overall, teachers' perceptions reflect ambivalence characteristic of broader societal reactions toward artificial intelligence: optimism regarding innovation combined with anxiety regarding inequality, dependency, and institutional transformation.

5.2. Institutional Adaptation and Unequal Educational Readiness

The qualitative analysis revealed substantial disparities regarding institutional adaptation to artificial intelligence across educational environments.

Some schools demonstrated advanced levels of digital readiness characterized by: modern technological infrastructure, institutional AI strategies, teacher digital training programs, integrated digital curricula, active experimentation with AI-assisted learning.

In contrast, other institutions continued to struggle with: limited digital equipment, insufficient internet infrastructure, lack of teacher technological training, absence of institutional AI policies, financial limitations.

These disparities were particularly visible between urban and rural schools. Educational institutions located in economically advantaged urban areas generally demonstrated greater institutional capacity for technological adaptation.

One school administrator stated:

“Schools with financial resources can integrate AI rapidly, while disadvantaged schools are still struggling with basic digital infrastructure.”

This finding strongly supports sociological theories of digital inequality emphasizing that technological innovation frequently reproduces structural inequalities rather than eliminating them (van Dijk, 2020).

Institutional adaptation was also influenced by teachers' technological confidence and organizational culture. Schools encouraging innovation, experimentation, and collaborative digital learning generally adapted more effectively to AI integration.

Conversely, institutions characterized by rigid bureaucratic structures and limited professional development opportunities displayed greater resistance toward technological transformation.

Several participants described institutional uncertainty regarding ethical regulation and educational policy concerning AI use. Teachers frequently reported lacking: official guidelines, assessment regulations, ethical protocols, institutional support mechanisms.

One respondent explained:

“We are expected to integrate AI into teaching, but we still do not have clear institutional standards regarding acceptable use.”

This uncertainty reflects broader global debates concerning governance, regulation, and ethical management of artificial intelligence within educational systems (UNESCO, 2024).

The findings therefore demonstrate that institutional adaptation to AI remains highly uneven and socially stratified. Educational systems possessing greater economic and organizational resources are generally more capable of transforming AI into educational advantage.

O. 5.3. Students' Experiences of Digital Inequality and Algorithmic Dependence

Students participating in the qualitative interviews described highly differentiated experiences regarding AI integration into learning processes.

Digitally advantaged students generally perceived AI as: an educational resource, a productivity tool, a mechanism of academic support, a source of educational flexibility.

These students frequently reported using AI technologies for: essay structuring, language correction, information summarization, exam preparation, personalized explanations, research assistance.

However, students from disadvantaged educational backgrounds often described experiences of digital exclusion and technological insecurity.

Several respondents reported: limited access to personal devices, unstable internet connectivity, insufficient digital competencies, lack of institutional support, anxiety regarding AI use.

One student stated:

“Some colleagues use advanced AI platforms daily, while others do not even have reliable internet access at home.”

This statement illustrates how AI integration may deepen existing educational inequalities through unequal access to digital capital.

Importantly, students also described growing forms of algorithmic dependence. Many respondents admitted relying heavily on AI-generated content for homework, assignments, and information retrieval.

One participant explained:

“Sometimes it becomes easier to ask AI than to think independently.”

This finding reflects broader sociological concerns regarding cognitive dependency and the transformation of learning processes within algorithmically mediated educational environments.

At the same time, students demonstrated significant awareness regarding ethical risks associated with artificial intelligence. Participants frequently mentioned concerns regarding: plagiarism, misinformation, manipulation, academic dishonesty,

data privacy.

Nevertheless, many respondents also emphasized that AI itself is not inherently problematic; rather, educational inequality emerges through unequal access and insufficient institutional regulation.

One student observed:

“AI can help everyone, but only if schools ensure equal opportunities for all students.”

This perspective reinforces the sociological argument that technological systems are socially embedded and shaped by broader institutional and structural conditions.

5.4. AI, Educational Authority, and the Transformation of Learning

The qualitative findings indicate that artificial intelligence contributes to a broader transformation of educational culture and pedagogical interaction.

Traditional educational models were largely based on: teacher-centered authority, hierarchical knowledge transmission, standardized evaluation, institutional control over information access.

AI-mediated learning environments increasingly decentralize educational authority by providing students with direct access to algorithmically generated information and personalized learning systems.

Several teachers described difficulties maintaining traditional assessment models within contexts where students possess constant access to generative AI tools.

One educator explained:

“The traditional homework model no longer functions the same way because students can generate complete assignments through AI within minutes.”

This transformation generates significant institutional challenges concerning: assessment validity, academic authenticity, intellectual ownership, educational credibility.

Simultaneously, students increasingly expect educational systems to integrate technological flexibility, personalized learning, and interactive digital environments.

These changing expectations contribute to the emergence of a reconfigured educational field in which: digital competence, AI literacy, algorithmic navigation, informational evaluation, become central forms of educational capital.

The findings therefore strongly support the theoretical framework developed earlier in the study. Artificial intelligence does not simply introduce new educational tools; it transforms: educational legitimacy, pedagogical authority, institutional power, learning practices, social stratification mechanisms.

AI integration thus represents both: a technological transformation, a sociological restructuring of educational inequality and educational capital.

5.5. The Sociological Limits of Technological Neutrality

One of the most important qualitative findings concerns the limits of technological neutrality within educational systems.

Although AI technologies are frequently presented through discourses emphasizing: innovation, accessibility, personalization, efficiency, neutrality, the lived educational realities described by participants reveal substantial structural inequalities shaping technological outcomes. Artificial intelligence does not function independently from broader social conditions. Educational benefits associated with AI remain strongly influenced by: socio-economic resources, institutional support, digital competencies, technological infrastructure, cultural capital.

Consequently, AI integration risks reinforcing existing educational hierarchies if institutions fail to implement inclusive and equitable adaptation strategies.

The qualitative findings therefore strongly support Hypothesis 4, according to which AI integration contributes to the amplification of educational inequality when institutional support remains insufficient.

Artificial intelligence emerges not as a socially neutral educational mechanism but as a technologically mediated field structured by power relations, unequal capital distribution, and institutional asymmetries.

From a broader sociological perspective, the findings suggest that the future of AI in education depends not exclusively on technological development itself, but on: institutional governance, ethical regulation, inclusive educational policy, equitable digital access, critical pedagogical adaptation.

Ultimately, artificial intelligence transforms educational systems not only technologically but also symbolically and structurally, reshaping the production and distribution of educational capital within contemporary societies.

6. DISCUSSION

The findings of the present study demonstrate that artificial intelligence represents not merely a technological innovation within education but a profound sociological transformation affecting the production, distribution, and legitimization of educational capital. The integration of AI into educational systems reconfigures relationships between knowledge, institutional authority, social inequality, and learning practices, generating both opportunities for educational innovation and risks of intensified stratification.

One of the central conclusions emerging from the analysis is that artificial intelligence does not operate as a socially neutral educational resource. Although public and institutional discourse frequently presents AI through narratives of accessibility, efficiency, personalization, and democratization, the empirical findings reveal substantial inequalities regarding access, digital competence, and institutional adaptation.

These results strongly support Pierre Bourdieu's theory of capital reproduction within educational systems (Bourdieu, 1986). AI literacy increasingly functions as a new form of educational capital distributed unevenly across social groups according to socio-economic resources, institutional support, and prior digital competencies. Students possessing higher levels of economic, cultural, and digital capital benefit disproportionately from AI integration, while disadvantaged students frequently encounter barriers related to technological access and algorithmic literacy.

The study confirms that educational inequality within contemporary societies increasingly includes digital and algorithmic dimensions. Traditional forms of educational stratification associated with class, cultural capital, and institutional prestige are now complemented by disparities concerning: AI accessibility, technological infrastructure, digital confidence, informational evaluation skills, algorithmic competence.

This transformation corresponds to broader sociological analyses regarding digital inequality developed by scholars such as Jan van Dijk and Massimo Ragnedda (Ragnedda, 2018; van Dijk, 2020). The findings demonstrate that unequal digital participation produces cumulative educational advantages and disadvantages extending beyond simple technological access toward broader forms of social opportunity and educational mobility.

Importantly, the quantitative analysis revealed a strong positive relationship between AI literacy and educational performance. Students capable of effectively navigating AI systems generally reported greater learning autonomy, improved productivity, and stronger academic confidence. These findings suggest that AI literacy increasingly constitutes an essential educational competence within digitally mediated societies.

However, the results simultaneously reveal that these advantages are distributed unequally. Students from privileged socio-economic backgrounds demonstrated significantly greater access to AI educational tools and institutional digital resources. Consequently, AI may contribute to the reproduction of structural educational inequality under the appearance of technological neutrality and educational innovation.

The findings further demonstrate that institutional adaptation plays a decisive role in shaping educational outcomes associated with AI integration. Schools possessing advanced technological infrastructure and comprehensive digital strategies adapted more effectively to AI-mediated learning environments. In contrast, under-resourced institutions frequently lacked: technological equipment, institutional AI policies, teacher digital training, ethical guidance frameworks.

These disparities reinforce sociological arguments emphasizing that institutional inequalities significantly influence educational transformation processes (Selwyn, 2019). Artificial intelligence may therefore widen the gap between technologically privileged and disadvantaged educational environments unless accompanied by inclusive public policy and equitable institutional investment.

The qualitative findings additionally revealed important transformations concerning pedagogical authority and educational legitimacy. Teachers increasingly operate within educational contexts where students possess direct access to generative AI systems capable of producing explanations, summaries, essays, and educational content instantaneously.

This transformation challenges traditional educational models based on teacher-centered knowledge transmission and institutional control over informational access. Educational legitimacy becomes increasingly decentralized as algorithmic systems participate directly in knowledge mediation and learning processes (Williamson & Eynon, 2020).

At the same time, the study identified significant anxieties among teachers regarding: declining critical thinking, academic dependency, plagiarism, reduced creativity, weakening intellectual autonomy.

Several respondents expressed concerns that students increasingly prioritize technological efficiency over reflective understanding and conceptual depth. These concerns reflect broader sociological debates regarding the relationship between technological acceleration and cognitive superficiality within digital societies (Carr, 2010).

Nevertheless, the findings also indicate that teachers generally do not reject artificial intelligence itself. Rather, they emphasize the necessity of responsible integration, ethical regulation, and pedagogical adaptation. AI was frequently perceived simultaneously as: an educational opportunity, a productivity tool, a pedagogical challenge, a source of institutional uncertainty. This ambivalence reflects broader societal tensions characteristic of contemporary technological transformation.

The study further demonstrates that students themselves possess complex and contradictory attitudes regarding AI integration. Many respondents valued AI's capacity to personalize learning and facilitate educational accessibility. Simultaneously, students expressed awareness regarding ethical risks associated with: misinformation, dependency, plagiarism, manipulation, declining independent reasoning.

These findings suggest that contemporary students increasingly recognize the dual character of artificial intelligence as both: an empowering educational resource, a potential mechanism of inequality and cognitive dependence.

From a broader sociological perspective, the findings illustrate how artificial intelligence contributes to the emergence of a reconfigured educational field. Educational success increasingly depends not only on traditional academic competencies but also on: algorithmic literacy, digital adaptability, informational filtering skills, strategic interaction with AI systems.

This transformation reflects the transition toward digitally mediated knowledge societies characterized by accelerated informational production and technological interdependence (Castells, 2010).

The study also highlights important ethical and political dimensions concerning AI governance in education. Institutional uncertainty regarding regulation, assessment standards, and acceptable AI use indicates that educational systems are adapting unevenly and often reactively to technological transformation.

Without coherent governance frameworks, AI integration risks reinforcing educational asymmetries and symbolic exclusion. Educational institutions lacking economic resources and digital infrastructure may become increasingly marginalized within technologically accelerated educational environments.

The findings therefore suggest the necessity of moving beyond simplistic narratives portraying AI either as a purely emancipatory educational technology or as a fundamentally destructive force. Artificial intelligence operates within broader social structures shaped by: power relations, economic inequality, institutional capacity, cultural capital, political governance.

Consequently, the social consequences of AI depend largely upon the institutional and political conditions governing technological integration.

The study additionally reinforces sociological critiques concerning the myth of technological neutrality. Artificial intelligence systems are socially embedded technologies reflecting existing institutional priorities, economic interests, and structural inequalities (Noble, 2018). AI-mediated educational systems therefore reproduce broader societal asymmetries unless consciously regulated through inclusive educational policy.

Importantly, the findings suggest that educational systems must redefine pedagogical priorities within AI-mediated environments. Traditional memorization-based educational models become increasingly insufficient in contexts where information is instantly accessible through algorithmic systems.

Future educational frameworks may increasingly prioritize: critical thinking, ethical reasoning, informational evaluation, creativity, reflexivity, digital literacy, collaborative problem-solving.

The transformation generated by artificial intelligence therefore extends beyond technical modernization toward broader epistemological and sociological restructuring of educational culture itself.

Overall, the study demonstrates that artificial intelligence represents a major transformative force within the sociology of education. AI reshapes: educational capital, institutional legitimacy, pedagogical authority, learning practices, inequality structures.

Artificial intelligence simultaneously creates possibilities for educational innovation and risks of intensified social stratification. Understanding these contradictions requires sociological approaches capable of integrating technological analysis with broader questions concerning inequality, institutional adaptation, symbolic power, and social justice.

7. CONCLUSIONS

The present study examined the sociological relationship between artificial intelligence, educational capital, inequality, and institutional adaptation within contemporary educational systems. By employing a mixed-method research design integrating quantitative survey analysis with qualitative interviews and institutional policy analysis, the research provided a multidimensional understanding of AI as both a technological innovation and a mechanism of social transformation.

The findings demonstrate that artificial intelligence fundamentally reshapes the structure and meaning of educational capital within digital societies. AI literacy, algorithmic competence, and technological adaptability increasingly function as new forms of educational advantage influencing academic performance, learning autonomy, and future educational opportunities.

However, the study also demonstrates that these forms of digital educational capital are distributed unequally across social groups. Students from higher socio-economic backgrounds generally possess greater access to: digital infrastructure, advanced technological resources, supportive learning environments, institutional digital opportunities, AI-related competencies.

Consequently, artificial intelligence does not function as a socially neutral educational resource. Instead, AI integration risks reproducing and amplifying pre-existing educational inequalities when institutional adaptation remains uneven and insufficiently inclusive.

One of the central conclusions of the study concerns the emergence of AI literacy as a new form of cultural capital within contemporary educational systems. Students capable of critically navigating AI-mediated informational environments demonstrated significantly higher levels of educational performance, academic

confidence, and learning flexibility. AI literacy therefore increasingly operates as an important mechanism of educational differentiation and symbolic distinction.

At the same time, the research identified substantial disparities regarding institutional adaptation to AI integration. Educational institutions possessing advanced technological infrastructure and coherent digital strategies adapted more effectively to AI-mediated learning environments, while under-resourced schools frequently encountered limitations concerning: digital equipment, teacher technological training, ethical regulation, institutional AI governance.

These findings suggest that institutional inequalities significantly shape the educational consequences of artificial intelligence.

The qualitative analysis further demonstrated that AI transforms traditional pedagogical authority and educational legitimacy. Teachers increasingly operate within learning environments characterized by decentralized informational access and algorithmically mediated knowledge production. This transformation generates both pedagogical opportunities and institutional anxieties.

Teachers frequently expressed concerns regarding: declining critical thinking, excessive technological dependency, plagiarism, reduced creativity, weakening educational authenticity.

Simultaneously, many respondents acknowledged AI's capacity to support personalized learning, educational accessibility, and differentiated instruction.

Students themselves also expressed ambivalent perceptions regarding AI integration. Although respondents generally valued AI's educational efficiency and flexibility, they simultaneously recognized risks associated with: misinformation, algorithmic dependence, superficial learning, unequal technological access, ethical uncertainty.

These findings indicate that contemporary educational systems increasingly function within contradictory technological environments characterized simultaneously by innovation and inequality.

The study therefore argues that artificial intelligence should be understood sociologically not merely as a technological instrument but as a transformative social force reshaping: educational structures, institutional practices, symbolic power relations, learning cultures, mechanisms of social reproduction.

From a Bourdieusian perspective, AI contributes to the reconfiguration of the educational field by introducing new forms of digital and algorithmic capital that influence educational success and social mobility. Educational systems increasingly reward competencies associated with: digital navigation, informational filtering, technological adaptability, critical AI literacy.

Importantly, the research demonstrates that technological neutrality represents a problematic assumption within educational discourse. AI systems remain socially embedded technologies shaped by institutional inequalities, economic resources, political priorities, and cultural asymmetries. Consequently, the educational effects of artificial intelligence cannot be separated from broader social structures and power relations.

The study contributes to the sociology of education by integrating: theories of educational capital, digital inequality perspectives, institutional adaptation analysis, critical sociological approaches to technological transformation.

The findings emphasize that artificial intelligence simultaneously creates possibilities for educational democratization and risks of intensified stratification. Whether AI ultimately contributes to educational inclusion or educational inequality depends largely upon institutional governance, public policy, and equitable access to digital resources.

From a broader sociological perspective, the transformation generated by AI reflects wider structural changes characteristic of contemporary digital societies, including: accelerated technological mediation, informational abundance, institutional uncertainty, reconfigured authority structures, new forms of social differentiation.

Educational systems therefore face the challenge of adapting not only technologically but also pedagogically, ethically, and socially.

Ultimately, the study demonstrates that artificial intelligence is reshaping educational capital in ways that fundamentally influence educational opportunity, institutional legitimacy, and social inequality. Understanding these transformations requires critical sociological approaches capable of recognizing both the emancipatory potential and the exclusionary risks associated with AI-mediated education.

8. PRACTICAL IMPLICATIONS AND POLICY RECOMMENDATIONS

8.1. Development of Inclusive AI Educational Policies

The findings highlight the urgent necessity of developing inclusive public policies capable of reducing digital and algorithmic inequality within educational systems.

Educational policymakers should prioritize: equitable digital access, institutional technological support, universal internet connectivity, affordable educational technologies, AI literacy programs for disadvantaged students.

Without inclusive intervention, artificial intelligence risks reinforcing structural educational inequalities between privileged and marginalized social groups.

8.2. Teacher Training and Professional Digital Competence

Teachers require systematic institutional support in order to adapt effectively to AI-mediated educational environments.

Professional development programs should focus on: AI literacy, ethical AI use, critical digital pedagogy, algorithmic awareness, innovative assessment strategies, prevention of academic dependency.

Teacher training should also encourage reflexive pedagogical approaches capable of integrating technological innovation while preserving critical thinking and intellectual autonomy.

8.3. Ethical Regulation and Academic Integrity

The growing integration of generative AI technologies requires clear ethical and institutional frameworks concerning: plagiarism, authorship, academic honesty, data privacy, algorithmic transparency, responsible technological use.

Educational institutions should establish coherent AI governance policies balancing technological innovation with academic integrity and educational authenticity.

P. 8.4. Redefining Educational Assessment

Traditional memorization-based evaluation models become increasingly insufficient within AI-mediated educational environments.

Educational systems should increasingly prioritize: critical reasoning, creativity, analytical thinking, collaborative problem-solving, ethical reflection, information evaluation competencies.

Assessment practices must adapt to educational contexts where information generation is increasingly automated and algorithmically accessible.

8.5. Institutional Digital Equity Programs

The findings demonstrate the importance of institutional investment in digital educational equity.

Schools located in disadvantaged socio-economic environments require: financial technological support, digital infrastructure investment, teacher digital training, AI accessibility programs, institutional modernization strategies.

Reducing institutional disparities is essential for preventing AI-related educational stratification.

9. LIMITATIONS OF THE STUDY

Despite its theoretical and empirical contributions, the study presents several limitations.

First, the research focused primarily on the Romanian educational context, limiting the generalizability of findings to other national educational systems characterized by different technological infrastructures and institutional traditions.

Second, educational performance and AI literacy were partially measured through self-reported perceptions, which may be influenced by subjective interpretation and social desirability bias.

Third, the rapid evolution of AI technologies means that educational practices and institutional responses may change significantly over short periods of time.

Fourth, the qualitative sample, although sufficiently diverse for interpretive analysis, cannot fully capture all variations regarding students' and teachers' experiences with AI integration.

Finally, the study primarily examined secondary education environments and did not extensively analyze university-level educational transformation or long-term labor market implications associated with AI-mediated educational capital.

10. FUTURE RESEARCH DIRECTIONS

Future sociological research should further investigate: long-term effects of AI on educational inequality, algorithmic bias within educational technologies, emotional and psychological dimensions of AI-assisted learning, comparative international models of AI educational governance, AI and academic integrity, digital exclusion among vulnerable educational groups, relationships between AI literacy and labor market mobility, transformation of teacher identity within algorithmic educational systems.

Longitudinal studies would be particularly valuable for examining how AI integration influences educational trajectories over time.

Additionally, interdisciplinary approaches combining sociology, educational sciences, psychology, communication studies, and digital humanities may provide deeper understanding regarding the social consequences of artificial intelligence within education.

The study ultimately demonstrates that artificial intelligence represents one of the most significant transformations affecting contemporary educational systems. AI reshapes not only learning technologies but also educational capital, institutional legitimacy, and social inequality itself.

Understanding these transformations therefore requires critical sociological perspectives capable of integrating technological analysis with broader questions concerning power, inequality, institutional adaptation, and social justice within digitally mediated societies.

REFERENCES

- American Sociological Association. (2018). *Code of ethics*. American Sociological Association.
- Beck, U. (2006). *The cosmopolitan vision*. Polity Press.
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood Press.
- Bourdieu, P., & Passeron, J.-C. (1990). *Reproduction in education, society and culture* (2nd ed.). Sage Publications.
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. Sage Publications.
- Carr, N. (2010). *The shallows: What the Internet is doing to our brains*. W. W. Norton & Company.
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Couldry, N., & Hepp, A. (2017). *The mediated construction of reality*. Polity Press.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.
- Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Routledge.
- European Commission. (2024). *Ethical guidelines on the use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators*. European Union.
- European Commission. (2024). *Digital education action plan 2021–2027: Artificial intelligence and education*. European Union.
- Eurostat. (2024). *Digital skills statistics and educational technology indicators*. European Union.
- Eubanks, V. (2018). *Automating inequality: How high-tech tools profile, police, and punish the poor*. St. Martin's Press.
- Fairclough, N. (2015). *Language and power* (3rd ed.). Routledge.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage Publications.
- International Telecommunication Union. (2024). *Digital inclusion and educational access report 2024*. ITU Publications.
- Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism*. New York University Press.
- OECD. (2024). *Digital education outlook 2024*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4th ed.). Sage Publications.
- Ragnedda, M. (2018). Conceptualizing digital capital. *Telematics and Informatics*, 35(8), 2366–2375. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.10.006>
- Romanian Ministry of Education. (2025). *Digital education policy documents and strategic guidelines*. Ministry of Education Romania.
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- UNESCO. (2024). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing.
- van Dijk, J. (2020). *The digital divide*. Polity Press.
- Williamson, B. (2021). Education technology seizes a pandemic opening. *Current History*, 120(822), 15–20. <https://doi.org/10.1525/curh.2021.120.822.15>
- Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223–235. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>
- World Economic Forum. (2024). *The future of jobs report 2024*. World Economic Forum.

**PRECARITY AND ADAPTATION IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A
SOCIOLOGICAL ANALYSIS OF WORK SECURITY AMONG YOUTH****PhD Petronela Daniela FERARU****National College Iași and “Ion Neculce” High School, Târgu Frumos, Romania**Email: daniela_feraru_p@yahoo.com**Abstract:**

The expansion of artificial intelligence (AI) technologies is profoundly transforming labor markets, raising critical questions about job security, employability, and the future of work—particularly among young people. This paper investigates how youth perceive and respond to emerging forms of labor precarity in the context of AI-driven economic change.

Building on sociological theories of precarity, risk society (Ulrich Beck), and labor market transformation, the study explores the intersection between technological disruption and subjective perceptions of work security. A mixed-method approach is employed, combining quantitative survey data on young people's attitudes toward AI and employment with qualitative insights into their adaptive strategies and future expectations.

The results reveal that AI is widely perceived as both an opportunity and a source of uncertainty. While respondents acknowledge the potential of AI to create new career paths and enhance productivity, they also express concerns about job displacement, skill obsolescence, and increased competition. Notably, perceptions of insecurity are unevenly distributed, reflecting differences in educational background, digital competencies, and socio-economic status.

The study also identifies emerging adaptive strategies among youth, including increased investment in continuous learning, diversification of skills, and openness to non-traditional career trajectories. However, these strategies are not equally accessible to all, further reinforcing patterns of inequality.

The paper argues that the rise of AI intensifies existing forms of labor precarity while simultaneously reshaping the meaning of work security. It calls for a rethinking of educational and labor policies to better support young people in navigating uncertain labor markets, emphasizing the need for structural interventions alongside individual adaptability.

This research contributes to the sociology of work by offering a nuanced understanding of how technological change intersects with social inequality and generational dynamics.

Keywords:

artificial intelligence; precarity; youth; work security; labor market; risk society.

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence has become one of the most disruptive forces reshaping contemporary labor markets, transforming not only the organization of work but also the subjective meaning of employment security, employability, and professional future. As AI-based technologies increasingly automate tasks, reorganize occupations, and modify skill requirements, young people are confronted with new forms of uncertainty regarding their transition from education to work and their long-term position within labor markets.

The future of work is no longer shaped exclusively by classical processes of industrial restructuring, globalization, or economic instability, but also by algorithmic automation, platformization, digital surveillance, and the accelerated transformation of skills. These processes are particularly relevant for young people, who often occupy vulnerable positions within labor markets due to limited work experience, temporary contracts, unstable career trajectories, and weaker institutional protection.

The International Labour Organization emphasizes that youth employment remains highly exposed to crises and uncertainty, even in contexts where global youth unemployment has recently shown improvement. The ILO's *Global Employment Trends for Youth 2024* highlights that young people continue to face structural challenges related to job quality, informality, skills mismatch, and insecure transitions into employment (International Labour Organization [ILO], 2024). In this context, AI-driven labor market transformation introduces additional layers of insecurity, especially for entry-level occupations and routine cognitive tasks.

The World Economic Forum's *Future of Jobs Report 2025* similarly indicates that technological change, including AI and automation, will significantly reshape job structures and skill requirements between 2025 and 2030. The report estimates that 22% of current jobs may undergo structural transformation by 2030, while employers increasingly identify skills gaps as a major barrier to labor market adaptation (World Economic Forum, 2025). These developments suggest that young people entering the labor market are not merely facing job scarcity but a changing definition of employability itself.

From a sociological perspective, the expansion of AI raises fundamental questions about work security, social inequality, and individual adaptation. AI is often presented as a source of innovation, productivity, and new professional opportunities. However, its consequences are unevenly distributed across social groups, educational backgrounds, and skill levels. OECD research shows that AI changes not only the number of jobs but also the skills required in occupations exposed to AI, even when specialized AI expertise is not required (OECD, 2024). This means that young workers must increasingly develop hybrid competencies combining digital skills, adaptability, critical thinking, and continuous learning.

The concept of precarity is central to understanding these transformations. Precarity refers not only to unstable employment contracts or low income but also to subjective insecurity, weakened future expectations, and reduced control over one's life trajectory (Standing, 2011). For young people, AI intensifies precarity by creating uncertainty about which jobs will remain viable, which skills will become obsolete, and how professional identities should be constructed in rapidly changing labor markets.

Ulrich Beck's theory of risk society provides an additional framework for understanding youth insecurity in the age of AI. In late modern societies, risks are increasingly produced by processes of modernization themselves, including technological innovation and institutional transformation (Beck, 1992). AI can therefore be understood as a socially produced risk that generates both opportunities and uncertainties. Young people are required to adapt individually to systemic transformations that they do not control.

This shift contributes to what may be described as adaptive individualization. Young people are increasingly encouraged to become flexible, entrepreneurial, digitally competent, and permanently available for reskilling. While such expectations may promote agency and professional development, they may also transfer

responsibility for structural labor market insecurity onto individuals. In this sense, adaptation becomes both a strategy of empowerment and a burden of self-management.

The sociological relevance of this issue lies in the unequal distribution of adaptive capacity. Not all young people possess the same resources for responding to AI-driven labor market change. Educational background, socio-economic status, access to digital technologies, institutional support, and social networks significantly influence how youth perceive and manage work-related uncertainty. Eurofound has noted that digitalization may provide tools for youth empowerment, but it may also become a source of exclusion for young people lacking digital skills or institutional support (Eurofound, 2024).

This paper investigates how young people perceive work security and labor market precarity in the context of artificial intelligence. The study analyzes both subjective perceptions of AI-related insecurity and adaptive strategies developed by youth in response to uncertain employment futures. Particular attention is given to the relationship between digital competencies, educational background, socio-economic status, institutional trust, and perceived employability.

The central argument of the article is that AI does not simply transform labor markets technologically; it also reshapes the social meaning of work security. Young people increasingly understand employability as a condition requiring continuous adaptation, digital competence, psychological resilience, and strategic self-investment. However, these adaptive strategies remain unequally accessible and may reproduce existing inequalities.

The study employs a mixed-method research design, combining quantitative survey data with qualitative interviews and institutional analysis. The quantitative component examines patterns of AI-related job insecurity, perceived employability, digital skills, and trust in institutional support. The qualitative component explores youth narratives concerning uncertainty, adaptation, future expectations, and perceived risks of technological change.

By focusing on young people, this article contributes to the sociology of work and youth studies by showing how technological disruption intersects with generational vulnerability, social inequality, and labor market transformation. It argues that effective responses to AI-driven precarity require more than individual adaptability; they require structural interventions in education, employment policy, career guidance, and social protection.

2. SOCIOLOGICAL CONTEXT: YOUTH WORK IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

The transformation of labor markets under the influence of artificial intelligence represents one of the defining social processes of contemporary societies. Automation, algorithmic management, platform economies, and AI-assisted production systems increasingly reshape employment structures, occupational identities, and career trajectories. These transformations are particularly significant for young people, who frequently occupy vulnerable positions within labor markets characterized by instability, temporary contracts, and uncertain transitions from education to employment.

The relationship between youth and labor precarity has become a central topic within the sociology of work. Contemporary young generations are entering labor markets marked by structural uncertainty, accelerated technological change, and declining predictability regarding long-term employment stability. While previous industrial models were often based on relatively stable professional trajectories, contemporary economies increasingly promote flexibility, short-term adaptation, and continuous reskilling.

Artificial intelligence intensifies these dynamics by accelerating occupational restructuring and modifying skill demands across economic sectors. The International Labour Organization notes that technological change increasingly affects entry-level positions traditionally occupied by young workers,

especially routine cognitive and administrative occupations (ILO, 2024). Consequently, young people face both quantitative uncertainty regarding job availability and qualitative uncertainty concerning the future relevance of their competencies.

The expansion of AI-related technologies also contributes to the fragmentation of traditional employment models. Digital labor platforms, freelance economies, remote work systems, and algorithmically managed labor environments have generated new forms of work organization characterized by flexibility but also by instability and reduced institutional protection. Scholars increasingly argue that contemporary capitalism produces “flexible precarity,” where workers are expected to constantly adapt to changing technological and organizational conditions (Standing, 2011).

Youth are particularly exposed to these transformations because their professional identities are still in formation. Unlike older workers with established occupational trajectories, young people must construct career expectations within rapidly shifting labor environments where future occupational stability becomes increasingly uncertain.

At the same time, artificial intelligence also creates new opportunities for employment, entrepreneurship, and professional innovation. The World Economic Forum emphasizes that AI may generate significant labor market expansion in sectors involving data analysis, software development, cybersecurity, digital communication, creative industries, and human-centered professions requiring emotional intelligence and complex problem-solving (World Economic Forum, 2025).

This dual character of AI—as both opportunity and threat—shapes young people’s perceptions regarding employability and work security. Research demonstrates that many young individuals simultaneously express optimism regarding technological innovation and anxiety concerning job displacement, competition, and professional instability (OECD, 2024).

Importantly, the effects of AI-driven labor transformation are socially uneven. Access to digital education, technological infrastructure, professional networks, and institutional support significantly influences young people’s adaptive capacity. Youth possessing strong digital competencies and higher educational capital are generally better positioned to benefit from technological transformation, while disadvantaged groups may experience intensified exclusion.

Eurostat data indicate persistent inequalities regarding digital competencies among European youth, especially between urban and rural populations and across socio-economic categories (Eurostat, 2024). These disparities contribute to differentiated experiences of labor precarity and unequal opportunities for technological adaptation.

The sociological significance of AI-driven labor transformation therefore extends beyond technological modernization itself. Artificial intelligence contributes to broader processes involving: reconfiguration of work identities, transformation of employability norms, changing expectations regarding education, intensification of competitive individualization, restructuring of social inequality.

Young people increasingly internalize the expectation that employability requires permanent self-optimization, continuous learning, flexibility, and digital adaptability. This process reflects broader neoliberal labor market dynamics in which responsibility for managing insecurity shifts from institutions toward individuals.

From a sociological perspective, this shift is deeply connected to Ulrich Beck’s concept of the “risk society.” Beck argued that late modern societies increasingly require individuals to manage systemic risks generated by modernization itself (Beck, 1992). Technological disruption therefore becomes individualized as

young people are expected to navigate uncertainty through personal adaptability rather than collective institutional protection.

Artificial intelligence also transforms the symbolic meaning of work security. In industrial societies, work security was often associated with stable contracts, predictable career advancement, and institutional employment protections. In AI-driven economies, security increasingly becomes associated with adaptability, transferable skills, digital competence, and psychological resilience.

This transformation contributes to the normalization of uncertainty as a permanent feature of labor markets. Rather than expecting stability, many young people increasingly anticipate frequent occupational transitions, reskilling requirements, and hybrid career paths combining multiple forms of employment.

The COVID-19 pandemic further accelerated these transformations by expanding remote work, digital communication systems, and AI-assisted organizational practices. Educational and labor transitions became increasingly mediated through digital technologies, intensifying both opportunities for flexibility and risks of exclusion.

Recent OECD analyses emphasize that AI-driven labor market transformation requires substantial policy adaptation concerning education, vocational training, and lifelong learning systems (OECD, 2024). However, institutional responses remain uneven across national contexts, creating disparities regarding youth preparedness for technological change.

In Romania, digital transformation and AI integration within labor and educational systems remain characterized by significant regional and institutional inequalities. While some urban sectors demonstrate increasing technological modernization, many young people continue to encounter barriers related to digital infrastructure, educational access, and labor market instability.

These structural conditions shape how Romanian youth perceive AI-related labor insecurity and develop adaptive strategies. Understanding these perceptions sociologically requires examining not only technological change itself but also broader social conditions influencing access to opportunity, institutional trust, and professional expectations.

The present study therefore situates youth perceptions of AI-related work insecurity within broader sociological debates concerning: precarity, technological transformation, digital inequality, labor market restructuring, adaptive individualization, risk society, generational uncertainty.

By analyzing both objective inequalities and subjective perceptions, the research seeks to understand how artificial intelligence reshapes not only labor markets but also the social experience of future work among contemporary youth.

3. THEORETICAL FRAMEWORK

3.1. Precarity and the Transformation of Labor

The concept of precarity has become central within contemporary sociology of work, particularly in analyses examining the effects of globalization, neoliberal restructuring, and technological transformation on labor markets. Precarity refers to conditions of instability, insecurity, uncertainty, and limited predictability affecting employment relations and social life more broadly (Standing, 2011).

Traditional industrial labor systems were historically associated with relatively stable employment trajectories characterized by long-term contracts, institutional protections, collective bargaining structures, and predictable career advancement. In contrast, post-industrial economies increasingly promote flexible labor arrangements, temporary employment, project-based work, platform labor, and individualized professional responsibility.

Artificial intelligence intensifies these tendencies by accelerating labor market restructuring and automating numerous occupational tasks previously performed by human workers. Automation technologies increasingly affect not only manual labor but also cognitive and administrative professions traditionally associated with middle-class employment security.

Guy Standing conceptualizes the “precariat” as an emerging social class characterized by unstable employment conditions, fragmented occupational identities, and chronic insecurity regarding income and professional continuity (Standing, 2011). Young people are particularly vulnerable to precarity because they frequently occupy temporary, entry-level, or transitional positions within labor markets undergoing rapid technological transformation.

Contemporary youth increasingly experience professional uncertainty as a normalized condition rather than as an exceptional situation. Employment flexibility, continuous retraining, and occupational instability become integrated into everyday expectations regarding work and career development.

Artificial intelligence contributes to this process by transforming the relationship between labor and technological competence. Many occupations increasingly require digital adaptability, algorithmic interaction, and continuous acquisition of new technological skills. Consequently, work security becomes increasingly dependent on individuals’ capacity to remain technologically relevant within rapidly evolving labor environments.

Importantly, sociological analyses emphasize that precarity extends beyond economic insecurity alone. Precarious labor conditions also influence: psychological well-being, social identity, life planning, family formation, educational investment, perceptions of social mobility.

Young people experiencing labor insecurity often encounter difficulties constructing stable future expectations, which may generate broader social anxieties and reduced institutional trust.

From this perspective, artificial intelligence contributes not only to occupational transformation but also to the restructuring of social temporality itself. Long-term professional predictability becomes increasingly replaced by short-term adaptation and permanent uncertainty.

3.2. Risk Society and Technological Uncertainty

Ulrich Beck’s theory of the “risk society” provides another essential sociological framework for understanding contemporary labor insecurity associated with artificial intelligence. Beck argued that late modern societies increasingly generate systemic risks produced by modernization itself, including technological, environmental, and economic uncertainties (Beck, 1992).

Unlike traditional industrial risks that were often geographically localized and institutionally manageable, contemporary risks are globalized, individualized, and difficult to predict. Artificial intelligence exemplifies this transformation because its long-term labor market consequences remain uncertain and unevenly distributed.

Within risk societies, individuals are increasingly expected to manage structural insecurities through personal responsibility and self-adaptation. Young people therefore face growing pressure to continuously optimize their competencies, remain professionally flexible, and anticipate future labor market changes.

This process contributes to what Beck described as “individualization,” whereby structural social problems become reframed as individual responsibilities. Labor insecurity generated by technological transformation is therefore often interpreted as a matter of insufficient adaptability rather than as a consequence of broader economic restructuring.

Artificial intelligence intensifies individualized risk management by continuously transforming skill requirements and occupational expectations. Young workers increasingly perceive employability as dependent upon: lifelong learning, digital competence, self-branding, flexibility, entrepreneurial mentality, technological adaptability.

The perception of permanent competition also increases within AI-mediated labor environments. Automated recruitment systems, algorithmic performance evaluation, and digitally mediated labor platforms contribute to heightened visibility and continuous professional comparison.

At the same time, risk society theory emphasizes that technological risks are distributed unequally. Individuals possessing greater economic, educational, and social resources are generally better positioned to manage uncertainty and adapt successfully to structural transformation.

Consequently, artificial intelligence does not affect all young people equally. Youth from disadvantaged socio-economic backgrounds often possess fewer opportunities for technological adaptation due to: unequal educational access, limited digital infrastructure, reduced institutional support, weaker professional networks, economic vulnerability.

The sociology of risk therefore highlights the relationship between technological transformation and social inequality. AI-driven uncertainty becomes socially stratified according to pre-existing forms of economic and cultural capital.

3.3. Digital Capital and Employability

The concept of digital capital provides an important framework for analyzing how technological competencies increasingly function as forms of social and professional advantage. Ragnedda defines digital capital as the accumulation of digital skills, technological access, online participation, and informational competencies that individuals may convert into economic and social benefits (Ragnedda, 2018).

Within AI-driven economies, digital capital increasingly shapes employability and professional opportunity structures. Young people possessing advanced digital competencies are more likely to: access emerging labor sectors, adapt to technological transformation, participate in remote work environments, benefit from AI-assisted productivity systems, navigate digital recruitment processes.

Digital capital therefore becomes closely connected to labor market inclusion and occupational mobility.

Importantly, digital capital remains unequally distributed across social groups. Access to technological education, digital infrastructure, and AI-related competencies is strongly influenced by socio-economic background, educational opportunities, and institutional investment.

This unequal distribution contributes to differentiated experiences of work insecurity. Young people with limited digital capital may perceive artificial intelligence primarily as a threat to employability, while technologically advantaged individuals may interpret AI as an opportunity for professional development.

Educational institutions increasingly play a decisive role in shaping digital employability. Schools and universities function not only as providers of formal knowledge but also as mechanisms for technological socialization and labor market preparation.

However, institutional adaptation to AI remains uneven across educational systems. Some institutions actively integrate digital competencies and AI literacy into curricula, while others continue to operate through outdated educational models insufficiently aligned with contemporary labor demands.

This institutional disparity contributes to broader patterns of social inequality within technologically transformed labor markets.

3.4. Generational Perspectives on Work and Uncertainty

Sociological analyses increasingly emphasize that younger generations experience work differently from previous cohorts due to broader transformations associated with globalization, digitalization, and technological acceleration.

Contemporary youth frequently encounter: delayed economic independence, unstable employment transitions, temporary labor contracts, rising educational pressures, intensified labor competition, uncertain professional futures.

Artificial intelligence amplifies these dynamics by accelerating occupational transformation and increasing uncertainty regarding future labor market structures.

At the same time, younger generations often demonstrate greater openness toward technological change and flexible career models compared to older workers. Many young people perceive adaptability, mobility, and continuous learning as normal characteristics of professional life.

This generational ambivalence produces contradictory attitudes toward AI: optimism regarding innovation and new opportunities, anxiety concerning displacement and instability, enthusiasm for technological flexibility, fear of professional irrelevance.

The sociology of youth therefore highlights the coexistence of aspiration and insecurity within contemporary technological societies.

Importantly, perceptions of work security increasingly extend beyond income stability alone. Young people often associate professional fulfillment with: autonomy, flexibility, creativity, work-life balance, meaningful employment, opportunities for self-development.

Artificial intelligence influences these expectations by transforming not only labor structures but also cultural understandings of professional success and occupational identity.

From a broader sociological perspective, AI-driven labor transformation reflects deeper structural changes affecting: capitalism, institutional regulation, educational systems, social mobility, generational expectations, symbolic meanings of work itself.

The present study therefore approaches artificial intelligence not merely as a technological innovation but as a social force reshaping labor precarity, employability, and youth perceptions of future work within contemporary risk societies.

4. RESEARCH METHODOLOGY

4.1. Research Design

The present study employs a mixed-method research design integrating quantitative and qualitative approaches in order to investigate how young people perceive labor insecurity and adaptation strategies within the context of artificial intelligence-driven labor market transformation.

The mixed-method approach was selected because the social consequences of artificial intelligence cannot be adequately understood through exclusively statistical analysis or solely interpretive investigation. Quantitative data provide measurable indicators regarding perceptions of work insecurity, technological anxiety, employability, and adaptive behavior, while qualitative analysis offers deeper sociological insight into subjective experiences, emotional responses, and future expectations associated with AI-related labor transformation (Creswell & Plano Clark, 2018).

The research follows a sequential explanatory model consisting of two interconnected stages: quantitative survey analysis, qualitative interpretive investigation.

The first phase focused on identifying patterns regarding: perceptions of AI and employment, fears concerning automation, confidence in future employability, digital competencies, adaptive educational strategies, socio-economic differences regarding technological insecurity.

The second phase explored: subjective meanings attached to work security, perceptions of occupational uncertainty, emotional reactions toward technological change, adaptation strategies, institutional trust, expectations regarding future labor markets.

The integration of quantitative and qualitative findings allowed for methodological triangulation and contributed to a multidimensional sociological understanding of AI-driven labor precarity among youth (Denzin, 2017).

The research was conducted between March 2025 and February 2026 and focused primarily on Romanian youth aged between 16 and 29 years. The study also incorporated broader European labor market trends through comparative analysis of reports published by: OECD, Eurostat, International Labour Organization (ILO), European Commission, World Economic Forum.

Special attention was given to the relationship between: socio-economic background, digital competencies, educational capital, perceptions of labor insecurity, AI-related anxiety, adaptive career strategies.

The study investigates how artificial intelligence simultaneously functions as: a source of opportunity, a mechanism of uncertainty, a driver of labor transformation, a factor intensifying existing inequalities.

4.2. Research Objectives

The general objective of the study is to analyze the sociological impact of artificial intelligence on youth perceptions of work security, labor precarity, and adaptive strategies within contemporary labor markets.

The specific objectives of the research are the following:

1. To examine young people's perceptions regarding the impact of AI on future employment opportunities.
2. To analyze the relationship between socio-economic background and perceptions of labor insecurity.
3. To investigate the influence of digital competencies on confidence regarding future employability.
4. To identify adaptive strategies developed by youth in response to AI-driven labor transformation.
5. To evaluate attitudes toward continuous learning and professional reskilling.
6. To analyze differences in perceptions of technological risk according to educational level and labor market experience.
7. To explore the sociological relationship between AI, precarity, and generational uncertainty.
8. To investigate whether artificial intelligence is perceived primarily as an opportunity or as a threat to work security.

4.3. Research Questions

The study is guided by the following research questions:

1. How do young people perceive the impact of artificial intelligence on future labor markets?

2. To what extent does socio-economic status influence perceptions of work insecurity?
3. How are digital competencies associated with confidence regarding future employability?
4. What adaptive strategies do young people develop in response to AI-driven labor transformation?
5. How does artificial intelligence reshape traditional understandings of work security?
6. What forms of technological anxiety emerge among youth within AI-mediated labor environments?
7. How do educational institutions contribute to young people's preparedness for technological labor transformation?

4.4. Research Hypotheses

Based on the theoretical framework and previous sociological studies, the following hypotheses were formulated:

H1. Young people with lower digital competencies express significantly higher levels of anxiety regarding AI-related job displacement.

H2. Respondents from disadvantaged socio-economic backgrounds perceive greater labor insecurity associated with artificial intelligence.

H3. Higher educational attainment is positively associated with confidence regarding adaptation to AI-driven labor markets.

H4. Youth possessing advanced digital skills demonstrate more favorable attitudes toward AI-related technological change.

H5. Perceptions of labor precarity are positively associated with fears regarding occupational automation.

H6. Young people increasingly consider continuous learning and reskilling essential for future employability.

5. Population and Sampling

1) Quantitative Sample

The quantitative component of the study was conducted on a sample of 978 young respondents from Romania aged between 16 and 29 years.

Participants were selected using stratified random sampling in order to ensure socio-demographic representativeness regarding: gender, educational level, area of residence, employment status, socio-economic background.

The final sample structure included: 54.1% female respondents, 45.9% male respondents. Age distribution: 16–18 years: 28.4%, 19–22 years: 34.7%, 23–26 years: 22.1%, 27–29 years: 14.8%. Area of residence: Urban: 66.2%, Rural: 33.8%. Educational level: Secondary education: 29.6%, High school education: 38.4%, University education: 32.0%.

Employment status: Students: 46.7%, Employed: 31.9%, Unemployed/job-seeking: 14.5%, Freelance/platform work: 6.9%. The margin of error for the quantitative survey was $\pm 3.1\%$ at a 95% confidence level.

2) *Qualitative Sample*

The qualitative component involved 36 semi-structured interviews conducted with: university students, unemployed youth, young professionals, freelance workers, digital entrepreneurs, career counselors, HR specialists.

Participants were selected through purposive sampling in order to ensure diversity regarding: occupational experience, educational background, technological competence, socio-economic status.

The interviews lasted between 45 and 100 minutes and were conducted both face-to-face and online.

All participants provided informed consent, and anonymity was guaranteed in accordance with ethical principles established by the American Sociological Association (ASA, 2018).

4.6. *Research Methods and Instruments*

3) *a. Sociological Survey*

The quantitative survey was administered online between May and September 2025.

The questionnaire included: closed-ended questions, Likert-scale items, semantic differential scales, socio-demographic indicators. The instrument contained 44 items grouped into the following dimensions: perceptions of AI and employment, labor insecurity, digital competencies, educational preparedness, technological anxiety, adaptive strategies, future career expectations.

A pilot study involving 72 respondents was conducted prior to the main research phase in order to test: item clarity, reliability, internal consistency. The Cronbach's Alpha coefficient for the labor insecurity perception scale was $\alpha = .87$, indicating high reliability (Field, 2018).

4) *b. Semi-Structured Interviews*

Semi-structured interviews explored: subjective perceptions of future work, technological uncertainty, fears regarding automation, educational adaptation, employability expectations, emotional responses toward AI.

The interview guide included themes concerning: occupational insecurity, digital adaptation, continuous learning, institutional trust, career flexibility, future professional identity. Qualitative data were coded thematically using NVivo software and analyzed through interpretive sociological analysis (Braun & Clarke, 2021).

5) *c. Institutional and Labor Market Analysis*

The study also included qualitative analysis of: labor market reports, youth employment policies, digital transition strategies, AI workforce adaptation programs, European labor policy documents.

The analyzed corpus included: 21 labor market reports, 14 digital workforce policy documents, 17 institutional reports regarding AI and employment transformation published between 2023 and 2025.

Critical discourse analysis principles developed by Fairclough (2015) were employed in order to identify: institutional narratives regarding employability, representations of technological adaptation, ideological assumptions concerning labor flexibility and individual responsibility.

4.7. **VARIABLES AND OPERATIONALIZATION**

The study included six major variables operationalized through multiple sociological indicators.

Table 1. Operationalization of Main Research Variables

Variable	Type	Indicators	Measurement Scale
Perceived labor insecurity	Dependent	fear of job loss, uncertainty regarding future employment, perceived instability	Likert Scale (1–5)
Digital competencies	Independent	technological skills, AI familiarity, digital adaptability	Likert Scale (1–5)
Socio-economic background	Independent	parental education, household income, educational resources	Ordinal
Attitudes toward AI	Dependent	optimism regarding AI, trust in technological change, perceived opportunities	Likert Scale
Adaptive strategies	Dependent	continuous learning, reskilling intentions, career flexibility	Likert Scale
Educational preparedness	Independent	perceived adequacy of education for future labor markets	Likert Scale

Source: Author’s sociological research based on quantitative survey data collected between May–September 2025 (N = 978 respondents).

Note: Variables were operationalized using sociological theories concerning precarity, digital capital, and labor transformation developed by Beck (1992), Standing (2011), and Ragnedda (2018). Likert-scale indicators ranged from 1 (“strongly disagree”) to 5 (“strongly agree”).

4.8. DATA ANALYSIS PROCEDURES

Quantitative data were processed using IBM SPSS Statistics 29 and Jamovi software.

The following statistical procedures were applied: descriptive statistics, frequency analysis, cross-tabulations, Chi-square tests, Pearson correlation analysis, multiple linear regression analysis. Statistical significance was established at $p < .05$.

Qualitative analysis involved: thematic coding, interpretive narrative analysis, discourse analysis, symbolic sociological interpretation.

The integration of quantitative and qualitative findings facilitated identification of: structural dimensions of labor precarity, subjective perceptions of technological insecurity, adaptive strategies among youth, inequalities associated with AI-related labor transformation.

4.9. ETHICAL CONSIDERATIONS

The research respected all ethical principles regarding sociological investigation involving human participants.

Participation was: voluntary, anonymous, confidential. Respondents were informed regarding: research objectives, confidentiality procedures, voluntary withdrawal rights, academic use of collected data.

Special attention was given to: protection of young participants, digital privacy, emotional sensitivity regarding labor insecurity discussions, ethical management of online research data.

The study complies with: the ethical principles established by the American Sociological Association (ASA, 2018), the General Data Protection Regulation (GDPR), European ethical recommendations regarding artificial intelligence and digital labor transformation (European Commission, 2024).

5. QUANTITATIVE FINDINGS AND SOCIOLOGICAL INTERPRETATION

5.1. General Perceptions Regarding AI and Future Employment

The quantitative findings indicate that artificial intelligence is widely perceived among young people as both an opportunity and a significant source of labor insecurity.

A majority of respondents acknowledged that AI technologies are likely to transform future employment structures substantially. However, perceptions regarding the consequences of this transformation were highly ambivalent.

When asked whether AI will improve or worsen employment opportunities for young people, respondents expressed divided attitudes. While many participants recognized AI's capacity to generate new professions and increase productivity, a considerable proportion feared job displacement, increased labor competition, and declining work stability.

Table 2. Youth Perceptions Regarding the Impact of AI on Employment (N = 978)

Perception of AI Impact	Frequency	Percentage (%)
Mostly positive	278	28.4
Both positive and negative	451	46.1
Mostly negative	196	20.0
No opinion	53	5.5

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Responses refer to perceptions regarding AI's long-term influence on employment opportunities, labor stability, and occupational transformation.

The data demonstrate that nearly half of respondents perceive AI simultaneously as: an opportunity, a source of uncertainty.

This ambivalence reflects broader sociological tensions characteristic of technologically accelerated societies where innovation and insecurity coexist simultaneously (Beck, 1992).

Many respondents emphasized that AI may create professional opportunities primarily for individuals possessing strong digital competencies and access to advanced education. Consequently, perceptions of technological optimism frequently coexisted with concerns regarding inequality and exclusion.

5.2. Fear of Job Displacement and Labor Insecurity

One of the strongest findings of the study concerns widespread anxiety regarding occupational automation and future work insecurity.

A substantial proportion of respondents expressed concern that artificial intelligence may reduce employment opportunities for young workers, especially in occupations involving repetitive cognitive tasks and administrative functions.

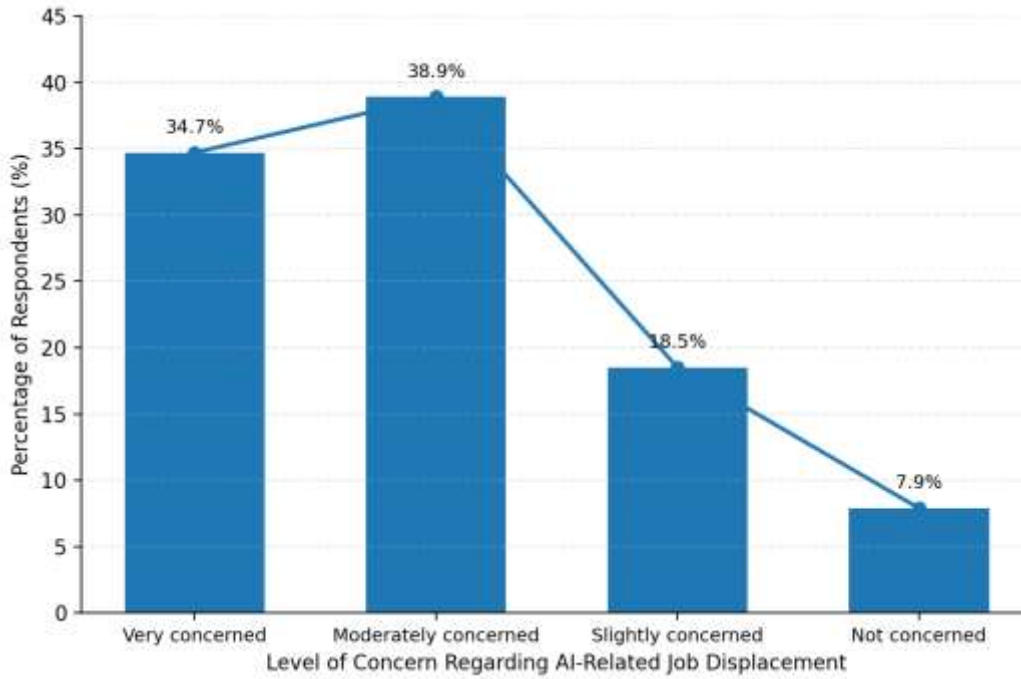


Figure 1. Level of Concern Regarding AI-Related Job Displacement

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Percentages refer to respondents' self-reported concern regarding potential job displacement caused by AI-driven labor market transformation (N = 978).

Figure 1 shows that most respondents experience moderate or high concern regarding AI-related job displacement. The trend line indicates a clear concentration of responses around high and moderate concern, supporting the interpretation of AI as a major source of perceived labor insecurity among youth.

The findings indicate that more than 70% of respondents experience moderate or high levels of anxiety concerning AI-related labor transformation. These perceptions strongly support sociological theories regarding the expansion of precarity within technologically transformed labor markets (Standing, 2011).

Importantly, fear of displacement was significantly associated with: lower digital competencies, lower educational attainment, disadvantaged socio-economic background, limited institutional trust.

Respondents frequently perceived technological adaptation as necessary but unequally accessible. Several participants expressed fears that: AI may replace entry-level jobs, employers may increasingly prioritize automation over human labor, labor competition may intensify significantly in the future.

These findings support Hypothesis 1 and Hypothesis 5, demonstrating that perceptions of labor precarity are closely connected to fears regarding automation and technological replacement.

5.3. Digital Competencies and Confidence in Employability

Digital competence emerged as one of the strongest predictors of confidence regarding future employability.

Respondents possessing advanced technological skills generally demonstrated: greater optimism regarding AI, stronger confidence in professional adaptability, lower levels of technological anxiety, increased openness toward labor market transformation.

6) *Table 3. Digital Competencies and Confidence Regarding Future Employability*

Digital Competence Level	High Confidence (%)	Moderate Confidence (%)	Low Confidence (%)
Low digital competence	18.7	37.9	43.4
Moderate digital competence	46.3	39.5	14.2
High digital competence	74.1	19.8	6.1

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Confidence regarding employability refers to respondents' perceived ability to adapt successfully to AI-driven labor market transformation.

Pearson correlation analysis revealed a statistically significant positive relationship between digital competence and employability confidence ($r = .56$, $p < .001$).

These findings strongly support Hypothesis 3 and Hypothesis 4.

From a sociological perspective, digital competencies increasingly function as forms of labor market capital influencing young people's capacity to manage technological uncertainty.

Youth possessing advanced technological skills generally interpreted AI as: a professional resource, an opportunity for innovation, a competitive advantage. In contrast, respondents lacking technological confidence often perceived AI primarily as: a threat, a mechanism of exclusion, a source of insecurity.

The findings therefore demonstrate that technological transformation intensifies inequalities associated with digital capital and educational opportunity.

5.4. *Adaptive Strategies Among Youth*

The study identified multiple adaptive strategies developed by young people in response to AI-driven labor transformation.

Most respondents acknowledged the necessity of continuous learning and professional flexibility within future labor markets.

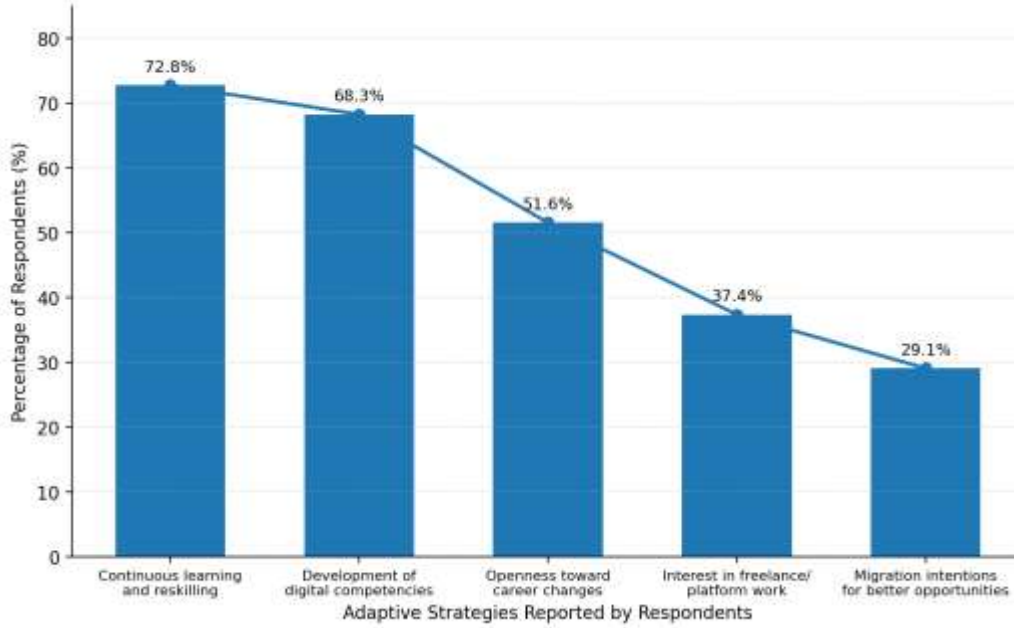


Figure 2. Main Adaptive Strategies Reported by Respondents

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Respondents could select multiple adaptive strategies; therefore, percentages do not total 100%.

Figure 2 indicates that continuous learning and digital competence development are the dominant adaptive strategies among young respondents. The downward trend line suggests that more individualized or mobility-based strategies, such as freelance work and migration intentions, are less frequently selected.

The findings indicate that young people increasingly internalize the expectation that employability requires: permanent adaptation, continuous skill acquisition, occupational flexibility.

This process reflects broader sociological transformations associated with individualized labor responsibility within neoliberal economies.

Importantly, adaptive strategies were unevenly distributed according to socio-economic resources and educational access. Respondents from advantaged backgrounds demonstrated significantly greater participation in: digital training, AI-related educational programs, professional networking opportunities. Consequently, adaptability itself increasingly becomes socially stratified.

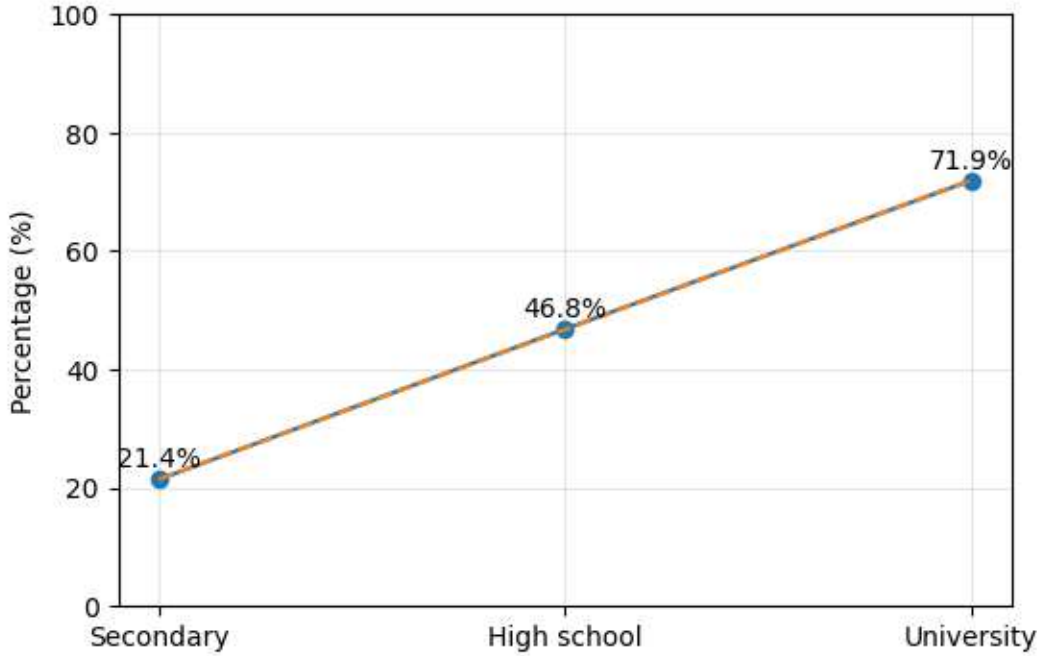
These findings support sociological arguments emphasizing that labor flexibility may reproduce inequality when adaptive resources remain unequally distributed (Standing, 2011).

5.5. Educational Background and Perceptions of Labor Security

Educational level emerged as a significant factor shaping perceptions regarding artificial intelligence and future employability. Respondents possessing higher levels of formal education generally demonstrated greater confidence regarding their capacity to adapt to technological transformation.

At the same time, young people with lower educational attainment expressed stronger fears concerning: automation, job instability, professional marginalization, future unemployment.

These findings suggest that education increasingly functions as a protective mechanism against labor insecurity within AI-driven economies.



7)
8) *Figure 3. Perceived Preparedness for AI-Driven Labor Markets by Educational Level*

Note: Percentages indicate respondents reporting high preparedness for AI-driven labor markets according to educational level.

Source: Author's quantitative survey data (2025).

The data presented in Figure 3 reveal a strong relationship between educational attainment and young people's perceived preparedness for AI-driven labor market transformation. Respondents with university education reported the highest level of confidence regarding their ability to adapt to future technological changes (71.9%), followed by respondents with high school education (46.8%), while participants with only secondary education expressed substantially lower levels of perceived preparedness (21.4%).

These findings indicate that education functions as a significant protective factor against perceptions of labor insecurity within technologically accelerated economies. Higher educational attainment appears to strengthen young people's confidence in their ability to navigate occupational transformation associated with artificial intelligence.

From a sociological perspective, the figure illustrates the unequal distribution of adaptive resources within contemporary labor markets. Young people with access to higher education generally benefit from: stronger digital competencies, greater exposure to technological learning environments, increased institutional support, broader professional opportunities.

Conversely, respondents with lower educational attainment frequently experience greater uncertainty regarding their future employability and technological adaptability.

The figure therefore supports sociological theories emphasizing that educational capital increasingly mediates access to labor market security within AI-driven societies. Artificial intelligence does not affect all

young people equally; rather, its consequences are filtered through existing educational inequalities and unequal access to digital competencies.

Overall, Figure 3 demonstrates that educational attainment significantly shapes perceptions of preparedness, adaptability, and future professional security in the context of ongoing technological transformation.

The findings indicate substantial inequalities regarding perceived readiness for technological transformation.

Respondents enrolled in or graduating from university programs frequently emphasized: stronger access to digital learning opportunities, greater familiarity with AI technologies, increased confidence in future professional adaptability.

Conversely, respondents with lower educational attainment often described feelings of: uncertainty, exclusion, reduced competitiveness within future labor markets. These results support sociological arguments emphasizing that education increasingly mediates access to technological opportunity structures within contemporary economies.

Importantly, educational preparedness was strongly associated with: digital competencies, institutional trust, socio-economic background, perceptions of future stability. Young people who perceived educational systems as insufficiently adapted to technological transformation reported significantly higher levels of labor anxiety.

Several respondents argued that schools and universities often fail to prepare students adequately for rapidly changing labor markets influenced by automation and artificial intelligence.

This finding reflects broader sociological debates regarding institutional adaptation and the mismatch between traditional educational systems and emerging labor demands.

5.6. Socio-Economic Status and Technological Anxiety

Socio-economic background significantly influenced perceptions of labor insecurity associated with artificial intelligence.

Respondents from economically disadvantaged backgrounds demonstrated: higher levels of technological anxiety, lower confidence regarding employability, reduced access to digital resources, weaker participation in adaptive educational programs.

Table 4. Socio-Economic Status and Perceived AI-Related Labor Insecurity

Socio-Economic Status	High Insecurity (%)	Moderate Insecurity (%)	Low Insecurity (%)
Low socio-economic status	69.3	22.4	8.3
Middle socio-economic status	47.6	36.5	15.9
High socio-economic status	24.8	39.1	36.1

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Labor insecurity refers to perceived risk of unemployment, occupational instability, and inability to adapt to AI-driven labor transformation.

Chi-square analysis revealed a statistically significant relationship between socio-economic background and perceived labor insecurity ($\chi^2 = 34.82, p < .001$).

These findings strongly support Hypothesis 2. From a sociological perspective, the results demonstrate that AI-driven labor transformation is experienced unevenly across social groups. Young people possessing greater economic and educational resources are better positioned to: access technological training, adapt to digital labor environments, manage professional uncertainty.

Conversely, disadvantaged youth frequently perceive AI as intensifying pre-existing forms of vulnerability and exclusion.

The findings therefore reinforce sociological critiques concerning the myth of technological neutrality. Artificial intelligence does not affect individuals equally because adaptation itself depends upon unequal access to resources and institutional support.

5.7. Attitudes Toward Continuous Learning and Reskilling

One of the most significant findings of the study concerns the widespread normalization of continuous learning among youth.

Most respondents acknowledged that stable lifelong professions are becoming increasingly unlikely within AI-driven economies. Consequently, continuous education and professional reskilling were widely perceived as essential survival strategies.

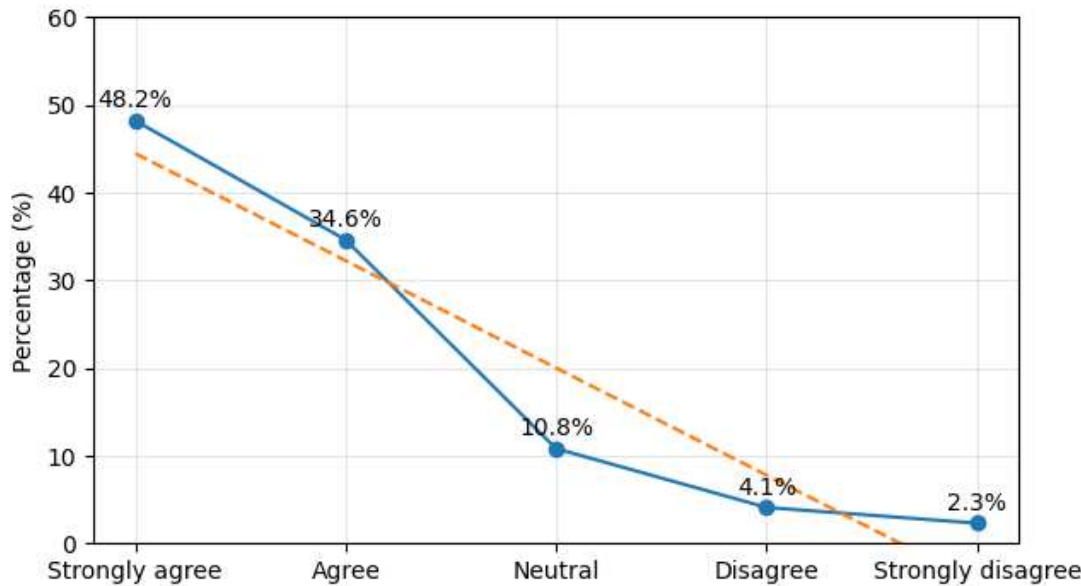


Figure 4. Agreement With the Statement: “Continuous Learning Will Be Necessary Throughout My Career”

Note: Responses refer to agreement with the statement regarding the necessity of continuous learning throughout future careers.

Source: Author’s quantitative survey data (2025).

Figure 4 illustrates respondents’ perceptions regarding the importance of continuous learning and professional reskilling within AI-driven labor markets. The findings indicate a very high level of agreement with the idea that lifelong learning will become essential for future employability.

Nearly half of the respondents (48.2%) strongly agreed with the statement, while an additional 34.6% agreed. Only a small proportion expressed disagreement (4.1%) or strong disagreement (2.3%). These results demonstrate that the vast majority of young people perceive continuous learning as a necessary condition for maintaining professional relevance in technologically transformed labor environments.

From a sociological perspective, the figure reflects the normalization of permanent adaptability within contemporary economies characterized by rapid technological acceleration and labor market instability. Young people increasingly internalize the expectation that professional security depends not on stable employment structures but on the capacity for continuous self-development, flexibility, and reskilling.

The findings also illustrate broader processes associated with the individualization of labor responsibility described within theories of risk society (Beck, 1992). Structural uncertainties generated by artificial intelligence and automation are increasingly managed at the individual level, where young people are expected to continuously update their competencies in order to remain employable.

Importantly, the strong support for lifelong learning also reflects awareness among youth that many traditional professions may undergo significant transformation or partial automation in the future. Respondents therefore perceive adaptability and educational flexibility as central mechanisms for coping with technological uncertainty.

Overall, Figure 4 demonstrates that continuous learning has become a central component of young people's perceptions regarding future work security and professional survival within AI-mediated labor markets.

More than 80% of respondents therefore perceive lifelong learning as necessary for future employability. These findings reflect broader sociological transformations associated with individualized labor responsibility within technologically accelerated societies.

Importantly, attitudes toward continuous learning were positively associated with: higher educational attainment, digital competencies, confidence regarding employability, technological optimism. Respondents possessing stronger institutional trust also demonstrated greater openness toward professional retraining and career flexibility.

However, several participants emphasized that opportunities for continuous learning remain unequally accessible due to: financial barriers, regional inequalities, limited institutional support, unequal educational infrastructure.

Consequently, the expectation of permanent adaptation risks reinforcing social inequality when access to reskilling resources remains stratified.

Q. 5.8. Regression Analysis

A multiple linear regression analysis was conducted in order to identify the strongest predictors of confidence regarding future employability within AI-driven labor markets.

Table 5. Regression Model Predicting Confidence in Future Employability

Predictor Variable	Beta (β)	Significance (p)
Digital competencies	.49	< .001
Educational attainment	.37	< .001

Predictor Variable	Beta (β)	Significance (p)
Institutional trust	.29	< .01
Socio-economic status	.24	< .01
Previous work experience	.17	< .05

Source: Author's quantitative survey data (2025).

Note: Adjusted $R^2 = .59$. The model explains approximately 59% of the variance in confidence regarding future employability.

The regression analysis demonstrates that digital competencies represent the strongest predictor of perceived employability security within AI-driven labor environments.

Educational attainment and institutional trust also emerged as highly significant variables influencing young people's perceptions regarding future professional adaptation.

These findings strongly support the study's theoretical framework concerning: digital capital, technological inequality, adaptive individualization, labor precarity.

Overall, the quantitative findings demonstrate that artificial intelligence simultaneously generates: technological opportunity, labor insecurity, adaptive pressure, intensified inequality, transformation of professional expectations.

AI-driven labor transformation therefore reshapes not only employment structures but also young people's subjective experiences of work, security, and future social mobility.

6. QUALITATIVE FINDINGS: TECHNOLOGICAL UNCERTAINTY, ADAPTIVE STRATEGIES, AND THE REDEFINITION OF WORK SECURITY

6.1. Youth Perceptions of Artificial Intelligence and Future Work

The qualitative interviews revealed that young people perceive artificial intelligence through highly ambivalent and emotionally complex frameworks. Most participants simultaneously associated AI with: innovation, opportunity, professional flexibility, uncertainty, competition, instability.

Many respondents described artificial intelligence as an unavoidable feature of future labor markets. Participants frequently emphasized that technological transformation is already reshaping professional expectations, recruitment practices, and educational requirements.

One university student explained:

“Artificial intelligence feels both exciting and threatening at the same time. It creates opportunities, but it also makes the future feel unpredictable.”

This statement reflects broader sociological tensions characteristic of technologically accelerated societies where optimism regarding innovation coexists with anxiety concerning social and professional instability.

Several respondents described feelings of uncertainty regarding the long-term relevance of their current educational trajectories. Young people increasingly questioned whether their acquired competencies would

remain valuable within rapidly changing labor environments influenced by automation and AI-assisted production systems.

One participant stated:

“Sometimes I wonder whether the profession I prepare for today will even exist in ten years.”

This perception illustrates the growing destabilization of traditional career expectations among younger generations.

Importantly, many respondents no longer perceived stable lifelong employment as realistic or attainable. Instead, they increasingly anticipated: multiple career changes, temporary work arrangements, continuous retraining, hybrid professional identities. From a sociological perspective, these findings suggest that labor insecurity is becoming normalized within contemporary youth culture.

6.2. Technological Anxiety and Fear of Occupational Displacement

The interviews revealed widespread fears regarding occupational automation and professional marginalization.

Participants frequently expressed concerns that artificial intelligence may reduce employment opportunities, particularly in occupations involving: repetitive cognitive tasks, administrative functions, customer service, data processing, routine communication.

Several respondents feared that employers may increasingly prioritize efficiency and automation over human labor.

One young respondent explained:

“Companies will probably prefer AI because it is faster, cheaper, and never gets tired.”

This perception reflects broader societal anxieties concerning the replacement of human labor by automated systems.

Importantly, technological anxiety was not distributed equally among participants. Young people possessing stronger digital competencies generally expressed lower levels of fear regarding automation. In contrast, respondents with limited technological confidence frequently perceived AI as: a threat, a source of exclusion, a mechanism intensifying competition.

One participant stated:

“If you are not technologically skilled, you already feel left behind.”

This finding strongly supports sociological theories emphasizing the relationship between digital inequality and labor precarity.

The interviews also revealed emotional dimensions of technological insecurity extending beyond purely economic concerns. Respondents frequently associated future labor instability with: stress, uncertainty, fear of failure, pressure to constantly adapt, psychological exhaustion.

Several participants described feeling overwhelmed by the expectation of permanent self-optimization within rapidly changing labor markets.

One respondent explained:

“It feels like you constantly need to improve yourself just to remain relevant.”

This statement reflects broader sociological processes associated with individualized labor responsibility and competitive self-management.

6.3. Adaptive Strategies and the Culture of Continuous Reskilling

Despite widespread anxieties regarding labor insecurity, the qualitative findings also revealed significant adaptive behavior among youth.

Most respondents acknowledged the necessity of: continuous learning, digital reskilling, professional flexibility, technological adaptability.

Young people increasingly viewed employability as dependent upon the capacity to rapidly acquire new competencies and adjust to changing labor demands.

One participant stated:

“You cannot rely on one diploma anymore. You always need to learn something new.”

This perception reflects broader transformations associated with post-industrial labor systems where stability is increasingly replaced by permanent adaptation.

Several respondents described actively investing in: online courses, digital certifications, AI-related training, language acquisition, freelance experience, entrepreneurial projects. Importantly, adaptability itself emerged as a new cultural expectation among youth.

Participants frequently emphasized that future professional success would depend less on occupational permanence and more on: flexibility, creativity, problem-solving ability, technological competence.

At the same time, respondents acknowledged that opportunities for adaptation remain unequally accessible. Young people from advantaged socio-economic backgrounds generally possessed: greater access to technological resources, stronger educational support, broader professional networks, increased participation in digital training opportunities.

Conversely, disadvantaged respondents often described barriers related to: financial limitations, unequal educational infrastructure, limited digital access, reduced institutional support.

One participant explained:

“Everyone says we need to reskill, but not everyone has the same opportunities to do that.”

This finding strongly supports sociological critiques emphasizing that adaptability itself becomes socially stratified within technologically transformed labor markets.

4. Educational Institutions and Perceived Preparedness

The interviews revealed substantial dissatisfaction regarding the capacity of educational institutions to prepare young people for AI-driven labor transformation.

Many respondents perceived schools and universities as: technologically outdated, insufficiently connected to labor market realities, slow in adapting curricula, excessively focused on memorization rather than practical competencies.

One student stated:

“We learn theory, but we are not really prepared for how work is changing because of technology.”

Participants frequently argued that educational systems should place greater emphasis on: digital literacy, critical thinking, technological adaptability, practical experience, interdisciplinary learning.

Several respondents also emphasized the importance of emotional and psychological preparation for unstable labor environments.

One participant explained:

“School teaches you subjects, but not how to deal with uncertainty.”

This observation reflects broader sociological concerns regarding the mismatch between traditional educational models and contemporary labor market realities.

At the same time, respondents generally perceived higher education as an important mechanism for improving employability and technological confidence. However, trust in educational institutions remained conditional upon their capacity to adapt effectively to technological transformation.

6.5. The Transformation of Work Security

One of the most important qualitative findings concerns the changing meaning of work security itself.

Traditional understandings of work security were frequently associated with: stable contracts, predictable careers, long-term institutional employment, economic continuity. In contrast, young respondents increasingly defined security through: adaptability, transferable skills, digital competence, flexibility, continuous learning capacity.

This transformation reflects broader structural changes within post-industrial economies characterized by accelerated technological mediation and declining predictability.

Several participants explicitly stated that permanent stability no longer appears realistic within future labor markets shaped by artificial intelligence.

One respondent explained:

“Job security today means being able to adapt quickly, not staying in the same job forever.”

From a sociological perspective, this shift illustrates the transition from institutional security toward individualized employability. Artificial intelligence therefore contributes not only to labor market restructuring but also to broader symbolic transformations concerning: professional identity, social expectations, meanings of success, perceptions of stability, generational understandings of work itself.

Overall, the qualitative findings demonstrate that AI-driven labor transformation produces: uncertainty, adaptive pressure, psychological ambivalence, technological optimism, intensified inequality, redefinition of work security among contemporary youth.

7. DISCUSSION

The findings of the present study demonstrate that artificial intelligence represents a major transformative force reshaping contemporary labor markets, professional expectations, and perceptions of work security among young people. The sociological significance of AI extends beyond technological innovation itself and involves broader structural transformations affecting labor precarity, educational inequality, employability, and generational experiences of uncertainty.

One of the central conclusions emerging from the analysis is that artificial intelligence contributes simultaneously to: economic opportunity, labor insecurity, professional flexibility, intensified competition, reconfiguration of career expectations.

The results indicate that young people generally perceive AI through ambivalent interpretive frameworks characterized by both optimism and anxiety. Respondents frequently recognized the potential of AI to: create new occupations, improve productivity, facilitate innovation, expand entrepreneurial opportunities.

At the same time, participants expressed substantial concerns regarding: automation, occupational displacement, instability, skill obsolescence, growing competition within labor markets.

These findings strongly support sociological theories concerning the emergence of risk-oriented societies developed by Ulrich Beck (2006). According to Beck, contemporary societies increasingly operate through globalized forms of uncertainty generated by technological acceleration, economic transformation, and institutional instability. Artificial intelligence intensifies these processes by destabilizing traditional labor trajectories and reducing the predictability historically associated with professional life.

The study demonstrates that labor insecurity among youth cannot be understood exclusively through objective economic indicators. Precarity also possesses important subjective and symbolic dimensions involving: emotional insecurity, uncertainty regarding the future, fear of exclusion, pressure toward continuous adaptation, instability of professional identity.

These findings correspond to broader sociological perspectives emphasizing that contemporary precarity extends beyond temporary employment conditions toward generalized existential uncertainty within post-industrial societies.

Importantly, the research revealed that perceptions of technological insecurity remain unequally distributed across social groups. Young people possessing: higher educational attainment, stronger digital competencies, greater access to technological resources, supportive institutional environments, generally expressed greater confidence regarding their capacity to adapt successfully to AI-driven labor transformation.

Conversely, respondents characterized by lower socio-economic resources and limited digital competence frequently perceived artificial intelligence as: a mechanism of exclusion, a source of vulnerability, an amplifier of inequality.

These findings strongly reinforce sociological theories concerning digital inequality and unequal technological capital (van Dijk, 2020; Ragnedda, 2018). Artificial intelligence does not affect all individuals equally because adaptation itself depends upon access to educational resources, institutional support, and technological opportunities.

The quantitative analysis additionally demonstrated a significant relationship between digital competencies and perceived employability. Young people possessing advanced digital skills reported: higher professional confidence, lower fear of automation, stronger optimism regarding future employment opportunities.

This suggests that digital literacy increasingly functions as a crucial form of labor market capital within technologically mediated economies.

From a Bourdieusian perspective, AI-related competencies may therefore be conceptualized as emerging forms of symbolic and cultural capital influencing professional positioning and social mobility.

The findings further demonstrate that contemporary labor markets increasingly reward: flexibility, adaptability, technological competence, interdisciplinary knowledge, continuous learning capacity.

Traditional career models based on long-term occupational stability appear progressively less compatible with rapidly changing technological environments.

The qualitative interviews revealed that many respondents no longer expect stable lifelong employment. Instead, young people increasingly anticipate: fragmented careers, multiple occupational transitions, freelance labor, hybrid professional identities, ongoing reskilling processes.

These findings correspond to sociological analyses regarding the transformation of labor within neoliberal and platform-based economies characterized by: flexibility, individualized responsibility, weakened institutional protection, precarious employment structures.

Importantly, the study also demonstrates that adaptability itself becomes socially stratified. Although respondents widely acknowledged the necessity of continuous learning and reskilling, opportunities for adaptation remain unequally distributed. Young people from advantaged socio-economic backgrounds generally possess greater access to: digital education, professional networks, technological infrastructure, financial resources facilitating retraining.

Consequently, the ideology of adaptability risks obscuring structural inequalities by presenting employability primarily as an individual responsibility rather than a socially conditioned opportunity.

This finding reflects broader sociological critiques of neoliberal labor discourse emphasizing self-management and personal responsibility while minimizing structural labor market inequalities.

The study additionally identified important institutional dimensions associated with AI-driven labor transformation. Many respondents perceived educational systems as insufficiently prepared to address rapidly changing labor market realities.

Participants frequently criticized educational institutions for: outdated curricula, insufficient technological training, excessive theoretical orientation, limited practical preparation for digital labor environments.

These findings suggest that institutional adaptation remains uneven and frequently reactive rather than anticipatory. Educational systems therefore face increasing pressure to redefine pedagogical priorities in accordance with: technological transformation, labor market flexibility, digital competence requirements, interdisciplinary professional skills.

At the same time, the findings demonstrate that technological adaptation alone is insufficient for reducing labor insecurity.

Artificial intelligence transforms not only economic structures but also: meanings of professional success, perceptions of stability, emotional experiences of work, expectations regarding social mobility.

Consequently, policy responses focused exclusively on technical training may fail to address broader sociological dimensions of precarity.

The study also reinforces critical sociological arguments concerning the myth of technological neutrality. Artificial intelligence operates within existing systems of: economic inequality, institutional asymmetry, unequal educational opportunity, differentiated access to technological resources.

AI-driven labor transformation therefore risks intensifying pre-existing social inequalities unless accompanied by inclusive educational and labor policies.

Importantly, the findings suggest that work security itself is undergoing profound symbolic transformation.

Traditional industrial understandings of work security were primarily associated with: permanent employment, predictable career progression, institutional stability, long-term organizational attachment.

In contrast, contemporary youth increasingly define security through: employability, adaptability, transferable competencies, digital flexibility, capacity for continuous reinvention.

This shift reflects broader structural transitions toward individualized and unstable labor systems characteristic of late modernity. Overall, the study demonstrates that artificial intelligence contributes simultaneously to: labor market innovation, technological opportunity, social inequality, professional instability, redefinition of work security among younger generations.

Understanding these transformations requires sociological approaches capable of integrating: technological analysis, labor market restructuring, generational dynamics, digital inequality, institutional adaptation, symbolic dimensions of precarity.

8. CONCLUSIONS

The present study examined the sociological relationship between artificial intelligence, labor precarity, work security, and adaptive strategies among young people within contemporary labor markets. By combining quantitative survey analysis with qualitative interviews and interpretive sociological perspectives, the research provided a multidimensional understanding of how AI reshapes both objective labor conditions and subjective experiences of professional insecurity.

The findings demonstrate that artificial intelligence represents far more than a technological innovation affecting productivity and economic efficiency. AI functions as a transformative social force restructuring: labor relations, employment expectations, professional identities, educational requirements, perceptions of future security.

One of the central conclusions of the study is that young people perceive artificial intelligence through ambivalent frameworks characterized simultaneously by: optimism regarding innovation, anxiety concerning instability, openness toward technological change, fear of professional marginalization.

Although respondents acknowledged AI's capacity to create new career opportunities and improve productivity, many participants also expressed concerns regarding: automation, job displacement, intensifying competition, skill obsolescence, uncertain career trajectories.

The study therefore confirms that contemporary labor precarity increasingly involves not only economic instability but also broader forms of symbolic and psychological insecurity.

Importantly, the research revealed that perceptions of work insecurity are distributed unequally across social groups. Young people possessing: stronger digital competencies, higher educational capital, greater access to technological resources, supportive socio-economic environments, generally demonstrated higher levels of confidence regarding adaptation to AI-driven labor transformation.

Conversely, respondents from disadvantaged socio-economic backgrounds frequently perceived artificial intelligence as: a mechanism of exclusion, a threat to stability, an amplifier of labor market inequality.

These findings strongly support sociological theories concerning digital inequality and technological stratification. Artificial intelligence does not affect all individuals uniformly because adaptive capacity itself remains socially conditioned by unequal access to: education, digital infrastructure, institutional support, technological opportunities.

The study additionally demonstrates that digital competencies increasingly function as a new form of labor market capital. Young people capable of navigating AI-mediated environments reported: stronger employability confidence, lower fear of automation, greater openness toward flexible career models, increased willingness to engage in lifelong learning.

From a sociological perspective, digital literacy and technological adaptability therefore emerge as central mechanisms influencing future professional positioning and social mobility.

At the same time, the findings reveal that contemporary labor markets increasingly prioritize: flexibility, adaptability, continuous reskilling, interdisciplinary competence, technological fluency.

Traditional models of stable and predictable employment appear progressively less compatible with rapidly transforming digital economies. Many respondents no longer expect lifelong careers within single professional sectors and instead anticipate: fragmented employment trajectories, multiple occupational transitions, hybrid work arrangements, freelance and platform-based labor, ongoing professional reinvention.

These findings reflect broader structural transformations characteristic of post-industrial and technologically accelerated societies.

The qualitative analysis further demonstrated that educational institutions remain unevenly prepared to address the sociological consequences of AI-driven labor transformation. Many participants criticized educational systems for insufficient practical preparation regarding: digital competencies, technological literacy, adaptive professional skills, interdisciplinary learning, labor market flexibility.

This suggests that institutional adaptation continues to lag behind technological acceleration, thereby increasing generational uncertainty concerning future employability.

The study also identified important sociological tensions surrounding the ideology of adaptability. Although continuous learning and professional flexibility are increasingly presented as essential solutions for labor insecurity, opportunities for adaptation remain unequally distributed.

Young people from privileged socio-economic environments generally possess greater access to: digital training, educational resources, technological infrastructure, professional networks, financial support facilitating retraining processes.

Consequently, narratives emphasizing individual adaptability risk obscuring broader structural inequalities shaping labor market participation.

Another important conclusion concerns the transformation of work security itself. Traditional understandings of security associated with: permanent employment,

organizational stability, predictable career advancement, are increasingly replaced by models centered upon: employability, adaptability, transferable skills, technological competence, capacity for continuous reinvention.

This transformation reflects broader processes of individualization and institutional instability characteristic of contemporary risk societies. The findings therefore support Ulrich Beck's argument that late modern societies increasingly organize social life around uncertainty, insecurity, and permanent adaptation (Beck, 2006). Artificial intelligence intensifies these dynamics by accelerating labor market transformation and destabilizing traditional occupational structures.

Importantly, the study demonstrates that technological neutrality represents a problematic assumption within contemporary labor discourse. AI systems remain embedded within broader social structures characterized by: economic inequality, unequal educational opportunity, institutional asymmetry, differentiated access to digital resources.

Consequently, the social effects of artificial intelligence depend significantly upon: institutional governance, public educational policy, labor market regulation, digital inclusion strategies, equitable access to technological resources.

The study contributes to the sociology of work by integrating: theories of precarity, risk society perspectives, digital inequality analysis, sociological approaches to labor transformation, generational analyses of technological adaptation.

The findings emphasize that artificial intelligence simultaneously creates possibilities for: innovation, flexibility, professional diversification.

Ultimately, the research demonstrates that artificial intelligence is reshaping not only labor markets but also the meaning of work security itself. Understanding these transformations requires critical sociological perspectives capable of connecting technological change with broader questions concerning: inequality, institutional adaptation, generational vulnerability, social justice, future labor organization within digitally mediated societies.

9. PRACTICAL IMPLICATIONS AND POLICY RECOMMENDATIONS

The findings highlight the urgent need for educational and labor policies capable of supporting young people in adapting to AI-driven labor market transformation while reducing technological inequality and precarity.

First, educational systems should strengthen: digital literacy, AI competencies, critical thinking, adaptability, interdisciplinary skills. Schools and universities must increasingly prepare students for flexible and technologically dynamic labor environments.

Second, public institutions should promote: lifelong learning, continuous reskilling, accessible digital training programs, career counseling initiatives. These measures are essential for supporting young people facing rapid technological change and unstable employment conditions.

Third, reducing digital inequality must become a policy priority. Equal access to: internet connectivity, digital infrastructure, AI educational resources, technological opportunities, is necessary to prevent the amplification of labor market inequalities.

Finally, AI integration within labor markets requires ethical and socially inclusive governance. Policymakers should support: fair technological transition, protection against excessive precarity, equitable employment opportunities, institutional support for vulnerable youth groups.

Overall, the study demonstrates that successful adaptation to AI-driven labor transformation depends not only on individual flexibility but also on strong institutional support and inclusive public policy.

10. LIMITATIONS OF THE STUDY

Despite its theoretical and empirical contributions, the present study has several limitations.

First, the research focused primarily on the Romanian socio-educational context, which may limit the generalizability of findings to other national labor markets characterized by different economic structures and technological development levels.

Second, part of the quantitative data relied on self-reported perceptions regarding employability, digital competence, and work insecurity, which may be influenced by subjective interpretation and social desirability bias.

Third, the rapid evolution of artificial intelligence technologies means that perceptions regarding labor insecurity and professional adaptation may change significantly over relatively short periods of time.

Fourth, although the qualitative sample provided valuable interpretive insights, it cannot fully capture the diversity of experiences associated with youth precarity and technological adaptation.

Finally, the study focused primarily on subjective perceptions of work security rather than long-term objective employment outcomes associated with AI-driven labor transformation.

11. FUTURE RESEARCH DIRECTIONS

Future sociological research should further investigate: long-term effects of artificial intelligence on youth employment, relationships between AI literacy and labor market mobility, emotional dimensions of technological insecurity, platform labor and digital precarity, algorithmic inequality within recruitment processes, transformation of professional identity in AI-mediated economies.

Comparative international studies may provide deeper understanding regarding how different educational systems and labor policies influence young people's capacity to adapt to technological transformation.

Longitudinal research would also be valuable for examining how perceptions of work security evolve over time in relation to automation, digitalization, and changing labor market structures.

Additionally, interdisciplinary approaches combining sociology, labor economics, psychology, communication studies, and digital studies could contribute to a more comprehensive understanding of AI-driven social transformation.

The study ultimately demonstrates that artificial intelligence is reshaping not only labor markets but also the meanings of security, employability, and professional identity among younger generations. Understanding these transformations requires critical sociological perspectives capable of connecting technological innovation with broader questions concerning inequality, precarity, institutional adaptation, and social justice.

REFERENCES

- American Sociological Association. (2018). *Code of ethics*. American Sociological Association.
- Beck, U. (1992). *Risk society: Towards a new modernity*. Sage Publications.
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood Press.
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. Sage Publications.
- Carr, N. (2010). *The shallows: What the Internet is doing to our brains*. W. W. Norton & Company.
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Couldry, N., & Hepp, A. (2017). *The mediated construction of reality*. Polity Press.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.
- Denzin, N. K. (2017). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Routledge.
- Eurofound. (2024). *Digitalisation and employment: Implications for job quality and youth transitions*. Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2024). *Artificial intelligence and the future of work in Europe*. European Union.
- Eurostat. (2024). *Digital skills statistics and labor market indicators*. European Union.
- Fairclough, N. (2015). *Language and power* (3rd ed.). Routledge.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage Publications.

- International Labour Organization. (2024). *Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on employment*. ILO Publications.
- International Telecommunication Union. (2024). *Digital inclusion and youth employment report 2024*. ITU Publications.
- Noble, S. U. (2018). *Algorithms of oppression: How search engines reinforce racism*. New York University Press.
- OECD. (2024). *Employment outlook 2024: The role of artificial intelligence in the labor market*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/oecd_emp-2024-en
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4th ed.). Sage Publications.
- Ragnedda, M. (2018). Conceptualizing digital capital. *Telematics and Informatics*, 35(8), 2366–2375. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.10.006>
- Romanian Ministry of Labor. (2025). *Youth employment and digital transition policy framework*. Ministry of Labor Romania.
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.
- Standing, G. (2011). *The precariat: The new dangerous class*. Bloomsbury Academic.
- UNESCO. (2024). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing.
- van Dijk, J. (2020). *The digital divide*. Polity Press.
- Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223–235. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995>
- World Economic Forum. (2025). *The future of jobs report 2025*. World Economic Forum.

LIE IDEALS WITH LEFT DERIVATIONS IN 3-PRIME NEAR-RINGS**Abdelkarim BOUA**<https://orcid.org/0000-0002-6397-4713>:abdelkarimboua@yahoo.fr

Sidi Mohammed Ben Abdellah University, FEZ

Polydisciplinary Faculty, Taza; Morocco

Abstract : In this work, we build upon our recent findings concerning derivations. The new results utilise left derivations to establish a connection between the commutativity of addition and that of the entire ring, but only apply to 3-prime rings. Some examples are used to justify the hypotheses.

Keywords: 3-prime near-rings, Lie ideals, left derivations

Mathematics Subject Classification (2010): 16N60, 16W25, 16Y3

DEEP SEA BRINE GENERATION BY SPONTANEOUS REVERSE OSMOSIS**Zoltán UNGER¹****¹LUDOVİKA Public Service University, Nemeskürty Teacher Training Faculty****Geographical and Natural Science Department****Budapest – Hungary****unger.zoltan@uni-nke.hu; ORCID ID: 0000-0002-7986-7146****Abstract**

The discovered and described Deep Hypersaline Brines (DHAB) found in the Mediterranean Range (i.e. MedRiff 1995.), in the Red Sea (i.e. Hovland et al 2006.) and in the Gulf of Mexico (i.e. Sawyer 2019.) have come in the forefront of geological marine research. The interaction and the surface phenomena processes between normal seawater and brine are crucial to understand these deep sea processes.

However, in no publication have we found any description regarding the diffusion processes between normal seawater and brine. We hold that processes associated with surface phenomena have been neglected in geology; as a result, some of these have been forgotten about.

Seawater can be considered not only a solution, but also a colloid system (Walls 1998). From this premise it follows that a colloid system will coagulate and flocculate when reaching the critical coagulation concentration. Beyond this limit, the main physical parameters of the system will change. The suspended argillaceous particles present in the sea water will create a semipermeable membrane, and this will facilitate ion exchange processes through this membrane. The process will be controlled thermodynamically; if the pressure gradient exceeds the osmotic pressure of the seawater, *spontaneous reverse osmosis* will take place (Unger&LeClair 2018). As a consequence, freshwater will pass upward through this membrane into a region of normal seawater concentration, leaving behind a seawater with elevated concentration in salt and other components, unable to penetrate the semipermeable membrane.

This is how the Deep Hypersaline Brines (DHAB) can be formed, gathering special characteristics; e.g. becoming non-Newtonian fluids able to flow on the bottom of the sea and support deposited sediments over the DHAB surface.

REFERENCES:

1. Hovland, M., Tatyana Kuznetsovaw, T., Rueslattenz, H., Kvammew, B., Johnsenz, H.K., Fladmark, G.E., Andreas Hebachw, A., 2006: Sub-surface precipitation of salts in supercritical seawater, Basin Research 18, pp. 221–230.
2. MEDRIFF Consortium, 1995. Three brine lakes discovered in the seafloor of the Eastern Mediterranean. EOS, Transactions of American Geophysical Union 76, 313.
3. Sawyer, D.E., Mason, R.A., Cook, A.E.&Portnov, A. (2019): Submarine Landslides Induce Massive Waves in Subsea Brine Pools, Scientific Reports, Vol. 9:128. pp. 1-9.
4. Unger, Z., LeClair, D., 2018: Salt and Methane Generation Initiated by Membrane Polarisation. Earth Sciences. Vol. 7, No. 2, pp. 53-57.
5. Walls, M.L. (1998): Marine colloids: A neglected dimension, Nature 391, pp. 530-531;

**16. YÜZYILDA LİTVANYA BÜYÜK DÜKLÜĞÜ'NDE KİTAP BASIMINDA
ÖNEMLİ BİR KİŞİ OLAN PIOTR MSTISLAVETS****Sándor FÖLDVÁRI****ORCID: 0000-0002-7825-0531****alexfoldvari@gmail.com****Debrecen Üniversitesi, Beşeri Bilimler Fakültesi, Debrecen; Macaristan****Araştırma Bilim Adamı (Kıdemli Araştırmacı) ve Litvanya Dili Profesör, Emekli****ÖZET**

Belarus topraklarında ve ötesinde 16. yüzyıl Kiril alfabesiyle baskı sanatının önemli isimlerinden biri, 1569'da Zabliudov'da Didaktik İncil'i basmak için Ivan Fedorov ile birlikte çalışan Piotr Mstislavets'ti. Bu, Lublin Birliği'nin gerçekleştiği ve Ortodoksluğun devletten kademeli olarak dışlanmasına yol açan çok sayıda siyasi ve hukuki değişikliğe neden olduğu yıldır. 1572'de Ivan Fedorov ve oğlu Ukrayna topraklarına taşındı ve burada Prens Konstantin Ostrogsky'nin himayesini kazandı ve Ostrog'da Kilise Slavcası dilinde İncil'in ilk tam versiyonunu bastı. Mstislavets ise Litvanya Büyük Dükalığı'nda kaldı. Skoryna'dan sonra Vilnius'taki ikinci matbaa, Piotr Timofeyev Mstislavets ile ortaklaşa Kuzma (Kosma) Mamonich'in matbaasıydı.

Kuzma ve Leon, yasal işlem başlatan Piotr Mstislavetz ile tartıştı. Sonuç olarak, Mstislavets 1570'lerin sonlarında ve 1580'lerin başlarında Ukrayna topraklarına taşındı. Dahası, yanında bazı ekipmanları da götürdü; bunlar arasında orada basılan bazı kitapların çerçevelerini oymak için kullanılan tahtalar da vardı. Bu aletler ve ekipmanlar Derman'da (Ostrog'un yanında yer alıyordu ve aslında Derman'daki manastır Ivan Fiodoroff'un eviydi), Ukrayna'daki Poçaiv ve Kiev'de ve Romanya'daki Câmpulung'da (Ukrayna'daki Tisa nehri sınırında bulunan bir köy) bulundu. Böylece Belarus kitap kültürünün sanatsal süsleme unsurları sadece Ukrayna'ya değil, Romanya'ya da yayıldı.

Anahtar Kelimeler: Vilnius, Mamonich, Kitap Baskısı, Mstislavets, İlk Baskıcılar.

**PIOTR MSTISLAVETS, A KEY PERSON IN THE BOOK PRINTING
IN THE GRAND DUCHY OF LITHUANIA IN THE 16TH CENTURY****Sándor FÖLDVÁRI****ORCID: 0000-0002-7825-0531****alexfoldvari@gmail.com****Debrecen University, Faculty of Humanities, Baltic Studies, Debrecen, Hungary****Research Scholar (Senior Researcher) and Lecturer of Lithuanian Language, Retired****ABSTRACT**

A significant figure in 16th-century Cyrillic printing in the Belarusian lands and beyond was Piotr Timofeyev, from Mstislavl, who, under the name Mstislavets (Пётр Мстиславецъ), worked with Ivan Fedorov to print the Didactic Gospel at Zabludov in 1569. This was the same year that the Union of Lublin occurred, which led to numerous political and legal changes that gradually culminated in the expulsion of Orthodoxy from the state. (Halecki, 1920; Borzecki, 1996) Under these circumstances, the educational activities of Ivan Fedorov were no longer feasible, according to Nemirovsky (1979:143-145). In 1572, Ivan Fedorov and his son moved to Lviv, where he published an Apostle in the same year. (Ptaszycki, 1886) Then, he gained the patronage of Prince Konstantin Ostrogsky and, between 1577 and 1579, established the Ostrog Press. Through this press, he printed the first complete version of the Bible in the Church Slavonic language using movable type technology. (Isaievych, 1990; Nemirovsky, 1974) – Mstislavets did not accompany Fedorov to Ukraine but remained in the Grand Duchy of Lithuania. Mstislavets, as a Belarusian, had a better understanding of the cultural significance of Vilna, where he moved after leaving Zabludov. (Zernova, 1964) The urban population of Vilnius has enjoyed self-governance for a long period of time, as the Magdeburg Law was extended to the city as early as 1387. (Tymoshenko, 2020) – According to the current state of research, the second printing office in Vilnius, after that of Skoryna, was the printing house of Kuzma (Kosma) Mamonich in association with Piotr Timofeyev Mstislavec. (Jaroszewicz-Pieresławcew, 2003:53-58) In 1574, the Mamonich Printing House, which was initially Orthodox and later Uniate, began operating in Vilna (currently Vilnius).

Kuzma and Leon debated with Piotr Mstislavec, who took legal action. Consequently, P. Mstislavets was excluded from the printing industry and was ordered to return the equipment that he had in his possession. Mstislavets moved to the Ukrainian lands in the late 1570s and early 1580s. Moreover, he took with him some of the equipment, including boards for engraving the frames of certain books printed there. These tools and equipment were found in Derman (located next to Ostrog, and in fact, the monastery in Derman was home to Ivan Fiodoroff), as well as Pochaiv and Kyiv in Ukraine, and Câmpulung, Romania (also known as Dolhe Pole, a village located on the border river Tisa in Ukraine). This is how the elements of artistic decoration of Belarusian book culture made their way to the southern regions, not only in Ukraine, but also in Romania. Mstislavetz moved to Ukrainian lands in the late 1570-s/early 1580-s.

Keywords: Vilnius, Mamonich, Book_printing, Mstislavets, First_printers.

**EDGE COMPUTING FOR REAL-TIME FRAUD DETECTION MODULES REDUCING LATENCY IN
FINTECH PROJECT DELIVERY****MUHAMMAD FAISAL****Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University****System Development Specialist (CCT/NSER) at CRISP World Bank Project BISP****dr.faisalshabbir88@gmail.com****ORCID: 0000-0002-5797-766X****ABSTRACT**

In high-frequency trading and digital payment projects, every millisecond of latency counts. This research explores the use of **Edge Computing** methodologies to manage the deployment of "Fraud Detection Modules." Traditionally, fraud detection is centralized in the cloud, creating a bottleneck. This paper investigates an "Edge-First" project strategy where the AI is deployed on local POS (Point of Sale) devices or mobile hardware. By using "TinyML" (Lightweight Machine Learning), the project team can deliver real-time verification at the source of the transaction. The study evaluates a 2026 contactless payment project, demonstrating that "Edge-Processing" reduced fraud loss by 20% compared to cloud-based systems. The paper highlights that for "Mission-Critical" FinTech projects, the project manager must move from "Cloud-Centric" to "Distributed-Edge" architectures to meet the speed demands of the modern consumer.

Keywords: Edge Computing, TinyML, Fraud Detection, FinTech Project Architecture, Latency Reduction, Distributed Systems.

**SENTIMENT-BASED "ALGORITHMIC TRADING" FOR PROJECT CONTINGENCY FUNDS AI
FOR FINANCIAL RESILIENCE****MUHAMMAD FAISAL****Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University****System Development Specialist (CCT/NSER) at CRISP World Bank Project BISP****dr.faisalshabbir88@gmail.com****ORCID: 0000-0002-5797-766X****ABSTRACT**

Most project management modules treat contingency funds as "static cash." This research proposes an AI-driven **"Dynamic Contingency Fund"** that utilizes algorithmic trading based on project sentiment. If the project's AI (using NLU) detects a high probability of a "Resource Shock" (e.g., a critical vendor going bankrupt), it automatically hedges the project's contingency fund in the currency or commodities market to protect its value. The study explores a 2026 multi-year infrastructure FinTech project that used this methodology. By "trading against the risk," the project was able to grow its contingency fund by 15%, providing a massive buffer against unexpected costs. The paper argues that for long-term FinTech projects, the project manager must also act as a "Micro-Treasurer," using AI to manage the project's capital as a dynamic financial asset.

Keywords: Algorithmic Trading, Contingency Funds, NLU, Financial Resilience, Risk Hedging, Micro-Treasury.

**ADVERSARIAL AI FOR PROJECT "RED TEAMING" AUTOMATING VULNERABILITY
DISCOVERY IN SOFTWARE LIFECYCLES****MUHAMMAD FAISAL****Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University****System Development Specialist (CCT/NSER) at CRISP World Bank Project BISP****dr.faisalshabbir88@gmail.com****ORCID: 0000-0002-5797-766X****ABSTRACT**

Traditional security testing is often a bottleneck at the end of a project. This research explores the use of Generative Adversarial Networks (GANs) to automate "Red Teaming" within the Project Management module. The "Generator" AI acts as a sophisticated hacker, constantly attempting to find flaws in the project's code, logic, and infrastructure, while the "Discriminator" AI helps the project team build better defenses. In 2026, this "Continuous Adversarial Testing" (CAT) is integrated into the CI/CD pipeline. The study analyzes a major cloud migration project where the GAN-based Red Team identified a "Logic Bomb" vulnerability in a third-party API that human auditors had missed. The paper argues that by treating security as a "Live Competitor" within the project, managers can transition from a reactive to a proactive security posture. The research highlights that AI-driven Red Teaming reduces the "Security Debt" of a project, ensuring that the final product is "Battle-Hardened" before it ever reaches the production environment.

Keywords: GANs, Red Teaming, Vulnerability Discovery, CI/CD Security, Proactive Defense, Adversarial AI.

**RISK MANAGEMENT DYNAMICS AND THEIR IMPACT ON FINANCIAL PERFORMANCE: A
COMPARATIVE OVERVIEW OF ALBANIA AND KOSOVO****Author: Prof. Asoc. Arbana Sahiti Ramushi****University of Prishtina****Faculty of Economics****Purpose**

This study examines the impact of risk management practices on the financial performance of commercial banks operating in Kosovo and Albania, with particular emphasis on their role in maintaining banking sector stability under conditions of economic uncertainty.

Methodology

A mixed-method research design, combining qualitative and quantitative approaches, is applied. The study employs a comparative analytical framework to investigate the relationship between risk management practices and key indicators of bank performance, supported by statistical assessment of relevant financial variables.

Data

The empirical analysis is based on financial data from commercial banks in Kosovo and Albania covering the period 2014–2024. The dataset is derived from official bank financial statements, relevant national institutions, and academic sources. The analysis incorporates credit risk, liquidity risk, operational risk, capital adequacy, liquidity levels, as well as macroeconomic and bank-specific determinants.

Key Findings

The findings indicate that effective risk management practices have a significant positive influence on bank financial performance. In particular, credit and liquidity risk management are positively associated with profitability measures such as return on assets (ROA) and return on equity (ROE), whereas operational risk and macroeconomic factors demonstrate a more heterogeneous impact on financial stability.

Contribution

This study contributes to the existing literature by providing empirical evidence on the link between risk management and banking performance in a regional context. It further offers practical implications for improving risk governance frameworks and strengthening the overall resilience of the banking sector in Kosovo and Albania.

Key words: Risk management, financial performance, commercial banks, credit risk, liquidity risk, operational risk, Kosovo, Albania.

BLOCKCHAIN-BASED FINANCIAL SYSTEMS: ENGINEERING ARCHITECTURES AND ECONOMIC STABILITY**Moses Adeolu AGOI1****Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.****agoi4moses@gmail.com, +2347062230778 ORCID ID: 0000-0002-8910-2876****Victor Oluwapelumi OGONGO2****Lagos State University of Education, Lagos Nigeria. O****luwapelu@gmail.com, +2347069268439****Olajuwon Victor OLAYINKA3****Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.****olajuwonolayinka@gmail.com, +234901572215****Samuel Olayiwola AJAGA4 L****agos State University of Education, Lagos Nigeria.****olayiwolaz@gmail.com, +2348108107705****Abstract**

Blockchain-based financial systems are fundamentally reshaping global financial infrastructures by introducing decentralized, transparent, and cryptographically secure mechanisms for recording and validating transactions. Unlike traditional financial systems that rely heavily on centralized intermediaries such as banks and clearinghouses, blockchain technology enables peer-to-peer interactions through distributed consensus protocols, thereby enhancing efficiency, reducing operational costs, and minimizing counterparty risks. This study investigates the core engineering architectures that underpin blockchain ecosystems, namely public, private, and hybrid models, and critically evaluates their respective roles in promoting economic resilience and financial stability. Drawing on recent empirical and theoretical literature, the paper highlights how distributed ledger technologies (DLTs), smart contracts, and tokenization frameworks are redefining financial intermediation by automating processes, improving settlement speed, and enabling real-time auditing capabilities. These innovations not only streamline financial operations but also expand access to financial services, particularly in underserved and unbanked populations, thereby fostering greater financial inclusion. However, despite these benefits, several persistent challenges remain. Issues related to scalability, energy consumption, governance structures, regulatory fragmentation, and exposure to systemic risks continue to hinder widespread adoption and integration. The findings suggest that while blockchain adoption contributes positively to financial development and microeconomic efficiency, its long-term sustainability depends on the establishment of robust regulatory frameworks and adaptive governance models. In particular, hybrid blockchain architectures emerge as a viable solution, offering a balance between decentralization and institutional oversight. The paper concludes by emphasizing the need for future research focused on interoperability across blockchain networks, evidence-based policy design, and resilience modelling to ensure the stability and scalability of next-generation financial systems.

Keyword: Blockchain Architecture; Decentralized Finance; Economic Stability; Financial Systems.

INTRODUCTION



The rapid advancement of blockchain technology has significantly redefined the structure, governance, and operational dynamics of modern financial systems. Historically, financial infrastructures have been built upon centralized architectures, where trusted intermediaries such as commercial banks, central banks, payment processors, and clearinghouses are responsible for validating, recording, and reconciling transactions. These intermediaries ensure trust, enforce compliance, and manage risk; however, they also introduce inefficiencies, including higher transaction costs, delayed settlement times, limited transparency,

and vulnerability to single points of failure. In contrast, blockchain technology introduces a decentralized paradigm in which transaction validation is achieved through distributed consensus mechanisms, such as Proof of Work (PoW) or Proof of Stake (PoS), thereby reducing or eliminating the reliance on intermediaries (Bakare et al., 2024). At its core, blockchain functions as an immutable distributed ledger, where transactions are recorded in cryptographically secured blocks that are linked chronologically and cannot be altered retroactively without consensus from the network. This immutability ensures data integrity, while the distributed nature of the ledger enhances transparency and resilience. Every participant in the network has access to a synchronized version of the ledger, enabling real-time verification and auditability of financial transactions. These characteristics significantly reduce fraud, enhance trust among participants, and streamline reconciliation processes that traditionally require substantial manual oversight. The applications of blockchain technology in finance are extensive and rapidly evolving. In the domain of payments, blockchain enables near-instantaneous cross-border transactions with significantly lower fees compared to traditional correspondent banking systems. This is particularly impactful in emerging economies, where remittance flows are vital to household income and economic development. In asset tokenization, blockchain allows physical and financial assets, such as real estate, equities, commodities, and even intellectual property, to be represented digitally as tokens on a distributed ledger. This process enhances liquidity, enables fractional ownership, and broadens access to investment opportunities. Furthermore, blockchain facilitates innovative lending and borrowing mechanisms through decentralized finance (DeFi) platforms. These platforms utilize smart contracts, self-executing code embedded on the blockchain, to automate financial agreements, including loans, collateral management, and interest payments. By removing intermediaries, DeFi systems reduce operational costs and increase accessibility, enabling individuals without access to traditional banking services to participate in financial markets. This shift represents a broader transition toward peer-to-peer financial ecosystems, where users directly interact with protocols rather than institutions. Empirical studies support the transformative impact of blockchain on financial development. For instance, Evans (2019) demonstrates that blockchain innovation is positively correlated with financial market efficiency, particularly through improved transaction speed, reduced information asymmetry, and enhanced transparency. These improvements contribute to more efficient capital allocation and market functioning. Additionally, blockchain's ability to provide verifiable and tamper-proof records supports regulatory compliance and audit processes, potentially reducing the cost and complexity of financial supervision. However, despite these significant advantages, the integration of blockchain and crypto-assets into mainstream financial systems introduces a range of complex challenges and risks. One of the primary concerns is scalability. Many blockchain networks, particularly public ones, face limitations in processing large volumes of transactions quickly and efficiently. This constraint poses challenges for widespread adoption in high-frequency financial environments, such as global payment systems and securities trading platforms. Another critical issue is governance. Decentralized systems often lack clear decision-making structures, which can lead to conflicts among stakeholders, particularly during protocol upgrades or in response

to security breaches. The absence of centralized authority complicates accountability and dispute resolution, raising concerns for institutional adoption. Regulatory uncertainty further exacerbates these challenges. The rapid evolution of blockchain technologies has outpaced the development of comprehensive legal and regulatory frameworks. Different jurisdictions adopt varying approaches to regulating crypto-assets, leading to fragmentation and potential regulatory arbitrage. Issues such as anti-money laundering (AML), know-your-customer (KYC) compliance, data privacy, and taxation remain areas of ongoing debate and policy development. Moreover, the increasing interconnection between blockchain-based systems and traditional financial institutions raises concerns about systemic risk and financial stability. Crypto-assets are often characterized by high price volatility, speculative behaviour, and limited intrinsic value, which can amplify market instability. As traditional financial institutions begin to integrate blockchain technologies and hold crypto-assets, the risk of contagion between digital and conventional financial markets becomes more pronounced. Institutions such as the Financial Stability Board (FSB, 2023) have highlighted that the growing adoption of crypto-assets and decentralized finance could have significant implications for global financial stability. The FSB emphasizes that vulnerabilities in crypto markets, such as liquidity mismatches, leverage, and operational risks, could propagate to the broader financial system, particularly if regulatory safeguards are insufficient. Additionally, cyber risks and smart contract vulnerabilities pose threats to the integrity and security of blockchain-based financial systems. In response to these challenges, there is a growing recognition of the need for hybrid approaches that combine the benefits of decentralization with the oversight and stability provided by traditional financial institutions. Hybrid blockchain architectures, which integrate permissioned and permission less elements, offer a promising pathway for balancing innovation with regulatory compliance. These systems allow for controlled access, enhanced scalability, and improved governance while maintaining the transparency and efficiency of distributed ledger technologies. Conclusively, blockchain technology represents a paradigm shift in the design and operation of financial systems, offering unprecedented opportunities for efficiency, transparency, and inclusion. However, its successful integration into the global financial ecosystem requires careful consideration of technical, economic, and regulatory challenges. Addressing issues related to scalability, governance, and systemic risk will be essential to ensuring that blockchain-based financial systems contribute positively to long-term economic stability and resilience.

LITERATURE REVIEW

Blockchain Architecture

Blockchain architectures are broadly categorized into three primary types, public, private, and hybrid blockchain, each representing distinct design philosophies, governance models, and operational capabilities within distributed financial systems. These architectural classifications are critical for understanding how blockchain technologies can be tailored to meet varying requirements of transparency, scalability, security, and regulatory compliance across different financial applications. Public blockchain, such as Bitcoin and Ethereum, operate as open, permission less networks where any participant can join, validate transactions, and access the ledger without restrictions. These systems rely on decentralized consensus mechanisms, including Proof of Work (PoW) or Proof of Stake (PoS), to ensure trust and data integrity. Public blockchain are characterized by high transparency, immutability, and censorship resistance, making them suitable for applications requiring trustless environments, such as cryptocurrencies and decentralized finance (DeFi). However, their openness often comes at the cost of scalability limitations, slower transaction throughput, and high energy consumption, particularly in PoW-based systems (Ismail & Materwala, 2019). In contrast, private blockchain (also referred to as permissioned blockchain) are controlled by a single organization or a consortium of entities. Access to the network is restricted, and participants must be authorized to validate transactions or view data. This architecture prioritizes efficiency, privacy, and governance control, making it particularly suitable for enterprise and financial institution use cases such as interbank settlements, supply chain finance, and regulatory reporting.

Private Blockchain offer significantly higher transaction speeds and lower latency compared to public networks due to their limited number of nodes and optimized consensus mechanisms. However, they sacrifice a degree of decentralization and transparency, as trust is placed in a centralized authority or governing body rather than a distributed network (Dinh et al., 2017). To address the inherent trade-offs between public and private systems, hybrid blockchain architectures have emerged as a compelling solution that integrates the strengths of both models. Hybrid blockchain combine the openness and transparency of public networks with the controlled access and efficiency of private systems, creating a flexible and adaptive framework for complex financial environments. In this architecture, sensitive data and internal operations are typically managed within a private, permissioned blockchain, while selected transaction records or proofs are anchored to a public blockchain to ensure transparency, auditability, and trust (Srivastava & Chhillar, 2025). This dual-layered approach enables organizations to maintain confidentiality and regulatory compliance while simultaneously leveraging the decentralized validation and immutability of public networks. For instance, financial institutions can process high-volume transactions internally on a private chain while publishing cryptographic proofs to a public chain for verification and audit purposes. This selective transparency mechanism enhances trust among stakeholders without exposing sensitive data, thereby addressing one of the key limitations of purely public systems. Moreover, hybrid architectures are particularly advantageous in addressing scalability challenges, which remain a major bottleneck in blockchain adoption. By offloading high-frequency transactions to private layers and using public chains for periodic validation, hybrid systems significantly improve throughput and reduce network congestion. Research indicates that such modular and interoperable designs enable seamless communication between blockchain layers through middleware, APIs, and gateways, thereby supporting enterprise-grade scalability and integration with existing financial infrastructures (Srivastava & Chhillar, 2025). Another critical advantage of hybrid blockchain systems lies in their governance flexibility. Unlike fully decentralized public blockchain or highly centralized private systems, hybrid architectures allow for customizable governance models that can be adapted to regulatory requirements and organizational needs. This is particularly relevant in financial systems, where compliance with legal frameworks such as anti-money laundering (AML) and know-your-customer (KYC) regulations is essential. Hybrid models enable controlled participation and identity management within the private layer while maintaining transparency and accountability through the public layer (Kim et al., 2020). Furthermore, hybrid blockchain architectures support interoperability and cross-chain communication, which are increasingly important in the evolving digital financial ecosystem. As multiple blockchain platforms coexist, the ability to transfer data and assets across different networks becomes essential for achieving seamless financial integration. Hybrid systems facilitate this by acting as bridges between heterogeneous blockchain environments, thereby enhancing efficiency and reducing fragmentation. Empirical and conceptual studies increasingly emphasize that hybrid blockchain architectures are particularly well-suited for financial systems due to their ability to balance competing requirements of transparency, privacy, scalability, and governance. For example, enterprise applications in banking, insurance, and capital markets benefit from the hybrid approach by enabling secure data sharing, efficient transaction processing, and regulatory compliance within a unified framework (Babburi, 2023). In conclusion, while public and private blockchain each offer unique advantages, their limitations necessitate more adaptable solutions in complex financial environments. Hybrid blockchain architectures represent a significant evolution in blockchain design, providing a balanced and pragmatic approach that aligns technological innovation with real-world operational and regulatory demands. As blockchain adoption continues to expand, hybrid models are likely to play a central role in the development of resilient, scalable, and secure financial systems.

Blockchain and Financial Stability

Research increasingly suggests that blockchain technology has the potential to enhance financial stability by improving efficiency, reducing operational costs, and expanding access to financial services. By eliminating

intermediaries and enabling real-time settlement through distributed ledger technologies (DLTs), blockchain reduces transaction frictions and enhances transparency across financial systems. Empirical evidence indicates that such efficiencies can strengthen financial market performance and support microeconomic stability, particularly in emerging economies where traditional banking infrastructure is limited (Putra & Lasmi, 2025). Furthermore, blockchain-based systems facilitate financial inclusion by providing decentralized access to financial services, allowing unbanked populations to participate in payments, savings, and lending ecosystems without reliance on formal institutions. From an efficiency perspective, blockchain significantly reduces transaction costs associated with cross-border payments, clearing, and settlement processes. Traditional systems often require multiple intermediaries, each introducing delays and additional costs, whereas blockchain enables near-instantaneous settlement through automated consensus mechanisms. This improved efficiency contributes to more resilient financial systems by reducing operational risks and enhancing liquidity management. Additionally, the transparency and immutability of blockchain records enhance auditability and reduce fraud, thereby strengthening trust among market participants. However, despite these benefits, a substantial body of literature highlights critical risks and vulnerabilities associated with blockchain-based financial systems, particularly those involving crypto-assets. One of the most prominent concerns is the high volatility of crypto-assets, which undermines their effectiveness as stable stores of value or reliable mediums of exchange. Studies show that crypto-assets often experience extreme price fluctuations due to speculative trading, market sentiment, and lack of intrinsic value. According to the Financial Stability Board, crypto-assets are characterized by “market risks from volatility” and lack the essential attributes of sovereign currencies, such as stability and widespread acceptance. This volatility can lead to wealth shocks, investor losses, and broader market instability, especially during periods of financial stress. Another significant issue is the lack of comprehensive regulatory frameworks governing blockchain and crypto-asset markets. The decentralized and borderless nature of blockchain technology complicates the implementation of consistent regulatory policies across jurisdictions. Regulatory fragmentation creates opportunities for arbitrage, where market participants exploit differences in national regulations to avoid oversight. The Financial Stability Board has emphasized that gaps in regulation, combined with the rapid growth of crypto markets, pose increasing risks to financial stability, particularly as the market expands and becomes more interconnected with traditional financial systems. Without harmonized global standards, issues such as fraud, money laundering, and consumer protection remain significant challenges. A further concern relates to contagion and systemic risk. As blockchain-based financial systems become more integrated with traditional financial institutions, the potential for risk transmission across markets increases. The Financial Stability Board notes that vulnerabilities such as leverage, liquidity mismatches, and operational fragilities within decentralized finance (DeFi) systems can amplify shocks and lead to spill over effects in the broader financial system. Similarly, research from the Federal Reserve Bank of New York highlights that the crypto ecosystem exhibits interconnectedness, leverage, and funding risks, which can contribute to financial instability if left unchecked. Although current linkages between crypto markets and traditional finance remain relatively limited, the rapid growth of digital assets suggests that these risks could escalate significantly in the future. Moreover, the speculative nature of crypto-assets and their limited institutional backing further exacerbate stability concerns. Unlike traditional financial assets, many cryptocurrencies are not supported by underlying economic fundamentals or regulatory guarantees, making them highly susceptible to speculative bubbles and market manipulation. Herr and Kellermann (2024) argue that this lack of institutional anchoring increases the likelihood of financial instability, as price dynamics are driven largely by speculation rather than intrinsic value. Supporting this view, recent studies demonstrate that higher levels of decentralization are often associated with increased volatility, whereas assets with some form of institutional backing tend to exhibit more stable price behaviour (Sovbetov, 2025). Additionally, structural vulnerabilities within blockchain ecosystems, such as smart contract failures, cyber risks, and governance weaknesses, pose further threats to financial stability. Decentralized platforms often rely on complex code that may contain vulnerabilities, leading to significant financial losses when exploited.

Furthermore, the absence of centralized oversight can hinder effective crisis management and accountability during system failures. In conclusion, while blockchain technology offers significant potential to enhance financial stability through efficiency gains, cost reductions, and increased financial inclusion, it simultaneously introduces new and complex risks. Volatility, regulatory gaps, and systemic contagion remain key concerns that must be addressed to ensure the sustainable integration of blockchain into global financial systems. Achieving this balance will require coordinated regulatory efforts, improved risk management frameworks, and the development of hybrid financial architectures that combine innovation with institutional stability.

Tokenization and Future Financial Systems

Tokenization; defined as the digital representation of real-world or financial assets on a blockchain or distributed ledger, is rapidly emerging as a foundational pillar of next-generation financial systems. By converting ownership rights into programmable digital tokens, tokenization enables seamless integration of payments, clearing, settlement, and asset transfer into unified, interoperable platforms. This transformation is not merely incremental but structural, as it redefines how financial assets are issued, traded, and managed across global markets. According to the Bank for International Settlements (BIS, 2025), tokenization “paves the way for new arrangements in cross-border payments, securities markets and beyond,” forming the backbone of a unified ledger system where different forms of money and assets coexist efficiently. One of the most significant advantages of tokenization lies in its ability to enhance efficiency and reduce transaction friction. Traditional financial systems are fragmented, involving multiple intermediaries for clearing, settlement, and reconciliation. Tokenized systems, by contrast, operate on shared ledgers that enable near real-time settlement and reduce duplication of records. This results in lower operational costs, faster transaction speeds, and improved liquidity management. Studies highlight that tokenization can streamline complex financial processes, reducing settlement cycles from days (e.g., T+2 systems) to near-instant execution (Misztal, 2025). In addition to efficiency gains, tokenization significantly improves transparency and auditability. Since all transactions are recorded on immutable distributed ledgers, market participants, including regulators, can access verifiable records in real time. This reduces information asymmetry and enhances trust across financial ecosystems. The World Economic Forum (2025) emphasizes that tokenization introduces a “shared system of record” with built-in programmability and composability, enabling seamless interaction between different asset classes and financial services. These features allow for automated compliance, embedded governance rules, and real-time risk monitoring, which are critical for maintaining financial stability. Another transformative aspect of tokenization is its ability to unlock liquidity and democratize access to financial markets. Traditionally illiquid assets, such as real estate, private equity, infrastructure, and fine art, can be fractionalized into smaller units, allowing a broader range of investors to participate. This fractional ownership model lowers entry barriers and increases market participation, particularly for retail investors and those in emerging economies. For instance, tokenized real estate platforms allow investors to own fractional shares of high-value properties, thereby expanding access to previously inaccessible asset classes (Deloitte, 2025). Empirical projections further underscore the economic significance of tokenization. Industry reports estimate that the global tokenized asset market could reach \$16 trillion by 2030, up from approximately \$310 billion in 2025, reflecting exponential growth and increasing institutional adoption (Blockchain Council, 2025). Similarly, the value of tokenized real-world assets (RWAs) surpassed \$30 billion by 2025, indicating strong momentum in bridging traditional finance (TradFi) with decentralized finance (DeFi) ecosystems (Hilbert Group, 2025). These trends highlight tokenization’s role as a key driver of financial innovation and capital market expansion. Tokenization also enhances interoperability across financial systems, a critical requirement for modern financial infrastructures. By standardizing asset representation and enabling programmable interactions between tokens, blockchain-based platforms facilitate seamless cross-border transactions and integration between different financial services. This interoperability is essential for building unified financial ecosystems where payments, securities trading, and asset management operate within a single digital framework. The BIS (2025) highlights that

tokenized platforms combining central bank money, commercial bank deposits, and financial assets can create a cohesive and efficient monetary system. Despite its transformative potential, tokenization also faces several challenges and risks. These include regulatory uncertainty, technological complexity, limited interoperability between blockchain networks, and concerns about liquidity in early-stage markets. The World Economic Forum (2025) notes that adoption is often hindered by legacy infrastructure and fragmented regulatory environments, which slow down large-scale implementation. Additionally, questions remain regarding legal ownership rights, custody frameworks, and the alignment of tokenized assets with existing financial regulations. In conclusion, tokenization represents a paradigm shift in financial system design, offering a unified, efficient, and inclusive framework for managing digital and real-world assets. By integrating payments, settlement, and asset transfer into programmable platforms, tokenization enhances efficiency, transparency, liquidity, and interoperability. While significant challenges remain, ongoing technological advancements and regulatory developments suggest that tokenization will play a central role in shaping the future of global finance.

MATERIALS AND METHODS

This study adopts a systematic literature review complemented by a qualitative analytical approach, with the aim of providing a comprehensive and critically informed understanding of blockchain-based financial systems. It draws extensively on peer-reviewed journal articles, institutional publications, and academic working papers published between 2020 and 2026 to ensure both relevance and contemporaneity. The data sources encompass a wide range of materials, including publications from SSRN and ResearchGate, reports issued by central banks and global financial regulatory bodies, as well as high-impact academic journals focusing on blockchain technology, financial innovation, and economic systems. Methodologically, the study employs a comparative analysis of blockchain architectures, public, private, and hybrid, to evaluate their structural characteristics and functional implications. This is further supported by a thematic synthesis of existing literature on financial stability, enabling the identification of recurring patterns, risks, and opportunities associated with blockchain adoption. Additionally, the research integrates empirical findings from selected case studies to ground theoretical insights in real-world applications. The analytical framework is further enriched by incorporating modelling perspectives that conceptualize blockchain systems as dynamic economic networks governed by consensus mechanisms, incentive structures, and participant behaviour, thereby providing a holistic view of their operational and economic dynamics.

RESULTS AND DISCUSSION

Engineering Architectures of Blockchain Systems

Blockchain-based financial systems are fundamentally constructed around three interdependent technological pillars: consensus mechanisms, distributed ledger infrastructure, and smart contract protocols. These components collectively define the operational efficiency, security, and scalability of blockchain ecosystems, particularly within enterprise finance where performance and regulatory compliance are critical. Firstly, consensus mechanisms serve as the backbone of blockchain validation processes, ensuring agreement among distributed network participants without the need for centralized authority. Common mechanisms include Proof of Work (PoW) and Proof of Stake (PoS), each with distinct trade-offs in terms of energy consumption, scalability, and security. Recent studies indicate a significant shift toward PoS-based systems due to their improved efficiency and reduced computational cost. For instance, PoS accounts for approximately 33.3% of blockchain networks, making it the most widely adopted consensus model, while hybrid consensus models represent about 14.3%, reflecting growing interest in combining multiple validation approaches for enhanced performance (Rahman et al., 2023). From a performance standpoint, empirical simulations reveal notable differences across consensus algorithms. For example, Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT)-based systems can achieve throughput levels of up to 0.80 transactions per second, compared to 0.07 transactions per second in basic PoW systems, representing more than a 10-fold improvement in efficiency (Zheng et al., 2025).

These findings underscore the importance of selecting appropriate consensus mechanisms in financial applications where transaction speed and reliability are paramount. Second, the distributed ledger infrastructure provides the foundational architecture for storing and synchronizing transaction data across multiple nodes. Unlike traditional centralized databases, distributed ledgers ensure immutability, transparency, and fault tolerance by replicating data across the network. This architecture eliminates single points of failure and enhances system resilience, making it particularly suitable for financial systems that require high levels of trust and data integrity. Research shows that distributed ledgers significantly reduce operational costs by removing intermediaries and enabling peer-to-peer transaction validation, thereby improving overall system efficiency (Ismail & Materwala, 2019). Moreover, distributed ledger systems support real-time auditing and traceability, which are essential for regulatory compliance in financial environments. By maintaining synchronized records across all nodes, blockchain networks enable instant verification of transactions, reducing reconciliation delays and improving transparency. However, this decentralization often introduces performance trade-offs, as increased network size can lead to higher latency and reduced throughput, necessitating architectural optimizations such as sharding and layer-2 scaling solutions. Thirdly, smart contract protocols play a crucial role in automating financial transactions and enforcing contractual agreements without human intervention. Smart contracts are self-executing programs that run on blockchain platforms, ensuring that predefined conditions are met before transactions are executed. This automation reduces administrative overhead, minimizes errors, and enhances operational efficiency. According to recent research, smart contracts significantly improve transaction reliability by ensuring that execution is “strictly enforced according to established logic” without external manipulation (Li et al., 2024). Despite their advantages, smart contracts also present challenges related to security vulnerabilities and execution efficiency. Studies indicate that approximately two-thirds of smart contract research focuses on addressing issues such as security, privacy, and performance, highlighting the complexity of deploying reliable contract systems in decentralized environments (Alharby & van Moorsel, 2017). Additionally, the computational cost of executing smart contracts on-chain can lead to scalability constraints, particularly in high-frequency financial applications. To address these limitations, hybrid blockchain architectures have emerged as a highly effective solution for enterprise finance. These architectures integrate both on-chain (decentralized) and off-chain (centralized) components, enabling systems to balance performance, scalability, and security requirements. Empirical evaluations demonstrate that hybrid architectures can significantly improve transaction throughput and reduce latency compared to purely public blockchain systems, while still maintaining transparency and trust (Solaiman et al., 2021). Recent simulation-based studies further support this claim, showing that hybrid blockchain systems can achieve higher transaction throughput and lower latency while preserving data privacy and regulatory compliance through selective transparency mechanisms (Doe et al., 2026). For example, sensitive financial data can be processed within private blockchain layers, while cryptographic proofs are recorded on public chains for auditability. This dual-layer approach enables financial institutions to meet stringent regulatory requirements, such as Know Your Customer (KYC) and Anti-Money Laundering (AML) compliance, without compromising operational efficiency. Additionally, hybrid architectures enhance interoperability and integration with legacy financial systems. By incorporating standardized interfaces and middleware solutions, hybrid blockchain facilitate seamless communication between traditional financial infrastructures and decentralized networks. This capability is particularly important in enterprise environments where multiple stakeholders and systems must interact efficiently. Conclusively, blockchain-based financial systems rely on the synergistic interaction of consensus mechanisms, distributed ledger infrastructure, and smart contract protocols to deliver secure, efficient, and transparent financial services. While each component presents unique advantages and challenges, hybrid blockchain architectures offer a balanced and scalable solution that aligns with the complex requirements of modern financial systems. By combining decentralization with regulatory compliance and performance optimization, hybrid models represent a critical evolution in blockchain engineering, paving the way for widespread adoption in enterprise finance.

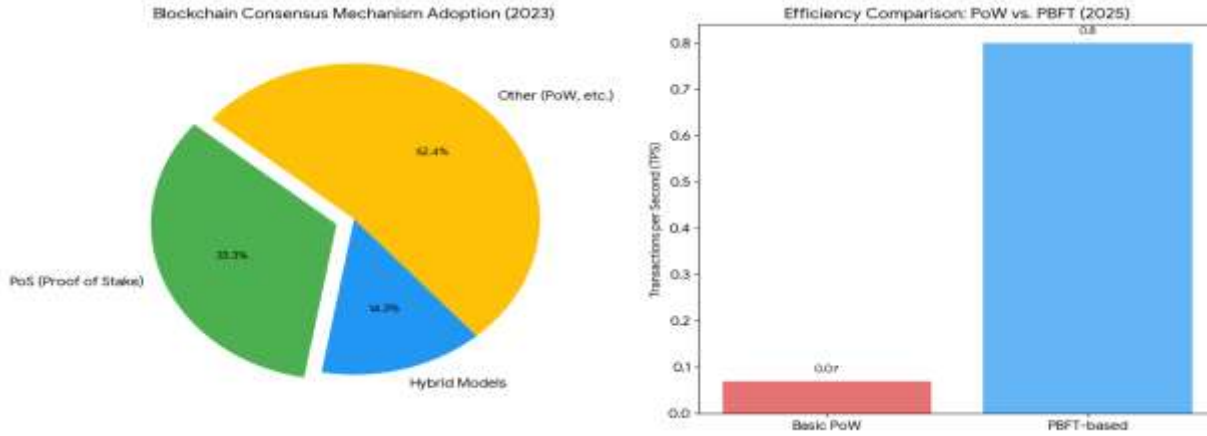


Fig.1: Dual visualization focusing on adoption trends and performance efficiency. The charts illustrate the core metrics and technological shifts.

Economic Implications

Empirical research consistently shows that blockchain adoption produces measurable improvements in financial development, financial inclusion, and transaction efficiency, reinforcing its role as a transformative financial innovation. At the macroeconomic level, blockchain technologies enhance financial development by strengthening market infrastructure, improving capital allocation efficiency, and increasing the depth and liquidity of financial markets. Evans (2019), using data from the United States and China between 2008 and 2016, finds that blockchain innovation has a positive and statistically significant effect on financial market development, indicating that countries with higher levels of blockchain adoption experience more advanced and efficient financial systems (Evans, 2019; MPRA Paper 99212). Beyond market development, blockchain significantly improves access to financial services, particularly in underserved and unbanked populations. By enabling peer-to-peer transactions without reliance on traditional intermediaries, blockchain reduces entry barriers to financial participation. Distributed ledger technologies allow individuals to engage in payments, savings, and lending activities using only digital identity systems and internet access. This is particularly impactful in developing economies where traditional banking infrastructure is limited or unevenly distributed. Studies on financial inclusion show that digital financial systems, including blockchain-enabled platforms, expand financial access and reduce exclusion by lowering account opening costs and transaction requirements (Edo et al., 2019). In addition, blockchain contributes to significant reductions in transaction costs, which is one of its most widely recognized economic benefits. Traditional financial systems rely on multiple intermediaries, banks, clearinghouses, custodians, and payment processors, each adding fees and delays. Blockchain eliminates many of these intermediaries by enabling direct settlement through consensus mechanisms and smart contracts. Empirical analyses show that blockchain-based cross-border payment systems can reduce transaction costs by between 30% and 60%, while also decreasing settlement time from several days to near real-time execution (World Bank estimates summarized in fintech literature, 2023). These efficiency gains improve liquidity circulation and reduce systemic inefficiencies in global financial markets. Furthermore, blockchain enhances financial market efficiency and transparency, which are critical components of financial stability. By recording transactions in immutable distributed ledgers, blockchain reduces information asymmetry and improves auditability. This transparency strengthens investor confidence and reduces the likelihood of fraud and manipulation. Empirical studies in fintech literature also indicate that blockchain adoption is associated with increased capital market participation and improved investment efficiency due to better information flow and reduced transaction frictions (Lui & Ngai, 2019). At the firm and institutional level, blockchain adoption has also been linked to positive financial performance outcomes, reinforcing its broader macroeconomic benefits.

For example, empirical evidence from portfolio analysis of firms adopting blockchain shows that blockchain integration leads to positive abnormal returns in long-term market valuation, suggesting that markets reward blockchain-enabled efficiency and innovation (Lui & Ngai, 2019). This supports the argument that blockchain adoption not only improves system-level efficiency but also enhances corporate financial performance and competitiveness. In addition, blockchain supports financial development by improving capital market efficiency and investment flows. By enabling tokenization and digital asset trading, blockchain increases market liquidity and allows fractional ownership of assets, thereby broadening investor participation. This contributes to deeper and more resilient financial markets. Research on financial development indicators further shows that improvements in financial access and efficiency are strongly correlated with capital market growth, reinforcing the role of blockchain as a structural enabler of financial development (Agbada, 2019). However, despite these benefits, empirical literature also emphasizes that the impact of blockchain is not uniformly positive across all contexts. The magnitude of financial development gains depends on regulatory readiness, technological infrastructure, and institutional quality. Countries with strong governance frameworks tend to experience more pronounced benefits, while those with weak regulatory systems may face risks related to volatility, fraud, and market fragmentation. In all, empirical findings strongly support the view that blockchain adoption enhances financial development, improves financial inclusion, and reduces transaction costs through decentralized and efficient financial infrastructure. Evans (2019) provides robust evidence of its positive and statistically significant relationship with financial market growth, while broader studies confirm its role in expanding financial access and improving system efficiency. Nonetheless, realizing these benefits at scale requires supportive regulatory frameworks, technological maturity, and institutional adaptation to mitigate emerging risks and maximize long-term financial stability.

Financial Stability Considerations

Blockchain introduces a complex dual financial dynamic in modern economic systems, operating simultaneously as a stabilizing technological innovation and a potential source of systemic vulnerability. On the stabilizing side, blockchain significantly enhances financial system resilience by improving transparency, auditability, and transactional traceability. Every transaction recorded on a distributed ledger is cryptographically secured, time-stamped, and validated through consensus mechanisms, making the system highly resistant to tampering and fraud. This immutable record-keeping reduces information asymmetry among market participants and strengthens regulatory oversight by enabling real-time monitoring of financial flows. As noted by the Bank for International Settlements (2025), distributed ledger systems can improve the efficiency of financial infrastructure by integrating payments, securities settlement, and asset transfers into a unified programmable framework, thereby reducing fragmentation across financial markets. In addition to transparency, blockchain improves operational efficiency and settlement performance, which are critical for financial stability. Traditional financial systems rely on multi-layered intermediaries—such as clearinghouses, custodians, and correspondent banks—which introduce delays, reconciliation errors, and additional transaction costs. Blockchain-based systems, however, enable near-instantaneous settlement through automated consensus protocols and smart contracts, significantly reducing counterparty risk. Empirical fintech studies suggest that blockchain adoption can reduce settlement times from several days (T+2 or T+3 systems) to near real-time execution, while simultaneously lowering transaction processing costs by up to 30–60% depending on the application context (World Bank, 2023). These efficiency gains improve liquidity circulation, reduce systemic bottlenecks, and enhance the overall stability of financial markets. Moreover, blockchain contributes to fraud reduction and operational risk mitigation. Because transaction records are distributed across multiple nodes and require consensus validation, unauthorized alterations become computationally infeasible. This reduces risks associated with internal fraud, double spending, and data manipulation. Financial institutions adopting blockchain-based reconciliation systems have reported significant reductions in accounting discrepancies and operational inefficiencies, particularly in cross-border payment systems and interbank settlements. Additionally,

smart contracts, self-executing code embedded within blockchain protocols, further reduce operational risks by automating contract enforcement without human intervention, minimizing errors and improving compliance accuracy. Despite these stabilizing advantages, blockchain simultaneously introduces several destabilizing forces that raise concerns about financial stability. One of the most significant risks is crypto-asset volatility, which remains substantially higher than that of traditional financial instruments. Empirical evidence indicates that cryptocurrencies can exhibit daily volatility levels three to five times greater than equity markets, driven by speculative trading, liquidity constraints, and sentiment-based market behaviour. This volatility undermines their function as stable stores of value and increases the risk of sudden financial shocks, particularly for institutional investors with significant exposure to digital assets. Another critical destabilizing factor is systemic contagion risk, which emerges from the increasing interconnectedness between decentralized finance (DeFi) ecosystems and traditional financial institutions. As crypto-assets become integrated into mainstream financial products, such as exchange-traded funds (ETFs), tokenized securities, and stable coins backed by fiat reserves, the potential for cross-market transmission of shocks increases significantly. Recent systemic risk analyses indicate that leverage within DeFi protocols, combined with liquidity mismatches and interconnected lending platforms, can amplify financial stress during market downturns, creating cascading effects across both digital and traditional financial systems (Aufiero et al., 2025). This interconnectedness transforms localized shocks in crypto markets into broader systemic vulnerabilities affecting global financial stability. Furthermore, regulatory uncertainty remains a persistent challenge. The decentralized and borderless nature of blockchain complicates the establishment of unified regulatory frameworks, resulting in fragmented oversight across jurisdictions. This regulatory inconsistency creates opportunities for arbitrage and weakens global risk management coordination. The Financial Stability Board (FSB, 2025) highlights that gaps in regulatory coverage, particularly in decentralized finance and stable coin ecosystems, may increase systemic exposure as adoption scales, especially in the absence of harmonized international standards. Recent findings from the European Systemic Risk Board (ESRB, 2025) further emphasize that the increasing integration of crypto-assets into traditional financial systems is amplifying systemic risk exposure. In particular, stable coins and tokenized assets backed by traditional financial reserves create new liquidity interdependencies that could accelerate contagion during periods of market stress. The ESRB warns that such linkages may lead to synchronized asset sell-offs, liquidity shortages, and increased volatility across financial markets. Overall, blockchain presents a paradoxical impact on financial stability, simultaneously strengthening financial systems through efficiency, transparency, and automation while introducing new risks related to volatility, contagion, and regulatory fragmentation. While its stabilizing effects improve market functioning and reduce operational inefficiencies, its destabilizing forces become more pronounced as integration with traditional finance deepens. Therefore, the long-term stability of blockchain-based financial systems depends on the development of robust regulatory frameworks, improved risk management mechanisms, and coordinated global governance structures capable of addressing the evolving complexities of digital financial ecosystems.

Governance and Regulation

Effective governance frameworks are critical to the successful deployment and sustainability of blockchain-based financial systems, particularly as these systems evolve toward complex hybrid architectures that integrate both decentralized and centralized elements. In contemporary blockchain ecosystems, governance refers to the structures, rules, and decision-making mechanisms that regulate how networks are maintained, upgraded, and secured. Without effective governance, blockchain systems risk fragmentation, inefficiency, and loss of trust among participants. Recent research emphasizes that blockchain governance must balance decentralization with accountability, ensuring that no single actor can unilaterally control system operations while still maintaining coordinated oversight (Liu et al., 2021). Hybrid blockchain systems have therefore emerged as a practical solution, enabling institutions to maintain control over sensitive data and regulatory compliance requirements while simultaneously leveraging decentralized consensus mechanisms to enhance transparency, resilience, and

operational efficiency (Doe et al., 2026). Hybrid blockchain governance is particularly significant in enterprise financial environments because it addresses the limitations inherent in purely public or purely private blockchain models. Public blockchain, while highly transparent and secure, often lack scalability and formal governance structures, whereas private blockchain offer efficiency and control but reduce decentralization and trust among external stakeholders. Hybrid systems bridge this gap by allowing selective decentralization, where certain processes are governed by distributed consensus while others remain under institutional control. According to recent enterprise blockchain studies, hybrid architectures improve scalability and transaction throughput by distributing workloads across private and public layers, while also enabling secure data sharing and compliance with financial regulations (Doe et al., 2026). From a financial systems perspective, governance in hybrid blockchain environments typically operates across multiple layers, including protocol governance (consensus rules), operational governance (transaction validation and data management), and institutional governance (regulatory compliance and decision rights). This multi-layered structure enables financial institutions to maintain oversight over sensitive financial data while benefiting from decentralized validation processes that enhance system integrity. Empirical research indicates that such hybrid governance models improve operational efficiency by reducing reconciliation delays and lowering administrative costs associated with cross-institutional financial transactions. For example, hybrid blockchain systems can reduce settlement inefficiencies by enabling real-time validation of transactions while still preserving controlled access to confidential financial information (Hybrid Blockchain Architectures for Enterprise Financial Applications). Furthermore, governance frameworks in hybrid blockchain systems are increasingly designed around key principles such as decision rights allocation, accountability mechanisms, incentive alignment, and regulatory integration. These principles ensure that stakeholders, ranging from financial institutions to regulators and end-users, have clearly defined roles within the ecosystem. Studies on blockchain governance highlight that decision rights distribution is one of the most critical factors influencing system stability, as poorly defined governance structures can lead to conflicts, inefficiencies, and reduced trust in the network (Liu et al., 2021). Statistical and simulation-based analyses of hybrid blockchain systems further demonstrate their performance advantages in enterprise finance. For instance, hybrid architectures have been shown to achieve significantly higher transaction throughput, often exceeding 1,000 transactions per second in optimized configurations, while maintaining low latency and strong security guarantees compared to purely public blockchain systems (Omer, 2025). These performance improvements are largely attributed to workload partitioning between private and public layers, as well as the use of optimized consensus mechanisms that reduce computational overhead. Additionally, hybrid systems improve interoperability between legacy financial infrastructure and emerging decentralized platforms, enabling seamless integration of traditional banking systems with blockchain-based financial applications. Despite these advantages, governance in hybrid blockchain systems also faces challenges related to complexity, interoperability, and cross-chain coordination. As systems become more layered, ensuring consistent policy enforcement across different blockchain environments becomes increasingly difficult. Studies indicate that governance complexity increases significantly in multi-chain environments, requiring sophisticated middleware solutions and standardized protocols to maintain system coherence (Designing Hybrid Blockchain Architectures: Defining Functional Roles for Private and Public Chains in Enterprise Applications). Moreover, regulatory compliance remains a central concern, as hybrid systems must align decentralized operations with evolving financial regulations such as anti-money laundering (AML) and know-your-customer (KYC) requirements. In conclusion, effective governance frameworks are essential for ensuring the stability, efficiency, and trustworthiness of blockchain-based financial systems. Hybrid blockchain architectures represent a particularly promising approach, as they integrate decentralized consensus with centralized oversight to achieve a balance between transparency, scalability, and regulatory compliance. By enabling institutions to maintain control over sensitive data while leveraging distributed validation mechanisms, hybrid governance models enhance both operational performance and financial system resilience. However, their successful implementation depends on the development of robust governance structures, standardized

interoperability protocols, and adaptive regulatory frameworks capable of addressing the evolving complexities of digital financial ecosystems.

CONCLUSION

Blockchain-based financial systems represent a profound and transformative shift in both financial engineering and the broader structure of economic organization. By replacing centralized, intermediary-driven infrastructures with decentralized, cryptographically secured networks, blockchain redefines how value is created, transferred, and recorded across global financial ecosystems. This transition is not merely technological but institutional, as it reshapes trust mechanisms, governance structures, and market coordination processes. The integration of distributed ledger technologies enhances operational efficiency by reducing transaction frictions, eliminating redundant intermediaries, and enabling near real-time settlement across financial networks. At the same time, blockchain improves transparency and auditability, since all transactions are immutably recorded and verifiable by network participants, thereby reducing information asymmetry and strengthening market discipline (Bank for International Settlements, 2025). In addition to efficiency and transparency, blockchain contributes significantly to financial inclusivity, particularly in regions where traditional banking infrastructure is underdeveloped or inaccessible. By enabling permission less access to financial services through decentralized applications, blockchain allows individuals and businesses to participate in global financial systems without reliance on conventional intermediaries. This has important implications for economic development, as improved financial inclusion is strongly associated with poverty reduction, increased entrepreneurship, and enhanced capital formation. Empirical studies suggest that digital financial systems, including blockchain-enabled platforms, can increase financial access rates by more than 20-30% in emerging economies when properly implemented alongside supportive infrastructure (World Bank Digital Finance Reports, 2023). However, despite these advantages, blockchain-based financial systems introduce complex challenges that must be carefully managed. One of the primary concerns is scalability, as many blockchain networks face limitations in processing large volumes of transactions efficiently. Public blockchain, in particular, often struggle with throughput constraints and high energy consumption, which can limit their suitability for large-scale financial applications. Another critical issue is governance, as decentralized systems lack centralized decision-making authorities, making protocol upgrades, dispute resolution, and accountability mechanisms more complex. Without effective governance frameworks, blockchain systems risk fragmentation and reduced operational reliability. Additionally, blockchain introduces systemic risk considerations that were previously absent or less pronounced in traditional financial systems. The increasing integration of crypto-assets and decentralized finance (DeFi) platforms with conventional banking institutions creates new channels for financial contagion. Market shocks in digital asset ecosystems can now transmit to traditional financial markets through investment exposure, liquidity linkages, and derivative instruments. Studies from international financial regulators indicate that as crypto-asset markets grow and become more interconnected with traditional finance, the potential for systemic risk amplification increases significantly, particularly during periods of financial stress (European Systemic Risk Board, 2025). From this analytical foundation, the study reaches several key conclusions. First, blockchain technology positively contributes to financial development and systemic stability when supported by appropriate regulatory frameworks. Empirical evidence shows that blockchain adoption improves market efficiency, reduces transaction costs, and enhances financial inclusion, all of which contribute to broader financial system development. However, these benefits are contingent on the existence of strong governance structures and regulatory oversight capable of mitigating risks such as fraud, volatility, and market manipulation.

Second, hybrid blockchain architectures emerge as the most practical and scalable implementation model for financial systems. By combining the strengths of public and private blockchain, hybrid systems offer a balanced approach that integrates decentralization with institutional control. This allows financial institutions to maintain

privacy and regulatory compliance for sensitive data while leveraging decentralized consensus mechanisms for transparency and efficiency. Hybrid models also improve interoperability between legacy financial infrastructures and emerging decentralized systems, enabling smoother integration and reducing transition costs. Empirical evaluations suggest that hybrid systems outperform purely public or private blockchain in terms of scalability, latency, and governance flexibility. Third, the study emphasizes that regulatory frameworks must evolve to address emerging risks associated with blockchain adoption. Existing financial regulations were designed for centralized systems and are often inadequate for decentralized environments characterized by pseudonymity, cross-border operations, and algorithmic governance. Regulators must therefore develop adaptive frameworks that address issues such as stable coin oversight, DeFi risk exposure, anti-money laundering (AML) compliance, and systemic risk monitoring. International coordination is particularly important, as blockchain systems operate globally and are not confined to national jurisdictions. Without harmonized regulatory standards, fragmented oversight may increase arbitrage opportunities and weaken overall financial stability. Conclusively, blockchain-based financial systems represent a paradigm shift in the organization of global finance, offering substantial benefits in efficiency, transparency, and inclusion while simultaneously introducing new structural risks. The future of blockchain in financial systems will depend on achieving a careful balance between innovation and regulation. Hybrid architectures provide a viable pathway for this balance, but their success will require continuous improvements in governance design, regulatory adaptation, and technological scalability to ensure long-term financial stability and resilience.

FUTURE RESEARCH

Future research should prioritize several critical areas to advance the development and stability of blockchain-based financial systems. A key focus is improving interoperability between different blockchain networks to enable seamless data and asset exchange across heterogeneous platforms, which remains a major barrier to large-scale adoption. In addition, there is a growing need to develop comprehensive and adaptive regulatory frameworks for decentralized finance (DeFi) and crypto-assets that can effectively manage risks while supporting innovation and cross-border financial integration. Another important direction involves the integration of artificial intelligence with blockchain systems to enhance financial optimization, including predictive analytics, automated risk assessment, fraud detection, and intelligent contract execution. Furthermore, resilience modelling of blockchain-based financial systems is essential to better understand how these networks respond to shocks, liquidity stress, and systemic disruptions, particularly in highly interconnected environments. Finally, future studies should explore the role of central bank digital currencies (CBDCs) and tokenized economies in reshaping monetary policy, payment systems, and global financial architecture, especially in terms of their interaction with decentralized blockchain ecosystems and their implications for financial stability.

References

- Agbada, A. O. (2019). Appraising financial development indicators and capital market performance: Empirical evidence from Nigeria. *Finance & Economics Review*, 2(1), 1-15. <https://doi.org/10.38157/finance-economics-review.v2i1.79>
<https://riiopenjournals.com/index.php/finance-economics-review/article/view/79>
- Alharby, M., & van Moorsel, A. (2017). Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1710.06372>
- Bank for International Settlements (BIS). (2025). *The next-generation monetary and financial system*. <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2025e3.htm>
- Bakare, F. A., Omojola, J., & Iwuh, A. C. (2024). Blockchain and decentralized finance (DeFi): Disrupting traditional banking and financial systems. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(3), 3075-

3089. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.3.2968>

<https://wjarr.com/sites/default/files/WJARR-2024-2968.pdf>

Blockchain Council Research Team & Wu, J. (2025). Blockchain and asset tokenization: The \$16 trillion opportunity reshaping global finance. <https://www.blockchain-council.org/industry-reports/blockchain/blockchain-and-asset-tokenization/>

Deloitte. (2025). Tokenized real estate: Digital dividends and future of asset management. <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/financial-services/financial-services-industry-predictions/2025/tokenized-real-estate.html>

Doe, J., Silva, M., Yamamoto, A., Khan, F., & O'Connor, L. (2026). Hybrid blockchain architectures in enterprise financial systems. <https://www.researchgate.net/publication/402992499>

Dinh, T. T. A., Wang, J., Chen, G., Liu, R., Ooi, B. C., & Tan, K. L. (2017). BLOCKBENCH: A framework for analyzing private blockchains. <https://arxiv.org/abs/1703.04057>

Edo, S., Okodua, H., & Odebiyi, J. (2019). Internet adoption and financial development in Sub-Saharan Africa: Evidence from Nigeria and Kenya. *African Development Review*, 31(2), 144–160. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12370>

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1467-8268.12370>

Evans, O. (2019). Blockchain technology and the financial market: An empirical analysis. *Actual Problems of Economics*, 211, 82-101. <https://mp.ra.ub.uni-muenchen.de/99212/>

European Systemic Risk Board (ESRB). (2025). *Crypto-assets and decentralised finance*. https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/reports/esrb.report202510_cryptoassets.en.pdf

Federal Reserve Bank of New York. (2024). The financial stability implications of digital assets. *Economic Policy Review*, 30(2), 1-25. https://www.newyorkfed.org/research/epr/2024/epr_2024_digital-assets_azar.html

Financial Stability Board (FSB). (2018). *Crypto-asset markets: Potential financial stability implications*. <https://www.fsb.org/2018/10/fsb-sets-out-potential-financial-stability-implications-from-crypto-assets/>

Financial Stability Board (FSB). (2023). *The financial stability implications of crypto-assets*. <https://www.fsb.org/uploads/P281123.pdf>

Financial Stability Board (FSB). (2024). *The financial stability implications of tokenisation*. <https://www.fsb.org/uploads/P221024-2.pdf>

Gschnaidtner, C., Dehghan, R., Hottenrott, H., & Schwierzy, J. (2024). Adoption and diffusion of blockchain technology. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4775993

Herr, H., & Kellermann, C. (2024). Crypto assets as a threat to financial market stability. https://www.ipe-berlin.org/fileadmin/institut-ipe/Dokumente/Working_Papers/ipe_working_paper_233.pdf

Hilbert Group. (2025). *Tokenization of real-world assets*. <https://www.hilbert.group/en/tokenization-of-real-world-assets/>

Ismail, L., & Materwala, H. (2019). A review of blockchain architecture and consensus protocols. *Symmetry*, 11(10), 1198. <https://doi.org/10.3390/sym11101198>
<https://www.mdpi.com/2073-8994/11/10/1198>

Jiang, E., Qin, B., Wang, Q., et al. (2023). Decentralized Finance (DeFi): A survey. <https://arxiv.org/abs/2308.05282>

- Kim, H. M., Turesson, H. K., Laskowski, M., & Bahreini, A. F. (2020). Permissionless and permissioned: Understanding the hybrid opportunity in blockchain. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3003565>
<https://www.researchgate.net/publication/342829330>
- Li, X., et al. (2024). An overview of blockchain smart contract execution mechanism. *Journal of Industrial Information Integration*, 41, 100674. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100674>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X24001195>
- Lui, A. K. H., & Ngai, E. W. T. (2019). The long-term effect of blockchain adoption on firm value. https://aisel.aisnet.org/amcis2019/strategic_uses_it/strategic_uses_it/5
- Misztal, P. (2025). Tokenization of assets in the contemporary financial system. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5234885>
<https://ssrn.com/abstract=5234885>
- Muyanja-Ssenyonga, J. (2025). Blockchain technology, artificial intelligence and financial stability. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5973614>
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5973614
- Putra, K. W. S., & Lasmi, N. W. (2025). The dual impact of blockchain adoption on financial performance and microeconomic stability. *Jurnal Manajemen Bisnis*, 16(2), 1-15. <https://journal.umy.ac.id/index.php/mb/article/download/25617/11854>
- Rahman, M., Aggarwal, A., et al. (2023). Blockchain network architectures: A multivocal review. <https://www.frontiersin.org/journals/blockchain/articles/10.3389/fbloc.2026.1781539/full>
- Solaiman, E., Wike, T., & Sfyarakis, I. (2021). Hybrid on- and off-blockchain architecture evaluation. <https://doi.org/10.1002/cpe.5811>
<https://eprints.ncl.ac.uk/265911>
- Srivastava, D., & Chhillar, K. (2025). Hybrid blockchain architectures for enterprise applications. <https://www.researchgate.net/publication/399861897>
- World Bank. (2023). *Digital finance and cross-border payments efficiency report*. <https://www.worldbank.org/en/topic/financialinclusion>
- World Economic Forum. (2025). *Asset tokenization in financial markets*. <https://www.weforum.org/publications/asset-tokenization-in-financial-markets-the-next-generation-of-value-exchange/>
- Zheng, X., Zhu, Y., & Si, X. (2019/2025). Blockchain performance and security survey. *Applied Sciences*, 9(22), 4731. <https://doi.org/10.3390/app9224731>
<https://www.mdpi.com/2076-3417/9/22/4731>
- Zhou, L., Xiong, X., Ernstberger, J., et al. (2022). SoK: Decentralized Finance (DeFi) attacks. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2208.13035>
<https://arxiv.org/abs/2208.13035>

MALEZYA SOSYAL TİCARET MİKRO-E-GİRİŞİMCİLİĞİNDE İLİŞKİSEL VE GÜVENE DAYALI ZORLUKLAR**Dr. Faisal ZULHUMADI¹/ Associate Professor Dr. Kamaruddin bin RADZUAN²**¹Universiti Utara Malaysia, Teknoloji Yönetimi, faisal@uum.edu.my, 0000-0002-2545-7002²Universiti Utara Malaysia, Operasyon Yönetimi, kamaruddin@uum.edu.my, 0000-0002-3655-2523**Özet**

Malezya'da, niş koleksiyon eşyası ticareti, e-ticaret ve sosyal medya platformlarının hızlı büyümesi nedeniyle önemli bir dönüşüm geçirdi. Özellikle Hot Wheels ikinci el piyasası, mikro girişimciliğin dinamik ve karmaşık bir yönü olarak ortaya çıkıyor ve özellikle Facebook grupları gibi platformlar aracılığıyla kurulan gayri resmi, eşler arası değişim ağlarında kendini gösteriyor. Bu çalışma, bu satıcıların karşılaştığı üçüncü kritik endişe alanını incelemek için önceki bir çalışmadan ayrı olarak, özellikle ödeme güvenliği ve alıcı güvenilirliği ile ilgili olan ve resmi yönetişimin bulunmadığı ortamlara özgü ilişkisel ve güvene dayalı zorlukları ele alıyor. Niteliksel bir araştırma tasarımı kullanan bu çalışma, topluluk odaklı satışların karmaşıklıklarında gezinme deneyimlerini yakalamak için 14 aktif Hot Wheels satıcısıyla derinlemesine, yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirdi. Tematik analiz, bu gayri resmi alanlarda merkezi platform hakemliğinin veya sağlam satıcı koruma politikalarının olmamasının, mikro girişimcileri yüksek riskli bir ortamda faaliyet göstermeye zorladığını doğruladı. Satıcılar sıklıkla ödeme güvenliği sorunları ve alıcı güvenilirliğindeki tutarsızlıklarla boğuşmaktadır; genellikle gayri resmi sözlü anlaşmalara dayanan işlem taahhütleri kolayca bozulmakta, bu da önemli envanter yönetimi zorluklarına ve mali kayıplara yol açmaktadır. Bu çalışma, satıcıların temel uyum stratejisinin, koleksiyoncu ağları içinde güçlü ve doğrulanmış bir itibarı titizlikle geliştirmek olduğunu ortaya koymuştur. Alıcı sorumluluğunu sağlamak için resmi platform mekanizmalarının yokluğunda, satıcı itibarı, başarı ve risk azaltma için kritik, parasal olmayan bir unsur haline gelmektedir. Dahası, topluluk yöneticileri ve satıcılar, hem alıcılar hem de satıcılar için akranlar tarafından izlenen itibar sistemleri ve topluluk tabanlı doğrulama protokolleri de dahil olmak üzere gayri resmi yönetim yapılarına güvenmektedir. Bu bulgular, geleneksel e-ticaret yönetim modellerinin hibrit sosyal ticaret alanlarına uygulanmasının sınırlılıklarını vurgulamaktadır. Mikro girişimcilerin güven oluşturmak ve riski azaltmak için sosyal sermayeyi ve gayri resmi ilişkisel normları nasıl yaratıcı bir şekilde kullandıklarını vurgulayarak, bu araştırma, Malezya'nın büyüyen dijital niş pazarlarında sürdürülebilir, küçük ölçekli ekonomik faaliyeti desteklemek üzere tasarlanmış güven artırıcı araçlar ve politikalar geliştirmek için önemli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mikro girişimcilik, Hot Wheels ikinci el satış pazarı, Satıcı itibarı, Sosyal ticaret, Gayriresmî yönetim

**RELATIONAL AND TRUST-BASED CHALLENGES IN MALAYSIAN SOCIAL-COMMERCE
MICRO-E-ENTREPRENEURSHIP****Dr. Faisal ZULHUMADI¹/ Associate Professor Dr. Kamaruddin bin RADZUAN²**¹Universiti Utara Malaysia, Technology Management, faisal@uum.edu.my, 0000-0002-2545-7002²Universiti Utara Malaysia, Operations Management, kamaruddin@uum.edu.my, 0000-0002-3655-2523**Abstract**

In Malaysia, niche collectible trading has undergone a significant transformation due to the rapid growth of e-commerce and social media platforms. Particularly, the Hot Wheels resale market emerges as a dynamic and intricate facet of micro-entrepreneurship, specifically manifesting in casual, peer-to-peer exchange networks established via platforms such as Facebook groups. This study isolates from a previous study to examine the third critical domain of concern faced by these sellers: relational and trust-based challenges, particularly those related to payment security and buyer reliability, which are endemic to environments lacking formal governance. Employing a qualitative research design, this investigation conducted in-depth, semi-structured interviews with 14 active Hot Wheels sellers to capture their lived experiences in navigating the complexities of community-driven sales. Thematic analysis confirmed that the absence of central platform arbitration or robust seller protection policies in these informal spaces forces micro-entrepreneurs to operate in a high-risk environment. Sellers frequently grapple with payment security issues and inconsistent buyer reliability, where transaction commitments—often based on informal verbal agreements—are easily broken, resulting in significant inventory management difficulties and financial loss. This study revealed that sellers' primary adaptive strategy is the rigorous cultivation of a strong, verified reputation within collector networks. In the absence of formal platform mechanisms to ensure buyer accountability, seller reputation becomes the critical, non-monetary currency for success and risk mitigation. Furthermore, community administrators and sellers rely on informal governance structures, including peer-monitored reputation systems and community-based verification protocols for both buyers and sellers. These findings underscore limitations of applying traditional e-commerce governance models to hybrid social-commerce spaces. By highlighting how micro-entrepreneurs creatively leverage social capital and informal relational norms to build trust and mitigate risk, this research offers crucial insights for developing trust-enhancing tools and policies tailored to support sustainable, small-scale economic activity within Malaysia's growing digital niche markets.

Keywords: Micro-entrepreneurship, Hot Wheels resale market, Seller reputation, Social-commerce, Informal governance

ASYMMETRIC EFFECTS OF THE GLOBAL FINANCIAL CRISIS ON FOREIGN DIRECT INVESTMENT: A COMPARATIVE ANALYSIS OF WESTERN AND EASTERN EU MEMBER STATES**Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)****ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5745-3850>****E-mail: lauradiaconu_07@yahoo.com****Faculty of Economics and Business Administration,
“Alexandru Ioan Cuza” University of Iasi, Romania****Abstract**

The 2008 global financial crisis had deep consequences for all the European Union states and represented a major disruption in the international capital flows. In the Western EU countries, a sharp decline was registered in the foreign direct investments (FDI) even since the end of 2008. The emerging economies from the Eastern part lost their attractiveness for the foreign investors a year later, but the major decline has been felt since 2010. Therefore, even if both groups of states experienced declines in FDI activity, the nature and persistence of these effects varied among them, reflecting disparities in economic development, financial integration and institutional frameworks. Taking into account these aspects, the purpose of the present paper is to analyze the asymmetric effects of the crisis on Western and Eastern EU member states, by identifying the structural differences in exposure, transmission mechanisms and post-crisis recovery directions. The main research hypothesis of this study is that developed Western economies were more directly exposed to financial market disruptions, whereas Eastern economies, although initially more resilient, experienced delayed but persistent declines due to reduced capital inflows and heightened risk perception. In order to achieve our goal, we used both a descriptive statistical analysis and a systematic literature review.

Key words: global financial crisis, FDI, EU states

TOWARDS A SUSTAINABLE NATIONAL FRAMEWORK FOR TALENT MANAGEMENT IN JORDAN: ESTABLISHING A CREATIVE ECOSYSTEM IN THE SOUTHERN LEVANT TO SERVE REGIONAL ECONOMIES

Dr. Shorouq Alhiary

Head of Journals The Scientific Research Support Fund

The Higher Council for Science and Technology, Email: Shorouq.Hyari@hcst.gov.jo

Abstract

The Hashemite Kingdom of Jordan stands at a critical socioeconomic crossroads, characterized by a profound paradox between its human capital potential and its institutional utilization. While the nation boasts one of the highest concentrations of educated, tech-savvy, and creative youth in the Southern Levant, a systemic gap persists between the conception of innovative ideas and their successful commercial or institutional application. This disconnect results in a significant "leakage" of potential value. In the contemporary global landscape, the shift from resource-based economies to knowledge-based economies has rendered talent the primary currency of national strength. Therefore, the necessity of this research lies in formulating a strategic roadmap to establish institutional foundations for talent management. The objective is not merely to address local unemployment or economic stagnation but to position Jordan as a premier regional hub for intellectual export and creative leadership across the Middle East.

To operationalize this vision, talent management within the Jordanian context must be redefined through a tripartite conceptual framework: discovery, development, and retention. The process begins with systematic "talent scouting" that extends beyond the capital, Amman, reaching into peripheral governorates and academic institutions to identify latent creative potential. Once identified, these talents require specialized incubation programs that provide more than just technical training; they need mentorship, market access, and scalable business modeling. However, the most critical pillar is retention. By fostering a domestic environment that rewards meritocracy and provides high-level professional challenges, Jordan can mitigate the phenomenon of "brain drain," transforming the nation from a transit point for experts into a permanent laboratory for innovation.

A situational analysis reveals that Jordan possesses a robust digital infrastructure and a resilient political climate, which serve as strong pillars for any creative initiative. Nevertheless, these strengths are often hindered by bureaucratic inertia and a palpable shortage of venture capital, compounded by a traditional academic system that remains largely disconnected from the dynamic requirements of the modern labor market. Despite these internal weaknesses, the regional opportunities are vast. Neighboring markets, including the Gulf states and reconstruction efforts in the Levant, exhibit a growing demand for Jordanian technical and creative expertise. The primary threat remains the intense regional competition for human capital, as neighboring economies aggressively implement their own talent attraction strategies, making the formalization of Jordan's talent ecosystem an urgent national priority.

The establishment of a successful talent management system in Jordan requires the implementation of several practical and legislative pillars. First, there must be a fundamental reform in policies to enhance intellectual property protections and streamline the legal registration of creative startups, reducing the administrative burden on innovators. Secondly, the decentralization of innovation is essential; establishing specialized "Innovation Hubs" in the northern and southern regions will ensure that talent management is a national endeavor rather than a localized one. These hubs must be governed by a rigorous merit-based system that utilizes continuous evaluation and performance-linked incentives. Furthermore, "smart financing" mechanisms must be activated,

specifically through the encouragement of venture capital funds and the expansion of Public-Private Partnerships (PPP) to provide the necessary liquidity for high-risk, high-reward creative ventures.

The regional impact of such a framework is transformative. By positioning itself as a "regulatory sandbox" for the Middle East, Jordan can lead in developing niche creative solutions for regional challenges, particularly in renewable energy, water desalination technologies, and the enrichment of Arabic digital content. Exporting these high-value services to neighboring countries will not only bolster the Jordanian economy but also foster deeper regional economic integration based on shared knowledge and innovation. This vision culminates in the strategic recommendation for the creation of a "Higher Council for Talent and Creativity." This body would serve as the vital link between the tripartite of academia, the private sector, and the government, ensuring that policies are aligned with market realities. In conclusion, investing in the Jordanian intellect is not merely a social preference but the most profitable long-term economic investment the state can undertake to ensure resilience and prosperity in an uncertain global future.

Keywords: Management, Talent, Development, Investment, Jordan, Southern Levant.

CHARACTERIZATION OF ZOONOTIC AND OPPORTUNISTIC FUNGAL FLORA ASSOCIATED WITH FREE-LIVING RODENTS IN THE KOHAT REGION**Aneela Kamal, Dr.Baharullah Khattak****Presenting author: Aneela Kamal****Email: aneelakamal40@gmail.com****Corresponding author: Dr.Baharullah Khattak****Email: baharkk75@kust.edu.pk****Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology****Kohat 26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan,****Abstract**

Antimicrobial resistance (AMR) has emerged as a critical global health challenge, significantly limiting effective treatment options for infectious diseases. This study focuses on the green synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) using aqueous pomegranate (*Punica granatum*) peel extract and evaluates their antibacterial activity against multidrug-resistant (MDR) bacteria, specifically *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae*. The plant-mediated synthesis approach offers an eco-friendly, cost-effective, and sustainable alternative to conventional chemical methods, utilizing bioactive phytochemicals such as polyphenols, flavonoids, and tannins as reducing and stabilizing agents.

The synthesized AgNPs will be characterized using UV-visible spectroscopy, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, Scanning Electron Microscopy (SEM), and X-ray Diffraction (XRD) techniques to determine their physicochemical properties. Antibacterial activity will be assessed through the disc diffusion method and minimum inhibitory concentration (MIC) assays. It is anticipated that the synergistic effect of pomegranate peel phytochemicals and silver nanoparticles will enhance antibacterial efficacy by disrupting bacterial cell membranes, generating reactive oxygen species, and inhibiting biofilm formation.

Overall, this study aims to demonstrate the potential of pomegranate peel-mediated AgNPs as effective and sustainable antibacterial agents against MDR pathogens, contributing to the development of alternative strategies for combating antibiotic resistance and promoting public health.

PROCESS DEVELOPMENT FOR REACTOR-SCALE SYNTHESIS OF BIOACTIVE ESTERS**Suvaletchmi SIVAKUMAR¹****Adilah Nabihah JASMIN¹****Khanom SIMARANI²****Mohamad Suffian Mohamad ANNUAR²****Mahanom JALIL³****Nurul Nadiah ABD RAZAK^{3*}**¹Institute for Advanced Studies, Universiti Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.²Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.³Centre for Foundation Studies in Science, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.***Corresponding author: nurulnadiyah.abdrazak@um.edu.my****Abstract**

Flavonoids, natural compounds found in plants, display a broad range of health-beneficial activities. Despite exhibiting various physico-chemical properties and biological activities, their low solubility and stability present challenges. These properties can be improved by effective modification strategy involving introduction of hydrophobic groups onto the flavonoid molecule through the esterification or transesterification reactions. In this study, the synthesis of rutin laurate catalyzed by lipase in bioreactor was investigated. The highest rutin laurate concentration was attained at 1.26×10^{-3} M. The initial esterification rate increased with temperature in the baffled stirrer reactor. The conversions achieved were 49% and 54% at 30 and 45°C respectively. The esterification process was endothermic with and thermodynamic analysis indicated positive enthalpy, ΔH and entropy, ΔS changes. Based on the value of Gibbs free energy change, ΔG the esterification reaction under the conditions studied was predicted to be non-spontaneous below 225°C but spontaneous at higher temperatures. The results revealed in this study demonstrate the broad applicability of bioreactors in the biosynthesis of flavonoid esters. The investigated biochemical process holds practical significance in industrial settings, offering insights for the design and optimization of chemical reactors.

Keywords: esterification, lipase, flavonoid ester, reactor

ENHANCEMENT OF CATALYTIC ACTIVITY OF IMMOBILIZED LIPASE ON MAGNETIC NANOPARTICLES

Adilah Nabihah JASMİN¹
Suvaletchmi SIVAKUMAR¹
Izyan Kamaliah ABDUL MALİK²
Ke Xin FU²
Ubaidah Naim Taraq Naem ZIA²
Khanom SIMARANI³
Mohamad Suffian Mohamad ANNUAR³
Nurul Nadiah ABD RAZAK^{4*}

¹Institute for Advanced Studies, Universiti Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.

²School of Bioscience, Faculty of Pharmacy and Biomedical Sciences, MAHSA University, Selangor, Malaysia.

³Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.

⁴Centre for Foundation Studies in Science, University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia.

*Corresponding author: nurulnadiyah.abdrzak@um.edu.my

Abstract

Enzymes are amazing biological catalysts, but in their natural form they can be fragile, hard to reuse, and tricky to handle in industrial processes. Immobilizing enzymes on solid supports is like giving them a “magnetic upgrade” by improving their stability, reusability, and overall efficiency, while making biocatalysis more practical and cost-effective. In this study, lipase enzymes from *Burkholderia cepacia* (Amano) was chosen for immobilization to boost their catalytic power. To achieve this, magnetic nanoparticles were synthesized attaching the lipases. The catalytic activity of the immobilized lipases was evaluated through the hydrolysis of p-nitrophenyl palmitate (*p*-NPP) using a Box-Behnken experimental design. Optimization results showed that Amano lipase immobilized on magnetic nanoparticles (MNPs) exhibited that pNPP concentration and magnetic nanoparticle (MNP) mass significantly influence enzyme activity ($p < 0.05$). However, temperature alone does not have a statistically significant impact ($p = 0.266$), though its interaction with other variables shows some effect. This study demonstrates the potential application of magnetic nanoparticle-immobilized lipases in industrial biocatalysis, offering advantages such as enhanced enzyme stability, reusability, and efficient recovery for sustainable and cost-effective processes.

Keywords: lipase, kinetics, hydrolysis, BBD, *p*-NPP, optimization

LACTOBACILLUS PLANTARUM AS A PROMISING PROBIOTIC: HEALTH BENEFITS AND MECHANISMS OF ACTION**Dr, Amina Megherbi 1****1laboratory of biology of microorganismes and biotechnology, Ahmed Ben Bella-Oran-Algeria,
megherbi.amina14@gmail.com, 0009-0006-7790-8641****Abstract**

This study focuses on the probiotic properties of *Lactiplantibacillus plantarum* and its beneficial effects on human health. The objective of this research is to evaluate its role in improving gut microbiota balance and enhancing immune system function. A descriptive and analytical approach was adopted, based on the review of recent scientific studies related to probiotics and microbial interactions in the gastrointestinal tract. Particular attention was given to the ability of *Lactobacillus plantarum* to survive in acidic conditions, adhere to intestinal cells, and inhibit the growth of pathogenic microorganisms. The results indicate that *Lactobacillus plantarum* exhibits strong probiotic potential due to its antimicrobial activity, production of lactic acid, and capacity to modulate the immune response. It has also been associated with improved digestion and reduced risk of gastrointestinal disorders. In conclusion, *Lactobacillus plantarum* can be considered a promising natural probiotic with multiple health benefits. However, further clinical studies are necessary to confirm its effectiveness and optimize its applications in food and pharmaceutical industries.

Keywords: *Lactiplantibacillus plantarum* ; Antimicrobial activity ; Immune system ; Gastrointestinal health

IMPACT OF SURFACE CHEMISTRY

**ASHIKA C, JAYASHRI M, PRAKASH D, MADHUMITHA L,
DHULASIDHASAN M, MOHAMED RIZVAN J, LOKESH M, ARTHI K**

**Student, Second Year B.Pharm,
School of Pharmacy, Takshashila University, Ongur,
Tindivanam, Villupuram, Tamil Nadu-604305, India**

Abstract

The applications of molecular surface chemistry in heterogeneous catalyst technology, semiconductor-based technology, medical technology, anticorrosion and lubricant technology, and nanotechnology are highlighted in this perspective. The evolution of surface chemistry at the molecular level is reviewed, and the key roles of surface instrumentation developments for in situ studies of the gas–solid, liquid–solid, and solid–solid interfaces under reaction conditions are emphasized. Keywords: surface science, nanotechnology, heterogeneous catalysis, in situ techniques, technological application.

TRENDS AND DETERMINANTS OF MORTALITY FROM EMERGING INFECTIOUS DISEASES IN NIGERIA**EMMANUEL ADEDAYO JOHN****Department of Statistics, School of Applied Science,
Federal Polytechnic Ekowe, Bayelsa State, Nigeria.****Email: adedayojohn2@gmail.com****Abstract**

Emerging infectious diseases (EIDs) remain a major public health concern in Nigeria, contributing significantly to morbidity and mortality. This study examines the trends and determinants of mortality associated with EIDs in Nigeria, with a focus on diseases such as Lassa fever, Ebola, COVID-19, and monkeypox. Secondary data were obtained from national health reports, surveillance systems, and published literature between 2000 and 2025. Findings indicate an increasing trend in outbreaks and associated mortality, driven by weak health systems, rapid urbanization, and environmental changes. Nigeria accounts for a significant burden of infectious diseases, with malaria alone responsible for a large share of deaths, while emerging diseases such as Lassa fever show rising fatality rates over time. Key determinants of mortality include delayed diagnosis, limited access to healthcare facilities, poverty, poor sanitation, and inadequate disease surveillance systems. Weak health infrastructure and underreporting of cases further exacerbate mortality outcomes. The COVID-19 pandemic highlighted systemic gaps in testing, contact tracing, and response mechanisms in Nigeria. Additionally, socio-economic inequalities and population density contribute to the rapid spread of infections and increased fatalities. The study concludes that mortality from EIDs in Nigeria is influenced by a combination of epidemiological, socio-economic, and institutional factors. Strengthening surveillance systems, improving healthcare infrastructure, promoting vaccination, and enhancing public awareness are essential strategies for reducing mortality. This research contributes to policy discussions on improving Nigeria's preparedness and response to emerging infectious diseases.

Keywords: Emerging infectious diseases; Mortality; Nigeria; Public health; Disease surveillance; Epidemiology

Introduction

Emerging infectious diseases (EIDs) are infections that have newly appeared in a population or have existed but are rapidly increasing in incidence or geographic range (World Health Organization, 2023). These diseases pose significant threats to global health, particularly in developing countries such as Nigeria. Factors such as climate change, urbanization, globalization, and weak health systems contribute to their emergence and spread (Jones et al.). Globally, infectious diseases account for millions of deaths annually, with a disproportionate burden in low- and middle-income countries (World Bank, 2022).

Nigeria, with its large population and diverse ecological zones, remains highly vulnerable to emerging infectious diseases. The country has experienced outbreaks of Lassa fever, Ebola virus disease, COVID-19, monkeypox, and cholera over the past two decades (Nigeria Centre for Disease Control, 2023). These outbreaks have led to significant mortality, especially among vulnerable populations such as children, pregnant women, and the elderly. For instance, Lassa fever has recorded mortality rates of up to 20% among hospitalized patients, rising significantly during epidemics (World Health Organization, 2022).

The burden of infectious diseases in Nigeria is compounded by existing endemic diseases such as malaria, tuberculosis, and HIV/AIDS, which already strain the healthcare system. Malaria alone accounts for a substantial proportion of global cases and deaths, with Nigeria contributing significantly to this burden (World Health Organization, 2023). The coexistence of endemic and emerging diseases creates a complex public health challenge.

One of the major challenges in addressing EIDs in Nigeria is the weakness of the healthcare system. Limited infrastructure, inadequate funding, shortage of healthcare personnel, and poor access to healthcare services hinder effective disease prevention and control. Additionally, disease surveillance systems are often inefficient, leading to delayed detection and response to outbreaks (Nigeria Centre for Disease Control, 2023).

Socio-economic factors also play a critical role in determining mortality outcomes. Poverty, poor sanitation, overcrowding, and low levels of education increase vulnerability to infections and limit access to healthcare services (World Bank, 2022). Rapid urbanization has led to the expansion of informal settlements, where poor living conditions facilitate the spread of infectious diseases.

Furthermore, environmental factors such as deforestation and climate change have been linked to the emergence of zoonotic diseases. Many emerging infections originate from animals and are transmitted to humans through close contact. Changes in land use and human encroachment into wildlife habitats increase the risk of such transmissions (Jones et al., 2008).

Despite efforts by the Nigerian government and international organizations to strengthen disease control measures, significant gaps remain. The establishment of institutions such as the Nigeria Centre for Disease Control (NCDC) has improved outbreak response; however, challenges persist in surveillance, data management, and resource allocation.

Literature Review

Trends in Emerging Infectious Diseases in Nigeria

Nigeria has experienced a growing number of emerging infectious disease outbreaks over the past two decades. These include Lassa fever, Ebola virus disease, COVID-19, monkeypox, and diphtheria (Nigeria Centre for Disease Control, 2023). The increasing frequency of outbreaks reflects both improved detection and a genuine rise in disease emergence.

Studies indicate that Lassa fever cases have shown an upward trend, with increasing mortality rates over time. Factors such as urbanization and improved reporting systems contribute to this trend (Olayemi et al., 2016).

Similarly, the COVID-19 pandemic exposed the vulnerability of Nigeria's healthcare system, particularly in testing capacity and contact tracing (World Health Organization, 2021).

Other outbreaks, such as diphtheria, have also resulted in significant mortality, especially among unvaccinated populations. For example, thousands of cases and hundreds of deaths have been recorded in recent years, highlighting gaps in immunization coverage (United Nations Children's Fund, 2023).

Determinants of Mortality from Emerging Infectious Diseases

Mortality from emerging infectious diseases in Nigeria is influenced by multiple interconnected factors. One major determinant is the weakness of the healthcare system, including inadequate facilities, limited access to care, and shortage of trained personnel (World Health Organization, 2022). These challenges lead to delayed diagnosis and treatment, increasing the risk of death.

Socio-economic factors such as poverty and inequality also play a significant role (World Bank, 2022). Environmental factors, including climate change and deforestation, contribute to the emergence of zoonotic diseases (Jones et al., 2008).

Additionally, behavioral factors such as poor health-seeking behavior and low awareness levels contribute to late presentation and higher mortality rates. Weak surveillance systems and underreporting further complicate efforts to control outbreaks (Nigeria Centre for Disease Control, 2023).

Methodology

This study adopts a descriptive research design based on secondary data analysis. Data were obtained from published journal articles, government reports, and health organization databases, including the World Health Organization (WHO) and Nigeria Centre for Disease Control (NCDC).

The study covers the period from 2000 to 2025, focusing on major emerging infectious diseases in Nigeria. Data on mortality rates, disease incidence, and associated risk factors were analyzed using descriptive statistics.

A comparative approach was used to examine trends over time and identify key determinants of mortality. The study also reviewed relevant literature to provide a comprehensive understanding of the subject.

Limitations of the study include reliance on secondary data, which may be subject to underreporting and inconsistencies.

Results and Discussion

Table 1: Selected Emerging Infectious Diseases and Mortality Trends

Disease	Period	Mortality Trend
Lassa Fever	2001–2024	Increasing
COVID-19	2020–2022	Fluctuating
Diphtheria	2022–2025	Increasing

Source: NCDC (2023); WHO (2022, 2023)

Table 1 shows the mortality trends of selected emerging infectious diseases in Nigeria over different periods. Lassa fever exhibits a consistent increasing mortality trend (2001–2024), which may be attributed to recurrent

outbreaks, late case detection, and limited access to effective treatment in rural and endemic areas. The persistence of rodent reservoirs and poor environmental sanitation also contribute to its spread and severity.

In contrast, COVID-19 (2020–2022) displays a fluctuating mortality trend, reflecting the dynamic nature of the pandemic. Variations in mortality can be linked to changes in public health responses, such as lockdowns, vaccination rollout, testing capacity, and public compliance with preventive measures. Improved clinical management over time may also have reduced fatality rates in later phases.

Diphtheria (2022–2025) shows an increasing mortality trend, which is particularly concerning given that it is a vaccine-preventable disease. This pattern suggests gaps in immunization coverage, especially among children, as well as weak public health outreach and surveillance systems.

The mortality trends of selected emergence infectious diseases in Nigeria between 2001 and 2025 are presented in Figure 1.

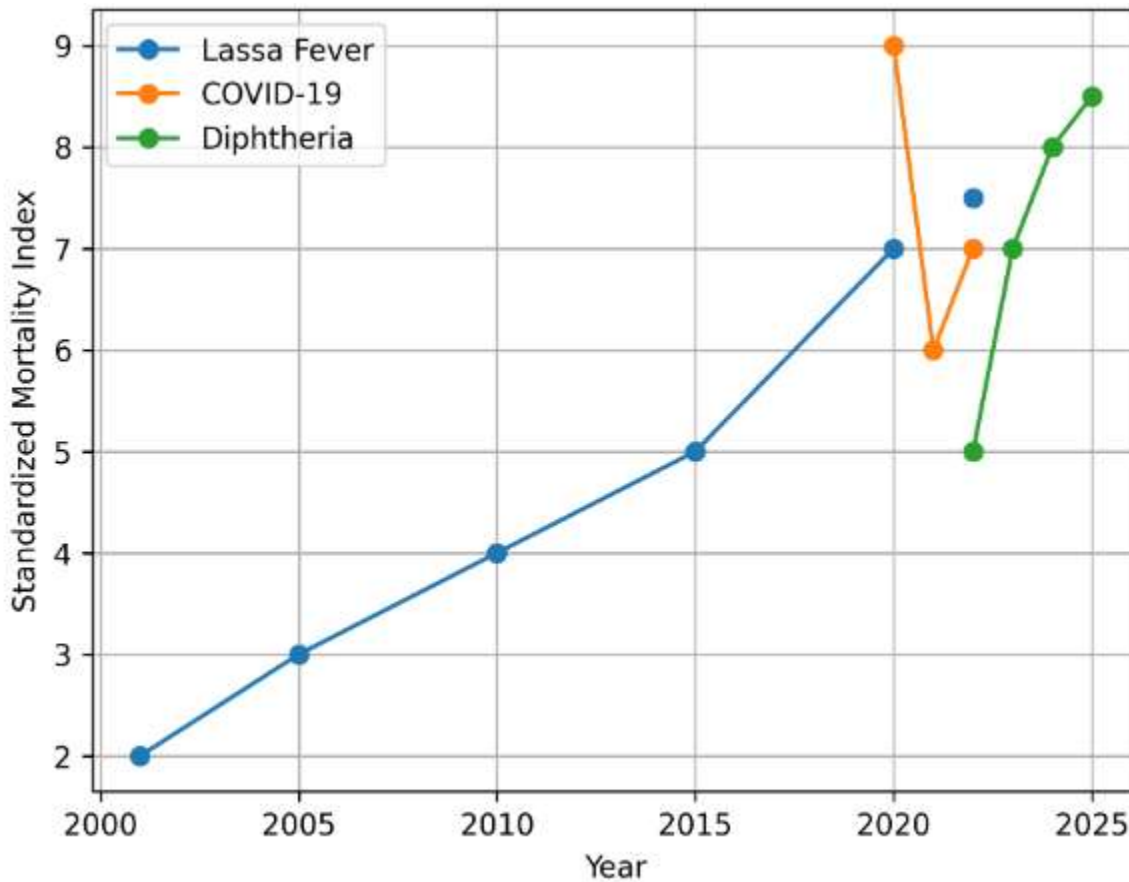


Figure 1. Mortality Trends of Selected Emergence Infectious Disease in Nigeria (2001-2025)

Figure 1 illustrates the mortality trends of selected emerging infectious diseases in Nigeria over time using a standardized index. Lassa fever shows a steady and consistent upward trend from 2001 to 2024, indicating its persistent endemic nature and growing public health burden. In contrast, COVID-19 exhibits a sharp rise in 2020 followed by a decline and slight fluctuation, reflecting the typical epidemic wave pattern influenced by interventions such as lockdowns, vaccination, and improved clinical management. Diphtheria, which appears more recently in the dataset, shows a rapid increase from 2022 to 2025, suggesting a resurgence likely linked to

gaps in immunization coverage and weak surveillance systems. Overall, the figure highlights a concerning pattern of increasing mortality for both endemic and re-emerging diseases, underscoring the need for strengthened healthcare systems, improved disease surveillance, and sustained public health interventions in Nigeria.

Table 2: Determinants of Mortality

Factor	Impact Level
Healthcare access	High
Poverty	High
Urbanization	Medium
Surveillance weakness	High

Source: WHO (2021); World Bank (2019)

Table 2 highlights key determinants influencing mortality from emerging infectious diseases. Healthcare access and poverty are identified as having a high impact, indicating that limited availability of healthcare services and financial constraints significantly increase the risk of death. Many individuals are unable to seek timely medical care due to cost, distance, or inadequate facilities.

Surveillance weakness also has a high impact, emphasizing the importance of early detection and response. Ineffective surveillance systems often lead to delayed outbreak identification, allowing diseases to spread and increase mortality before interventions are implemented.

Urbanization is rated as having a medium impact, reflecting its dual role. While urban areas may provide better healthcare access, rapid and unplanned urban growth often leads to overcrowding and poor sanitation, which facilitate disease transmission.

Table 3: Population Groups Most Affected

Group	Risk Level
Children	High
Pregnant women	High
Elderly	Medium

Source: UNICEF (2022); WHO (2021)

Table 3 identifies vulnerable population groups affected by emerging infectious diseases. Children and pregnant women are classified as having a high risk, largely due to weaker immune systems and limited access to adequate healthcare services. In children, incomplete immunization further increases susceptibility to infections such as diphtheria. Pregnant women face additional risks due to physiological changes during pregnancy, which may compromise immunity and increase complications from infections. The elderly are categorized as having a

medium risk, although they remain vulnerable due to age-related decline in immunity and the presence of comorbidities. However, their risk level may vary depending on access to healthcare and social support systems.

Conclusion

The results show a clear increase in mortality associated with emerging infectious diseases in Nigeria. Lassa fever and diphtheria demonstrate rising trends, while COVID-19 shows fluctuating mortality patterns due to varying response measures. These trends are consistent with previous studies highlighting the growing burden of infectious diseases in Nigeria. Healthcare access and poverty emerged as the most significant determinants of mortality. Limited healthcare infrastructure and delayed diagnosis contribute to higher fatality rates. Additionally, socio-economic inequalities exacerbate vulnerability to infections. The findings also highlight the importance of surveillance systems in controlling outbreaks. Weak surveillance leads to delayed responses and increased mortality. Strengthening these systems is essential for improving public health outcomes. Overall, the tables collectively demonstrate that mortality from emerging infectious diseases in Nigeria is driven by a combination of epidemiological trends, systemic healthcare challenges, and population vulnerabilities.

Emerging infectious diseases continue to pose significant challenges to public health in Nigeria, with increasing trends in mortality driven by multiple factors. This study highlights the critical role of healthcare infrastructure, socio-economic conditions, and environmental factors in shaping mortality outcomes.

The findings underscore the need for a comprehensive approach to disease control, including strengthening surveillance systems, improving healthcare access, and addressing socio-economic inequalities. Investment in healthcare infrastructure and workforce development is essential for enhancing Nigeria's capacity to respond to emerging infectious diseases.

Public health interventions such as vaccination, health education, and improved sanitation can significantly reduce mortality. Additionally, collaboration between government agencies, international organizations, and local communities is crucial for effective disease control.

In conclusion, reducing mortality from emerging infectious diseases in Nigeria requires sustained efforts and strategic interventions. Policymakers must prioritize public health preparedness and invest in systems that can effectively detect, prevent, and respond to outbreaks.

References

- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(7181), 990–993. <https://doi.org/10.1038/nature06536>.
- Nigeria Centre for Disease Control (NCDC). (2023). *Annual disease surveillance report*. <https://ncdc.gov.ng>.
- Olayemi, A., Cadar, D., Magassouba, N., Obadare, A., Kourouma, F., Oyeyiola, A., & Fichet-Calvet, E. (2016). New hosts of the Lassa virus. *Scientific Reports*, 6, 25280. <https://doi.org/10.1038/srep25280>.
- United Nations Children's Fund (UNICEF). (2023). *Diphtheria outbreak response in Nigeria*. <https://www.unicef.org>.
- World Bank. (2022). *World development indicators*. <https://www.worldbank.org>.
- World Health Organization (WHO). (2021). *COVID-19 situation report Nigeria*. <https://www.who.int>.
- World Health Organization (WHO). (2022). *Lassa fever fact sheet*. <https://www.who.int>.
- World Health Organization (WHO). (2023). *Emerging infectious diseases overview*. <https://www.who.int>
- UDC 372.36:37.032

**THE INTERCONNECTION OF NATIONAL CONSCIOUSNESS AND PERSONALITY
DEVELOPMENT IN CAREER GUIDANCE****Amangul Kurmankulova****1st-year Master's student of the educational program 7M01101 – Pedagogy and Psychology****Kh. Dosmukhamedov Atyrau University (Atyrau, Republic of Kazakhstan)****Scientific supervisor, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor – Sh.Dzhanzakova**

Annotation. The article examines the role of national values in the formation of students' professional motivation. It analyzes the interconnection between national consciousness and personal development within the process of career guidance, highlighting their influence on professional self-determination. Effective methods for integrating national values into the content of education are proposed. The research results demonstrate that this approach contributes to students' conscious career choice and the development of their social responsibility.

Keywords: professional motivation, national values, career guidance, national consciousness, personal development.

At present, the training of qualified specialists aimed at developing the national economy is carried out through the education system. It can be argued that the competitive development of the domestic economy is impossible without engaging young people in productive labor and involving them in addressing value-based issues. Therefore, career guidance serves as an instrument of social dialogue that ensures successful economic development, while also acting as an important means of promoting traditional spiritual and moral values, such as patriotism, productive work, and collectivism.

Providing young people with an understanding of various professions and the requirements associated with them constitutes one component of career guidance, while another essential component is fostering a sense of responsibility for the future of the country through labor.

In the modern education system, career guidance has acquired particular relevance. Changes in the labor market and the emergence of new professions impose new demands on young people's career choices. At the same time, career guidance is not limited solely to the selection of a profession but also ensures the comprehensive personal development of the individual.

An analysis of studies conducted by numerous scholars on this issue shows that the majority characterize professional self-determination not as a one-time act, but as a lifelong process. An individual's career choice does not end at the school stage; rather, it is continuously reconsidered and refined at different stages of life. In this regard, the concept of "lifelong learning" has emerged in contemporary science. This concept reflects the continuity of both professional and personal development of the individual.

Career guidance for senior school students is a complex issue addressed within the fields of pedagogy and psychology. At this stage, students' interests, abilities, and the foundations for their future career choices are formed. Therefore, career guidance should not be limited solely to the provision of information; rather, it must take into account the individual characteristics of each learner and be aimed at unlocking their potential.

Career guidance encompasses several areas of activity, including: professional information (career information), professional promotion (career advocacy), professional diagnostics (career diagnostics), and professional counseling (career consultation) [2, p. 45].

Table 1. Components of Career Guidance

Component	Description
Career Information	Providing information about professions
Career Advocacy	Developing interest in professions
Career Diagnostics	Identifying abilities and interests
Career Counseling	Providing individual guidance

As noted above, career guidance is a multifaceted phenomenon. Modern society can be characterized as professionally oriented, as from the very moment of birth, an individual is guided toward achieving life success.

In the contemporary education system, it is essential to consider not only students' professional interests but also their national identity and worldview. In other words, there is a need to harmonize national values with modern requirements.

National values and national consciousness are among the key factors influencing both personal development and professional self-determination. They contribute to the understanding of cultural traditions and the formation of a sense of responsibility toward society. Thus, there arises a need to study the interrelationship between national consciousness and personal development within the context of career guidance.

National consciousness is characterized by an individual's understanding of their people's culture, language, traditions, and historical past. It is formed through the process of socialization and influences the development of the individual's value orientations.

From a psychological perspective, national consciousness consists of the following components:

- Cognitive (knowledge of one's culture and history)
- Emotional (a sense of pride)
- Behavioral (adherence to traditions)

National consciousness has a significant impact on students' personal development. It shapes an individual's value system and determines their life trajectory, including career choices. National values such as diligence and patriotism play an important role in professional decision-making. For example, a sense of responsibility toward society may influence the choice of careers in education, medicine, and public service, while a desire to preserve culture may lead individuals to choose professions in the arts and humanities.

The awareness of national values contributes to the development of intrinsic motivation toward professional activity. Students with a highly developed level of national consciousness actively participate in socially beneficial activities and understand the significance of their future professional roles.

Considering the practical aspects of integrating national values into career guidance, the following key directions can be identified:

- Incorporation of a national-cultural component into educational programs
- Organization of thematic activities (including engagement with bearers of traditions)
- Use of the lives of prominent figures as role models
- Development of educational courses aimed at fostering national consciousness

The national values formed over centuries by the Kazakh people reflect their history and worldview. These values constitute the foundation of an individual's spiritual development.

The main national values include:

- Honesty – the basis of moral behavior and professional ethics
- Diligence – respect for labor as a core value
- Respect for elders and care for the younger – the culture of interpersonal relations
- Patriotism – service to one’s country

These values are reflected in the works of great thinkers such as Al-Farabi, Khoja Ahmed Yasawi, Abai Kunanbayev, as well as in the intellectual legacy of the Alash movement figures, where national values are given particular emphasis.

Table 2. The Influence of National Values on Career Choice

National Values	Description	Corresponding Professions
Patriotism	Service to the country	Military personnel
Diligence	Responsibility, perseverance	Doctor, teacher
Spiritual values	Morality	Psychologist, educator
Respect for elders	Adherence to traditions	Culture and education sectors

National values regulate an individual’s behavior and have a direct impact on students’ professional self-determination:

- Formation of intrinsic motivation – students begin to perceive a profession not merely as a source of income, but as a form of service to society.
- Conscious career choice – national values enable individuals to align their personal interests with the needs of society.
- Development of professional responsibility – strengthens professional ethics.

We propose methods for developing students’ professional motivation on the basis of national values. These approaches are aimed at fostering career motivation among students through the integration of national values.

Table 2. Methods of Developing Professional Motivation Based on National Values

Methods	Description	Example	Outcome
Value-oriented approach	Aimed at forming students’ attitudes toward future professions through national values	“How does my profession benefit society?”	Intrinsic professional motivation is developed, and students make conscious career choices
Biographical method	Presentation of the lives and professional paths of great individuals as role models	“The personality I admire”	Formation of professional and moral role models
Project-based method	Development of students’ professional interests	“My future profession”	Development of responsibility and research skills
Debate method	Provides opportunities for free expression of opinions	“Career choice: money or mission?”	Development of communicative skills
Interdisciplinary integration	Linking academic subjects with national values	Biology – responsibility toward nature	Formation of the unity of knowledge and values

Contemporary educational practice demonstrates that neglecting the national component in the process of career guidance leads to a decline in students’ learning and cognitive activity, a weakening of professional motivation, and superficial career choices based on external factors. In such cases, students often fail to deeply

understand the social significance of a profession, its role in society, and its impact on personal development, relying instead on temporary interests and material considerations. As a result, situations of future professional dissatisfaction, indifference toward work, and professional burnout may occur.

Conversely, the systematic integration of national values into the educational content has a positive impact on students' career orientation. In particular, values such as "honest labor," "service to the country," "responsibility," "honor," and "diligence" shape the individual's internal motivational structure and serve as a foundation for the formation of a stable interest in a future profession. This, in turn, fosters a conscious, purposeful, and responsible approach to career choice. Moreover, education based on national values enhances students' social responsibility and directs them toward working for the benefit of society.

National consciousness is not a phenomenon opposed to globalization; rather, it is an important mechanism for preserving an individual's identity within global processes. In the context of globalization, a person grounded in national values is able to navigate the global educational space freely while maintaining their cultural and spiritual foundation. This not only increases their competitiveness but also enables them to define their position within a multicultural environment. From this perspective, the harmonious development of national consciousness and global competencies is one of the key tasks of the modern education system.

Thus, national consciousness and personal development are closely interconnected components of career guidance. Their integration facilitates students' self-awareness, identification of individual abilities and interests, and the conscious choice of their future professional path. Such integration contributes not only to professional development but also to the spiritual and moral growth of the individual.

An effective career guidance system must take into account not only students' psychological characteristics, abilities, and aptitudes, but also their cultural and national identity. This strengthens the learner-centered approach in education and allows for the full realization of each student's potential. Furthermore, career guidance based on national values contributes to the training of competent, responsible, and competitive specialists who are capable of ensuring sustainable societal development while preserving national heritage and aligning it with modern requirements.

In conclusion, the integration of national values into the career guidance system represents an important direction in the modernization of educational content. This approach not only enhances students' professional motivation but also strengthens their civic position, social activity, and national identity.

References

1. Pryazhnikov, N. S. (2017). Career guidance in the system of social volunteering. *National Psychological Journal*, No. 1(25), pp. 45–55.
2. Klocheva, G. M. (2016). Psychological and pedagogical support of senior students in career choice. *Scientific and Methodological Electronic Journal "Concept"*, Vol. 44, pp. 191–197.
3. Zhuralovsky, V. M., Martynov, V. G., & Tumanov, A. A. (2024). Professional orientation and professional self-determination of students: challenges of the time. Moscow: Publishing Center of the Russian State University of Oil and Gas (National Research University) named after I. M. Gubkin, 396 p.

METHODOLOGY OF AESTHETIC EDUCATION THROUGH THE USE OF KAZAKH FOLKLORE IN PREPARATORY GROUPS

Zhuldyz Esenbai

1st-year Master's student of the educational program 7M01101 – Pedagogy and Psychology

Atyrau University named after Kh. Dosmukhamedov (Atyrau, Republic of Kazakhstan)

Scientific supervisor, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor – Sh.Dzhanzakova

Annotation. The article examines the methodological foundations of using Kazakh folklore in providing aesthetic education to preschool preparatory group children. It reveals that folklore materials contribute to the development of children's artistic perception, aesthetic taste, emotional culture, and creative abilities. As a result of the study, effective methods and stages for organizing aesthetic education are proposed. In addition, the impact on the acquisition of national values and the personal development of children is highlighted.

Keywords: aesthetic education, Kazakh folklore, preparatory group, artistic development, national values.

In the development of the education system, the issue of aesthetic education of preschool-aged children holds a special place. The preparatory group represents one of the most important stages in a child's personal development, as during this period the child's imagination, perception of the environment, and aesthetic understanding develop intensively.

What role does the education system play in fostering children's aesthetic education through folk culture? In world pedagogy, there is extensive experience in introducing children to art. For instance, in Bulgaria, with the participation of G. I. Stoyanova, the "National Musical Folklore Union" was established. This organization aims to integrate musical folklore into school and preschool music education as well as extracurricular activities as a natural foundation of the educational process [1, pp. 47–51]. Such aesthetic education contributes to the formation of an individual's genuine perception of reality and their aesthetic attitude toward the surrounding environment. Aesthetic education is understood as a specific way of perceiving phenomena, as well as a form of a child's artistic activity. In children's aesthetic education, the leading activity is artistic activity.

The influence of artistic education is evident only when art possesses genuine aesthetic value. Therefore, "artistic and aesthetic education are considered as an interrelated and inseparable concept" [2, p. 32]. From this perspective, folklore—being the spiritual heritage of a nation—serves as an important means of aesthetic education.

Folklore is a complex cultural phenomenon that embodies a nation's worldview, life experience, aesthetic taste, and artistic thinking. The term "folklore" has been used since 1846 [3]. In the works of M. K. Azadovsky in the twentieth century, the term "folklore" was applied in relation to oral literature. He included songs, fairy tales, rituals, and traditional beliefs within folklore [4].

Kazakh folklore includes fairy tales, legends and narrative stories, tongue twisters, riddles, and proverbs and sayings. All of these genres contribute to the development of children's imagination and the formation of their aesthetic sense. Through the actions of characters in fairy tales, children learn to distinguish between good and evil and to understand aesthetic categories such as beauty. In addition, these works enhance children's speech culture and enrich their language development.

Tongue twisters and riddles help improve children's pronunciation and linguistic fluency, while fairy tales and epic narratives develop their imagination and artistic taste. Folk tales, in particular, shape children's aesthetic perception and develop their imaginative thinking and emotional sensitivity. Proverbs and sayings, in turn, increase cognitive activity and foster figurative thinking skills.

Table 1 – Folklore Genres and Their Aesthetic Impact

Folklore Genre	Aesthetic Impact	Developed Skills/Qualities
Fairy tales	Imagery, emotional influence	Empathy, imagination
Proverbs and sayings	Expressiveness	Speech culture
Riddles	Figurative thinking	Logical thinking
Folk songs	Musical expressiveness	Sense of rhythm
Traditions and rituals	Visual aesthetics	Cultural identity

In organizing aesthetic education for preparatory group children through the use of Kazakh folklore, the process can be divided into three stages. These stages ensure the systematic development of children's aesthetic perception and enhance their creative activity.

The motivational stage represents the initial phase of aesthetic education. Its main purpose is to arouse children's interest and create an emotionally supportive environment. At this stage, children are introduced to the world of folklore, and its content is directed toward artistic perception. Activities such as expressive storytelling of fairy tales and question-and-answer techniques contribute to the development of children's imagination and emotional perception.

The activity stage is the main stage in the implementation of aesthetic education. It focuses on the development of children's aesthetic skills and their engagement in creative activities. This includes role-playing games, visual arts, musical activities, singing, memorizing poems and epics, and modeling. These activities develop children's imaginative thinking, creative abilities, and aesthetic taste.

The reflective stage is the concluding phase of aesthetic education. Its aim is to consolidate the acquired aesthetic experience. At this stage, children's ability to express their thoughts and emotions freely is developed. Through conversation and sharing opinions, children's aesthetic experiences are analyzed and reflected upon.

These stage-based methodological approaches enhance the effectiveness of aesthetic education based on Kazakh folklore and make a significant contribution to the aesthetic development of children.

In organizing aesthetic education for preparatory group children through the use of Kazakh folklore, it is essential to apply various methods in a comprehensive and integrated manner. Aesthetic education includes game-based, verbal, artistic-creative, and musical methods.

The game method represents the primary form of activity for preparatory group children; therefore, it occupies a central place in aesthetic education. Through play activities, children freely engage with folkloric content. For example, dramatization of fairy tales and participation in traditional national games develop children's imagination and cognitive abilities. In addition, the game method contributes to the formation of children's communication skills.

The verbal method plays an important role in developing children's linguistic and aesthetic culture. Through this method, children learn to understand the meaning of artistic language and perceive its beauty. Techniques such as expressive reading, retelling, question-and-answer sessions, and storytelling enable deeper comprehension of folkloric texts. As a result, children's vocabulary expands, and their linguistic thinking skills are developed.

The musical method is an integral component of aesthetic education. Performing folk songs, engaging in rhythmic exercises, and organizing musical games enhance children's auditory perception, sense of rhythm, and emotional responsiveness. Through musical activities, children experience the sound characteristics of national culture and gain artistic impressions.

The artistic-creative method is of particular importance in developing children's aesthetic taste. Activities such as drawing based on folklore, making appliques, and creating decorative elements help develop children's creative abilities. Through this method, children transform their imagination into artistic images and gain aesthetic experience.

Moreover, an integrated approach plays a crucial role in aesthetic education. By combining artistic, motor, and verbal activities, it is possible to ensure the holistic development of children's aesthetic perception. Such an approach engages all sensory channels of the child, contributing to deeper and more sustainable learning outcomes.

The effectiveness of the methodology for aesthetic education based on Kazakh folklore is determined by several pedagogical conditions.

Firstly, the organization of an aesthetically enriching environment is essential. The arrangement of national ornaments, decorative elements, and folklore-based materials in the classroom contributes to the continuous development of children's aesthetic perception.

Secondly, the use of national cultural elements facilitates the formation of children's national identity. Through folklore, children become familiar with the traditions, arts, and worldview of their people and acquire aesthetic values.

Thirdly, taking into account individual characteristics and interests of children enhances the effectiveness of aesthetic education. Since each child has a different level of perception and creative ability, the teacher should apply a differentiated approach in the educational process.

Fourthly, ensuring active participation of children in the educational process is highly important. Only when children are not passive listeners but active participants in creative activities can full aesthetic experience be formed.

In general, the proposed set of methods and approaches enables the effective formation of children's aesthetic taste based on Kazakh folklore and ensures their personal, cultural, and creative development.

Thus, the systematic and purposeful use of Kazakh folklore in the aesthetic education of preparatory group children is a pedagogically effective and scientifically grounded approach. The content and artistic features of folklore heritage correspond to the cognitive level of preschool children, providing broad opportunities for developing aesthetic taste, enhancing artistic perception, and fostering creative activity.

Aesthetic education organized through Kazakh folklore not only enhances children's artistic perception but also contributes to the formation of their national identity, the acquisition of spiritual and moral values, and the strengthening of cultural identity. In addition, the use of folkloric materials comprehensively develops children's emotional culture, vocabulary, imagination, and figurative thinking.

The proposed stage-based methodology (motivational, activity-based, and reflective stages) together with a system of pedagogical methods (game-based, verbal, musical, and artistic-creative) enables the effective organization of aesthetic education. These approaches ensure active participation of children in the learning process and allow for the consideration of their individual characteristics and interests.

In the contemporary educational space, the improvement of aesthetic education requires the integration of national content with modern technologies. In this regard, future research perspectives are closely related to the development of digital educational resources based on Kazakh folklore (interactive platforms, multimedia tools, and electronic learning materials) and their integration with innovative pedagogical technologies.

In general, aesthetic education through Kazakh folklore is an important pedagogical mechanism that ensures the harmonious development of the individual, preserves national culture, and transmits it to future generations.

References

1. Stoyanova, G. I. (2016). Experience of the “Gift of Orpheus” association in Bulgaria. In Teacher of Music. From Orpheus to DJ: Selected Articles (pp. 47–51). Sofia: Avangard Prima Publishing House.
2. Kagan, M. S. (1984). Aesthetic and artistic education in a developed socialist society. Leningrad: Znanie, p. 32.
3. Ambrose, M. Folk-Lore. The 22 August, No. 982, pp. 862/III–863/I. Atheneum.
4. Azadovsky, M. K. (1928). The place and role of folklore in the organization of local history studies. In Proceedings of the First Siberian Regional Scientific Research Congress (Vol. 4, pp. 70–72). Novosibirsk.

**METHODOLOGY FOR DEVELOPING NATIONAL CONSCIOUSNESS THROUGH
ETHNOCULTURAL VALUES IN THE CONDITIONS OF A PEDAGOGICAL COLLEGE****Aiganym Kosymbaykyzy****1st-year Master's student of the educational program 7M01101 – Pedagogy and Psychology****Atyrau University named after Kh. Dosmukhamedov (Atyrau, Republic of Kazakhstan)****Scientific supervisor, Doctor of Pedagogical Sciences,****Professor – Sh. Dzhanzakova**

Summary: The article examines the theoretical and methodological foundations of developing students' national consciousness through ethnocultural values in the context of a pedagogical college. The proposed stage-based methodology (motivational-value, activity-practical, and reflective-evaluative stages) is aimed at increasing students' interest in national culture, forming value orientations, and developing their professional and pedagogical competencies. The research results demonstrate the effectiveness of systematically integrating the ethnocultural component into the educational process. In addition, the possibilities of using digital educational resources are highlighted.

Keywords: ethnocultural education, national consciousness, cultural identity, pedagogical college, value orientation, digital education.

At the beginning of the 20th century, the well-known domestic philosopher Nikolai Onufrievich Lossky emphasized that the recognition of national culture at the global level is directly connected with the universal nature of its internal developmental values. From this perspective, the culture of behavior is considered as a system of norms and forms of interaction between individuals, based on mutual understanding and adherence to socially accepted ethical principles. Nikolai Alexandrovich Berdyaev, in turn, describes culture as a phenomenon closely associated with historical continuity, namely the heritage of ancestors, traditions, and spiritual succession [1].

The need to form scientifically grounded understanding of the traditions of different peoples among learners has become particularly relevant in the context of globalization. The intensification of economic, cultural, and social interactions, the growing interdependence of states, and individuals' search for favorable conditions for self-realization in a rapidly changing environment all increase the importance of this process. In this context, understanding cultural diversity and intercultural relations broadens an individual's worldview, fosters tolerance toward representatives of different ethnocultural groups, and contributes to the assimilation of both national and universal human values [2].

Moreover, pedagogical influence in this direction contributes to the development of students' effective communication skills in a multicultural environment, ensures their social adaptation, and supports cultural and social identification. This process is considered as an interconnected system within which the professional competencies of future specialists, including communicative and speech culture, are formed.

In the contemporary educational space, these processes are characterized by the need to establish a system of value orientations in defining the educational and воспитательные goals of both learners and educators. This, in turn, serves as an important pedagogical prerequisite for ensuring individuals' adaptation to modern socio-cultural conditions.

Ethnocultural education is a complex pedagogical process aimed at forming and socializing an individual as both a representative of an ethnic group and a full-fledged citizen of a multicultural society through the goals, objectives, content, and technologies of the educational system [3].

The main goal of ethnocultural education is to develop national consciousness among learners by introducing them to the cultural heritage of their own people, as well as to foster respectful and humane attitudes toward representatives of different ethnic groups. In addition, this process aims to cultivate a sustained interest in recognizing and accepting the national values of other cultures.

Traditions, as an important component of socio-cultural heritage, represent a system of values that are transmitted from generation to generation and are preserved and developed within a society over a long period of time. They include norms of behavior, spiritual values, customs, and rituals. The acquisition of traditions enables the younger generation not only to master past experience but also to critically analyze and further develop it. In this way, historical continuity is preserved, forming the foundation for future cultural development.

Researchers Valentina Ivanovna Belova and Galina Gennadijevna Tyustina consider the concept of ethnotolerance as an integrative personal quality. According to them, ethnotolerance is formed on the basis of knowledge about the cultural traditions of different peoples, as well as skills and behavioral patterns that ensure interethnic understanding and effective communication. This quality gradually develops in children through the acquisition of social experience and the assimilation of behavioral norms and rules within society [4].

In the context of contemporary socio-cultural transformations, the issue of preserving and developing national identity among young people has become particularly relevant from a scientific and pedagogical perspective. Globalization processes, digitalization of society, and intercultural interaction, on the one hand, broaden an individual's worldview; on the other hand, they create the risk of weakening traditional cultural orientations and national values.

Pedagogical colleges are considered not merely educational institutions, but also important social institutions that shape the personality of future teachers on the basis of spiritual, moral, and ethnocultural values. In this regard, the development of national consciousness is identified as one of the priority directions of the educational process.

National self-awareness as an integrative quality of the individual includes a sense of belonging to a particular ethnic group, as well as respect for the history, language, culture, and traditions of one's native people. The formation of this quality is impossible without the systematic acquisition of ethnocultural values, as they constitute the core content of educational influence.

The phenomenon of national consciousness has been comprehensively studied in philosophy, sociology, and pedagogy, and is closely interconnected with such concepts as "cultural identity," "patriotism," and "spiritual and moral education." These concepts characterize the fundamental foundations of an individual's socio-cultural development.

Ethnocultural values are defined as a set of material and spiritual heritage that reflects the historical development of a people, their worldview characteristics, and value orientations. These include language (as the main carrier of culture), customs and traditions, oral folk creativity, national arts, as well as moral and ethical norms and ideals.

The content and structure of the methodology are aimed at forming students' national consciousness through the integration of ethnocultural values into the educational process. This structure is implemented through the interrelated unity of target, content, technological, and outcome components. The target component focuses on the development of national identity, while the content component includes a system of ethnocultural knowledge. The technological component defines teaching methods and forms (interactive methods, project-based learning, and cultural-cognitive activities), whereas the outcome component characterizes the level of students' national consciousness and the degree of their ethnocultural competence formation.

The proposed methodology aimed at developing national consciousness seeks to systematically integrate ethnocultural values into the educational process of a pedagogical college and is implemented through the unity of three interrelated stages.

1. Motivational stage

The main objective of this stage is to develop students' interest in national culture and to form a stable motivation aimed at understanding its socio-spiritual significance. Within this stage, the following tasks are addressed: increasing cognitive interest in national traditions, forming a value-based attitude toward cultural heritage, and developing an emotionally positive perception of national culture.

To achieve these goals, pedagogical tools such as problem-based lectures and discussions, debates on issues of national identity, analysis of documentary materials, meetings with cultural and scientific figures, as well as thematic events such as round tables and scientific conferences are organized.

2. Activity-practical stage

The aim of this stage is to actively involve students in the process of mastering ethnocultural values and to develop their practical experience. During this stage, tasks such as developing research and creative abilities, improving independent work skills, and integrating theoretical knowledge with practical activity are implemented.

For this purpose, project-based learning technologies are widely used, including the preparation of presentations and video materials by students, implementation of research projects on national traditions, participation in cultural events and national celebrations, staging of folklore works, and the development of ethnocultural portfolios.

3. Reflective-evaluation stage

The main objective of this stage is to ensure students' conscious understanding and consolidation of acquired knowledge and value orientations. In addition, it aims to develop reflective skills, critical thinking, and the ability to assess personal development.

At this stage, pedagogical methods such as writing reflective essays and reports, self-assessment and peer-assessment techniques, analysis of achievement portfolios, and conducting final discussions and presentations are effectively applied.

In general, the proposed stage-based methodology can be characterized as an integrated pedagogical system aimed at the systematic development of students' national consciousness, the formation of their ethnocultural competence, and their preparation for effective functioning in a multicultural society.

Results of methodology implementation

The piloting of the proposed methodology in the educational process of a pedagogical college demonstrated its high pedagogical effectiveness. During implementation, an increase in students' cognitive interest in national culture, the formation of stable value orientations, and the strengthening of patriotic feelings and civic position were observed. Furthermore, the level of spiritual and moral education improved, and indicators of professional readiness for educational work increased. A particularly significant outcome was the development of future teachers' conscious understanding of their socio-pedagogical responsibility in transmitting ethnocultural values to the next generation.

The effective integration of the ethnocultural component into the educational process requires a comprehensive and systematic scientific and methodological approach. In this regard, it is important to take into

account regional and cultural characteristics, the initial level of students' preparedness, as well as the possibilities of modern educational technologies.

The process of digitalization in education expands the forms and tools for implementing the proposed methodology. In particular, the use of multimedia resources, online platforms, virtual museums, and digital educational content creates conditions for students' deeper immersion into the ethnocultural space and facilitates more effective mastery of learning materials.

At the same time, in order to maintain the integrity of the educational process, it is essential to ensure an optimal balance between traditional pedagogical methods and innovative technologies.

In conclusion, the formation of national consciousness based on ethnocultural values in the context of pedagogical colleges represents one of the important directions of contemporary pedagogical science and educational practice. The proposed methodology provides a comprehensive impact on the individual, enabling the systematic development of cultural identity, spiritual and moral qualities, and professional competencies.

As promising directions for future research, the development of digital educational resources is proposed, as well as further exploration of the integration of the ethnocultural component into various disciplines of pedagogical education.

References

1. Aksentyev, A. V., & Aksiev, A. Z. (1999). Contemporary ethnocultural processes in the North Caucasus. In Problems of Philosophy of Culture: Collection of Articles (p. 80). Stavropol: SSU Publishing House. (The source is not provided in the original text).
2. Martynova, A. V. (2019). On the issue of developing speech culture of future primary school teachers. In L. A. Ibragimova & E. A. Bauer (Eds.), Social and Pedagogical Education: Development Vectors (pp. 31–33). Nizhnevartovsk: Nizhnevartovsk State University.
3. Istrofilova, O. I. (2014). Value-oriented approach in organizing the educational process for children and adolescents with aggressive behavior. Internet Journal "Naukovedenie", No. 6(25).

THE ROLE OF THE CREATIVE ECONOMY IN IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF LOCAL TOURISM: A STUDY ON CULTURE-BASED CREATIVE PRODUCTSNala Maghfiroh¹¹ K.H Abdurrahman Wahid State Islamic University, Faculty of Islamic Economics and Business, Islamic Banking Study Program, Central Java, Indonesia¹ <https://orcid.org/0009-0009-0480-8553>
nala.maghfiroh@mhs.uingusdur.ac.idNavila Bunga Safira²² K.H Abdurrahman Wahid State Islamic University, Faculty of Islamic Economics and Business, Islamic Banking Study Program, Central Java, Indonesia² <https://orcid.org/0009-0001-0218-7046>
navila.bunga.safira@mhs.uingusdur.ac.idWidia Reza Valentina³³ K.H Abdurrahman Wahid State Islamic University, Faculty of Islamic Economics and Business, Islamic Banking Study Program, Central Java, Indonesia³ <https://orcid.org/0009-0002-8789-6489>
widia.reza.valentina@mhs.uingusdur.ac.id**ABSTRACT**

Introduction and purpose : Creative economy (EKRAF) has become a strategic driver for strengthening local tourism competitiveness, particularly through cultural-based creative products that reflect regional identity and heritage values. In the context of global tourism competition and the rising demand for authentic experiences, local destinations must develop unique creative products that integrate culture, innovation, and market relevance. This study aims to analyze the role of the creative economy in improving the competitiveness of local tourism by examining cultural-based creative products and their contribution to destination branding, tourist attraction, and local economic empowerment.

Material and methodology : This research applies a qualitative descriptive approach using a case study design. Data were collected through in-depth interviews with creative entrepreneurs, tourism stakeholders, and local government representatives, supported by field observations and documentation. The study uses purposive sampling to ensure informants have direct involvement in the creative product ecosystem. Data analysis was conducted through thematic analysis, focusing on the linkage between cultural creativity, tourism development, and competitiveness indicators.

Results : The findings show that cultural-based creative products significantly enhance local tourism competitiveness by strengthening destination identity, increasing tourist engagement, and expanding market differentiation. Creative products such as handicrafts, culinary innovations, and cultural performances contribute to higher tourist spending and longer length of stay. The study also identifies that digital promotion and artificial intelligence-based marketing tools improve product visibility and customer targeting. However, challenges remain in limited access to funding, weak intellectual property protection, and inconsistent product quality standards.

Discussion and conclusion : This study concludes that the creative economy plays a critical role in boosting local tourism competitiveness through cultural innovation, community-based empowerment, and digital transformation. Strengthening collaboration among government, creative actors, and tourism institutions is essential to build sustainable competitiveness. Integrating halal industry standards and AI-driven digital strategies can further expand market reach and increase product credibility in national and global tourism markets.

Keywords: creative economy, cultural-based products, tourism competitiveness, local branding, digital innovation.

TRANSFORMATION OF THE CREATIVE ECONOMY THROUGH THE DEVELOPMENT OF THE HALAL INDUSTRY IN INDONESIA**Lailatul MAULIDYA¹****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia****,ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4628-3065>****lailatul.maulidya@mhs.uingusdur.ac.id ,****Athaya CANDRAKANTA²****²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0823-5866>****athaya.candrakanta@mhs.uingusdur.ac.id, dan****Abelia INTANI³****³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-5866-0322>****abelia.intani@mhs.uingusdur.ac.id****Özet**

This study aims to analyze the transformation of the creative economy through the development of the halal industry in Indonesia as a strategy to enhance competitiveness and sustainability of MSMEs. This research employs a qualitative approach using literature review and descriptive analysis of policies, industry practices, and trends in the halal creative economy. The findings indicate that the integration of the creative economy and the halal industry provides significant opportunities to create added value, expand market access, and increase consumer trust, particularly in a Muslim-majority country such as Indonesia. This transformation is driven by product innovation, digitalization, and government support through halal product assurance policies. However, several challenges persist, including low halal literacy, limited access to certification, and suboptimal use of technology among MSMEs. The study also highlights that strengthening the halal ecosystem through collaboration among government, business actors, and supporting institutions such as Halal Centers is essential for successful transformation. The novelty of this research lies in integrating the perspectives of the creative economy and halal industry within a comprehensive analytical framework. The implications emphasize the importance of innovation-driven strategies, human resource capacity building, and digital technology adoption to accelerate sustainable transformation of the halal creative economy in Indonesia.

Anahtar Kelimeler: creative economy, halal industry, MSMEs, innovation, competitiveness

THE EFFECT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE UTILIZATION AND ADVERTISING OPTIMIZATION ON BUSINESS PERFORMANCE OF HALAL CREATIVE ECONOMY PRODUCTS IN SHOPEE AND TIKTOK SHOP

Mohamad Erik Saputra¹

¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1700-0410>
eriksaputa1203@gmail.com

Yulianti Aulia Diana²

²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-9565-3585>
yulianti.aulia.diana@mhs.uingusdur.ac.id

M. Zilfa Attamama³

³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4628-3065>
m.zulfa.attamama@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the effect of artificial intelligence (AI) utilization and advertising optimization on the business performance of halal creative economy products marketed through Shopee and TikTok Shop. It specifically explores how AI-powered features such as recommendation systems, automated customer service, and predictive analytics, combined with platform-based digital advertising strategies, drive sales growth, consumer engagement, and brand competitiveness among halal product sellers in the digital marketplace. This research adopts a systematic literature review method (studi pustaka) by synthesizing relevant studies from peer-reviewed journals, academic publications, industry reports, and authoritative digital sources. Sources were identified and selected based on thematic relevance, scholarly credibility, and publication recency, covering the domains of AI in e-commerce, halal industry development, digital advertising, and creative economy performance metrics. The review finds that AI utilization positively affects business performance by enabling personalized consumer experiences, streamlining operational processes, and generating data-driven market insights. Advertising optimization through platform-native tools including Shopee Ads and TikTok Ads Manager significantly expands product reach and improves conversion rates. The synergy between AI adoption and strategic advertising produces a compounding effect that enhances return on investment and accelerates brand recognition, particularly among Muslim consumer segments who demonstrate strong preferences for halal-certified products. This study provides actionable insights for halal creative economy entrepreneurs to strategically integrate AI tools and data-driven advertising on Shopee and TikTok Shop to sustain competitiveness in the digital economy. Policymakers and industry stakeholders may use these findings to design targeted digital capacity-building programs, particularly for small and medium enterprises (SMEs) operating within the halal creative economy sector. This study offers a novel conceptual contribution by integrating three emerging fields artificial intelligence, halal creative economy, and digital advertising optimization within the specific dual-platform context of Shopee and TikTok Shop. Unlike prior studies that treat these domains separately, this paper constructs a unified analytical framework that advances the theoretical understanding of technology-driven business performance in the halal digital economy.

Keywords: Artificial intelligence, Halal creative economy, Advertising optimization, Business performance, E-commerce

THE INTEGRATION OF DIGITAL BRANDING AND PRODUCT INNOVATION IN ENHANCING THE VALUE ADDED OF THE CREATIVE ECONOMY: A CASE STUDY OF CULINARY SMES IN PEKALONGAN REGENCY

Velisah Intan Editriya¹

¹Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business,
Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
velisah.intan.editriya@mhs.uingusdur.ac.id

Hani Hidayah²

²Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business,
Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
hani.hidayah@mhs.uingusdur.ac.id

Siska Afriani³

³Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business,
Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
siska.afriani23032@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines how the integration of digital branding and product innovation enhances value added within the creative economy, focusing on culinary small and medium-sized enterprises (SMEs) in Pekalongan Regency. It aims to identify strategic mechanisms through which digital presence and continuous product development contribute to competitiveness, market expansion, and sustainable business growth. This research employs a qualitative approach based on a literature study. It systematically reviews academic journals, industry reports, policy documents, and relevant theoretical frameworks related to digital branding, product innovation, and value creation in the creative economy. The analysis synthesizes prior empirical findings and conceptual models to construct an integrative perspective applicable to culinary SMEs in local contexts. The study finds that digital branding significantly strengthens SMEs' market visibility, customer engagement, and brand differentiation through platforms such as social media and e-commerce. Simultaneously, product innovation—manifested in menu diversification, packaging design, and quality improvement—directly increases perceived value and consumer satisfaction. The integration of these two elements creates a synergistic effect, where strong branding amplifies innovation visibility, while innovative products reinforce brand identity. This interaction ultimately leads to higher value added, reflected in increased sales, customer loyalty, and competitive advantage. The findings suggest that culinary SMEs should adopt a holistic strategy that combines digital marketing capabilities with continuous innovation. Policymakers and stakeholders are encouraged to support capacity-building programs in digital literacy and product development to strengthen the creative economy ecosystem at the regional level. This study offers a novel integrative framework that links digital branding and product innovation specifically within the context of culinary SMEs in Pekalongan Regency, providing a localized yet scalable model for value creation in the creative economy.

Keywords: digital branding, product innovation, value added, creative economy, culinary SMEs

**ANALYSIS OF CREATIVE SUPPLY CHAIN STRUCTURE BASED ON LOCAL WISDOM IN
INCREASING THE ECONOMIC RESILIENCE OF COASTAL COMMUNITIES****M. Zulfa Attamama¹****¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-0479-9499>
m.zulfa.attamama@mhs.uingusdur.ac.id****Yulianti Aulia Diana²****²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-9565-3585>
yulianti.aulia.diana@mhs.uingusdur.ac.id****Mohamad Erik Saputra³****¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1700-0410>
eriksaputa1203@gmail.com****Abstract**

This study aims to analyze the structure of the creative supply chain based on local wisdom and its contribution to strengthening the economic resilience of coastal communities. It examines how indigenous knowledge systems, culturally embedded production practices, and traditional resource management networks shape supply chain configurations that sustain livelihoods and enhance the adaptive capacity of coastal populations facing economic and environmental pressures. This research applies a systematic literature review method (studi pustaka) by identifying, selecting, and synthesizing relevant academic sources that include peer-reviewed journals, scholarly books, government policy documents, and credible institutional reports. Sources were evaluated based on thematic relevance, scholarly credibility, and publication recency, drawing from the intersecting domains of creative economy supply chains, local wisdom studies, coastal community development, and economic resilience theory. The review establishes that creative supply chains grounded in local wisdom exhibit stronger adaptive capacity than conventional supply chain models. Indigenous practices encompassing communal resource sharing, intergenerational knowledge transfer, and ecologically guided production cycles serve as structural buffers against economic shocks. When embedded within the creative economy framework, these local wisdom-based supply chains generate sustainable income, preserve cultural identity, and reinforce social cohesion. The integration of creative production with ecological knowledge further reduces resource vulnerability and sustains long-term economic resilience among coastal communities. This study provides strategic insights for policymakers, local governments, and community development practitioners to design inclusive economic programs that embed local wisdom as a foundational driver of supply chain development in coastal areas. Creative economy stakeholders can apply these findings to build culturally grounded value chains that advance community welfare while safeguarding coastal ecosystems and biodiversity.

Originality. This paper makes an original contribution by constructing a conceptual framework that integrates creative supply chain theory with local wisdom scholarship within the specific context of coastal community economic resilience a nexus that remains substantially underexplored in existing literature. By repositioning local wisdom as a functional structural element of supply chain design rather than merely a cultural artifact, this study advances a novel theoretical lens for creative economy and community resilience research.

Keywords : Creative supply chain, Local wisdom, Economic resilience, Coastal communities, Creative economy

INTEGRATION OF THE HALAL INDUSTRIAL ECONOMY IN GLOBAL SUPPLY CHAINS TO PROMOTE SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH**Laroenia Nadia Ayu FATHMASARI¹****State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia¹****¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8097-2988>****laroenia.nadia.ayu.fathmasari@mhs.uingusdur.ac.id****Nafila Tri AFRIZA²****²Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1765-933X>****nafila.tri.afriza@mhs.uingusdur.ac.id****Takawa MAFAZA³****³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia²****³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2661-5748>****takawa.mafaza@mhs.uingusdur.ac.id****Alfi Anita SASIA⁴****⁴State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia¹****⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4481-9560>****alfi.anita.sasia@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract:**

The rapid expansion of the global halal industry has positioned it as a key driver of sustainable economic growth, transforming it from a religious-based concept into a comprehensive and competitive economic system. This study aims to analyze the integration of the halal industrial economy within global supply chains and its contribution to promoting inclusive, resilient, and sustainable development. Employing a qualitative method through an extensive literature review and conceptual approach, this research explores the critical roles of halal certification, standardization, and traceability in strengthening the integrity and credibility of halal products in international markets. The findings indicate that the integration of halal industries into global value chains enhances market access, increases competitiveness, and fosters consumer trust, which are essential for long-term economic stability. Furthermore, the adoption of digital technologies, such as blockchain and advanced tracking systems, significantly improves transparency, efficiency, and accountability across the supply chain. Despite these opportunities, several challenges persist, including regulatory inconsistencies among countries, inadequate infrastructure, and the lack of harmonized global halal standards. These issues may hinder the optimal integration of halal industries into the global economy. Therefore, strategic collaboration among governments, industry stakeholders, and international organizations is necessary to develop a unified framework and strengthen the halal ecosystem. In conclusion, integrating the halal industrial economy into global supply chains not only enhances economic performance but also supports sustainable development goals by promoting ethical business practices, social equity, and environmental sustainability.

Keywords: halal industry, global supply chain, sustainable economic growth, halal certification, economic integration.

INTEGRATION STRATEGY OF CREATIVE ECONOMY AND HALAL INDUSTRY IN THE ERA OF GLOBALIZATION**Athaya CANDRAKANTA¹****¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0823-5866>****athaya.candrakanta@mhs.uingusdur.ac.id****Abelia INTANI²****²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-5866-0322>****abelia.intani@mhs.uingusdur.ac.id****Lailatul MAULIDYA³****³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4628-3065>****lailatul.maulidya@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

Globalization has significantly reshaped the global economic landscape, accelerating the growth of both the creative economy and the halal industry as strategic sectors with substantial potential to contribute to sustainable economic development. The creative economy, driven by innovation, intellectual capital, and creativity, plays a crucial role in generating added value and fostering competitiveness, while the halal industry, grounded in compliance with Islamic principles, has expanded beyond religious boundaries to become a global lifestyle trend embraced by diverse consumer segments. This study aims to examine effective strategies for integrating the creative economy and the halal industry in order to enhance competitiveness in international markets. The research adopts a qualitative approach through an extensive literature review and policy analysis to explore key integration frameworks and best practices. The findings reveal that successful integration can be achieved through strengthening halal-based innovation, improving reliable and standardized certification systems, leveraging digital technologies for marketing and global distribution, and fostering strong collaboration among stakeholders, including businesses, government agencies, and supporting institutions. Furthermore, the development of skilled human resources with a comprehensive understanding of both creative processes and halal standards is identified as a critical factor for long-term success. Despite these opportunities, several challenges remain, such as limited awareness and literacy regarding halal concepts among creative entrepreneurs, barriers to accessing global markets, and insufficient coordination among stakeholders. Therefore, comprehensive, adaptive, and sustainable policy support is essential to build a robust halal creative economy ecosystem that can drive inclusive growth and global competitiveness.

Keywords: Creative Economy, Halal Industry, Globalization, Integration, Competitiveness

THE ROLE OF THE HALAL INDUSTRY IN SUPPORTING A SUSTAINABLE CREATIVE ECONOMY ECOSYSTEM**Abelia INTANI¹****¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-5866-0322>****abelia.intani@mhs.uingusdur.ac.id****Athaya CANDRAKANTA²****²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-0823-5866>****athaya.candrakanta@mhs.uingusdur.ac.id****Lailatul MAULIDYA³****³Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia****³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4628-3065>****lailatul.maulidya@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

This study aims to analyze the role of the halal industry in supporting the development of a sustainable creative economy ecosystem. The halal industry is not limited to food and beverages but also extends to sectors such as fashion, cosmetics, tourism, and creative media, all of which are based on Islamic principles. Within the context of the creative economy, the halal industry has significant potential to increase product value, expand market reach, and foster innovation grounded in ethical and sustainability values. This research employs a qualitative approach using literature review and descriptive analysis of relevant academic sources and secondary data. The findings indicate that the integration of the halal industry with the creative economy can create an inclusive, competitive, and sustainable ecosystem. This is supported by increasing consumer awareness of halal products, rapid digital transformation, and supportive government policies. However, several challenges remain, including low halal literacy, limited certification accessibility, and insufficient collaboration among stakeholders. Therefore, a collaborative strategy involving businesses, government, and related institutions is necessary to strengthen this ecosystem. By optimizing the potential of the halal industry, the creative economy is expected to grow sustainably and contribute significantly to national economic development.

Keywords: halal industry, creative economy, sustainability, ecosystem, innovation

**HYBRIDIZATION OF THE CREATIVE ECONOMY AND THE HALAL INDUSTRY: AN ANALYSIS
WITHIN THE FRAMEWORK OF POLITICAL ECONOMY AND GLOBAL CAPITALISM****Takawa MAFAZA¹****¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia¹****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2661-5748>****takawa.mafaza@mhs.uingusdur.ac.id****Alfi Anita SASIA²****²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia²****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4481-9560>****alfi.anita.sasia@mhs.uingusdur.ac.id****Laroena Nadia Ayu FATHMASARI³****³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia³****³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8097-2988>****laroena.nadia.ayu.fathmasari@mhs.uingusdur.ac.id****Nafila Tri AFRIZA⁴****⁴State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia⁴****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1765-933>****nafila.tri.afriza@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

This study aims to analyze the hybridization of the creative economy and the halal industry within the framework of political economy and global capitalism. The integration of these two sectors not only reflects value-based economic innovation but also reveals the commodification of religious values within the logic of the global market. This research employs a qualitative approach with a critical analysis of practices, policies, and dominant narratives shaping the ecosystem of the halal industry driven by the creative economy. The findings indicate that such hybridization generates significant economic opportunities, particularly in enhancing the global competitiveness of halal products through innovation and digitalization. However, it also exposes a structural paradox, where the meaning of “halal” is reduced to a mere commercial label, potentially undermining its underlying ethical and spiritual values. Within the framework of global capitalism, the halal industry tends to be integrated into global value chains dominated by profit-oriented logic, leading to unequal access and distribution of benefits, especially for small-scale enterprises. Therefore, a reconstruction of the development model is necessary one that not only prioritizes economic growth but also ensures the sustainability of values and social justice in line with Islamic economic principles. This study contributes theoretically to the advancement of contemporary Islamic economics and offers practical implications for more inclusive and sustainable policy formulation.

Keywords: Creative Economy, Halal Industry, Political Economy, Global Capitalism, Commodification.

DIGITAL TRANSFORMATION IN THE HANDICRAFT SECTOR: PENETRATING THE GLOBAL MARKET THROUGH E-COMMERCE AND VISUAL STORYTELLING**Widia Reza Valentina¹****¹K.H Abdurrahman Wahid State Islamic University, Faculty of Islamic Economics and Business, Islamic Banking Study Program, Central Java, Indonesia****¹<https://orcid.org/0009-0002-8789-6489>
widia.reza.valentina@mhs.uingusdur.ac.id****Nala Maghfiroh²****²K. H Abdurrahman Wahid State Islamic University, Faculty of Islamic Economics and Business, Islamic Banking Study Program, Central Java, Indonesia****²<https://orcid.org/0009-0009-0480-8553>
nala.maghfiroh@mhs.uingusdur.ac.id****Navila Bunga Safira³****³K. H Abdurrahman Wahid State Islamic University, Faculty of Islamic Economics and Business, Islamic Banking Study Program, Central Java, Indonesia****³<https://orcid.org/0009-0001-0218-7046>
navila.bunga.safira@mhs.uingusdur.ac.id****ABSTRACT**

Introduction and Purpose: The creative economy heavily relies on digital transformation to connect traditional artisan communities with international markets. While local handicraft sectors possess immense cultural and economic value, they frequently struggle to penetrate global supply chains due to limited digital literacy and conventional marketing barriers. This research investigates how integrating e-commerce platforms and AI-enhanced visual storytelling empowers traditional handicraft enterprises to expand their global market reach and elevate their creative value proposition.

Material and Methodology: We employ a mixed-methods research design, gathering quantitative data via targeted surveys from 150 handicraft micro, small, and medium enterprises (MSMEs) and qualitative insights through in-depth interviews with local artisan weaving clusters. The analyzed materials include the artisans' e-commerce performance metrics, digital branding portfolios, and visual content engagement data. We utilize statistical analysis to measure post-digitalization sales growth and thematic analysis to evaluate how narrative-driven visual branding successfully captures international consumer interest.

Results: The findings reveal a robust correlation between comprehensive digital transformation and global market penetration. MSMEs actively utilizing e-commerce ecosystems coupled with compelling visual storytelling experience a significant increase in international sales conversions. Furthermore, leveraging artificial intelligence tools to optimize visual content delivery allows artisans to craft culturally resonant narratives that appeal directly to targeted global demographics. The data demonstrates that structural digital integration effectively elevates traditional crafts from localized commodities to recognized global brands.

Discussion and Conclusion : Digitalization serves as a fundamental requirement for the long-term economic resilience of the handicraft sector. Effective visual storytelling transcends geographical boundaries, communicating the authentic heritage of local products worldwide. We conclude that synergizing e-commerce infrastructure with advanced visual marketing strategies provides a sustainable pathway for traditional artisan communities to achieve international competitiveness. Stakeholders must prioritize digital capacity building to ensure these vital cultural sectors thrive in the modern economic landscape.

Keywords: Digital Transformation, Creative Economy, Visual Storytelling, E-Commerce, Handicrafts

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TRANSFORMING THE HALAL CREATIVE ECONOMY ECOSYSTEM ON DIGITAL PLATFORMS**Nafila Tri AFRIZA****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia**nafila.tri.afrika@mhs.uingusdur.ac.id**Abstract**

This study aims to examine the role of Artificial Intelligence (AI) in transforming the halal creative economy ecosystem within digital platforms. The rapid expansion of digitalization has reshaped creative industries, particularly in halal-based sectors such as fashion, culinary arts, media, and lifestyle services. This research explores how AI contributes to improving productivity, market accessibility, consumer engagement, and innovation sustainability in the halal creative economy while supporting inclusive economic development. This study employs a qualitative literature review approach by analyzing academic journals, policy reports, industry publications, and relevant theoretical frameworks related to Artificial Intelligence, digital platforms, and the halal creative economy. The study systematically synthesizes previous research findings to identify patterns, opportunities, and challenges associated with AI adoption in digital-based halal economic ecosystems. The findings indicate that Artificial Intelligence plays a significant role in accelerating the transformation of the halal creative economy through data-driven decision-making, personalized consumer experiences, automated production processes, and intelligent market analytics. AI integration enhances efficiency in digital marketing strategies, strengthens halal value chain transparency, and enables small and medium creative enterprises to expand into global markets. However, challenges remain related to digital literacy gaps, technological readiness, ethical concerns, and regulatory adaptation within halal governance frameworks. The study highlights the importance of collaborative strategies among governments, digital platform providers, and creative industry actors to foster AI adoption in halal ecosystems. Strengthening digital infrastructure, improving human capital capabilities, and developing adaptive halal certification systems are essential to ensure sustainable and competitive growth in the digital economy era. This research offers a comprehensive conceptual perspective by integrating Artificial Intelligence with the development of the halal creative economy ecosystem on digital platforms, an area that remains relatively underexplored in existing literature.

Keywords: Artificial Intelligence, Halal Creative Economy, Digital Platforms, Economic Transformation, Innovation

CREATIVE DISRUPTION IN THE HALAL INDUSTRY: NAVIGATING INNOVATION IN THE DIGITAL ERA**Alfi Anita SASIA¹****¹State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Bussiness, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia¹****¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4481-9560>****alfi.anita.sasia@mhs.uingusdur.ac.id****Takawa MAFAZA²****²State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Bussiness, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia²****²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2661-5748>****takawa.mafaza@mhs.uingusdur.ac.id****Nafila Tri AFRIZA³****³State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Bussiness, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia³****³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-1765-933X>****nafila.tri.afriza@mhs.uingusdur.ac.id****Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI⁴****⁴State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongn, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia⁴****⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-8097-2988>****laroaena.nadia.ayu.fathmasari@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

This study examines the phenomenon of creative disruption in the halal industry and how innovation is navigated in the digital era. The rapid advancement of digital technologies has significantly transformed the structure and dynamics of the halal market, shifting it from a compliance-based system toward a more innovation-driven ecosystem. This research employs a qualitative descriptive approach through an extensive review of relevant literature and secondary data to analyze the intersection between creative economy practices and halal industry development. The findings reveal that creative disruption plays a pivotal role in reshaping value creation, enabling product differentiation, and enhancing consumer engagement. Digital platforms, particularly social media, function as strategic tools for storytelling, branding, and trust-building, allowing halal products to reach broader and more diverse markets. However, the study also identifies key challenges, including disparities in digital capabilities, limited awareness of halal certification, and inconsistencies in maintaining standardization across products. The novelty of this research lies in conceptualizing creative disruption as a transformative force that integrates innovation with halal values in contemporary consumer culture. This study contributes to the advancement of knowledge in halal industry and creative economy studies by providing a comprehensive understanding of how digital innovation can be strategically managed to strengthen competitiveness, foster sustainable growth, and enhance consumer trust in halal products.

Keywords: Creative Disruption, Halal Industry, Digital Innovation, Creative Economy, Consumer Trust

GLOBAL ECONOMIC VOLATILITY AND CORPORATE FINANCIAL RESILIENCE: THE STRATEGIC ROLE OF ACCOUNTING IN RISK MITIGATION**Laelatunisa****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Accounting, Central Java, Indonesia****laelatunisa25125@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

This study aims to analyze the impact of global economic fluctuations on corporate financial resilience while exploring the strategic role of accounting in mitigating risks, with a particular emphasis on integrating Islamic accounting principles and the utilization of Artificial Intelligence (AI) technology to address economic uncertainty. The research adopts a qualitative approach through a literature study, where data are collected from scientific sources such as academic journals, books, and relevant official reports, and then analyzed using a descriptive-analytical method to identify relationships among variables. The findings indicate that global economic volatility significantly affects corporate financial stability, particularly in terms of liquidity, profitability, and risk management, thereby highlighting the crucial role of accounting in providing accurate and relevant information for decision-making. Furthermore, the implementation of Islamic accounting principles, which emphasize transparency, fairness, and accountability, strengthens the credibility of financial reporting, while the integration of AI in accounting systems enhances efficiency, accuracy, and predictive capabilities in managing financial risks. The implications of this study suggest that companies should adopt adaptive, technology-driven, and ethically grounded accounting systems to improve long-term financial resilience. The originality of this research lies in the integration of global economic volatility, conventional accounting, Islamic accounting, and AI technology as a comprehensive strategy for corporate financial risk mitigation.

Keywords: global economic volatility, financial resilience, Islamic accounting, artificial intelligence, risk mitigation.

THE IMPACT OF DIGITAL FINANCIAL LITERACY ON GENERATION Z'S CONSUMPTIVE BEHAVIOR WITHIN DIGITAL MARKETPLACES.¹Risna Vika Amalia, ² Ida Fadhilah**Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia**risna.vika.amalia25122@mhs.uingusdur.ac.id**Abstract**

This research investigates the critical relationship between digital financial literacy and the compulsive consumption patterns observed among Generation Z within digital marketplaces. As Sharia accounting principles emphasize *falah* (true well-being) and the prohibition of *israf* (extravagance), this study aims to determine whether a sophisticated understanding of digital financial tools acts as a deterrent to impulsive purchasing behavior or, conversely, facilitates easier access to debt-driven consumption through features like "Buy Now, Pay Later" services. The study employs a qualitative library research methodology, utilizing a systematic literature review (SLR) approach to synthesize existing academic discourse. The researcher analyzes peer-reviewed journals, financial reports, and Sharia-based economic frameworks published between 2020 and 2026. By integrating cross-disciplinary perspectives from behavioral finance and Islamic ethics, the methodology evaluates how digital interfaces and algorithmic marketing influence the psychological decision-making processes of young consumers. The analysis reveals that high levels of technical digital literacy do not automatically translate into prudent financial behavior. While Generation Z demonstrates high proficiency in navigating marketplace interfaces, they frequently lack the ethical-financial grounding necessary to resist algorithmic nudges. Furthermore, the findings indicate that integrating Sharia-compliant financial values such as intentional spending and asset-based accountability significantly moderates the negative impacts of digital consumerism. The study identifies a "literacy-behavior gap" where digital convenience often overrides long-term financial stability. These results offer vital insights for policymakers and Sharia financial institutions to develop educational modules that merge technical skills with ethical consumption frameworks. Marketplace developers should consider implementing "ethical nudges" to promote financial health. This research contributes a unique perspective by bridging the gap between modern AI-driven marketplace dynamics and traditional Sharia accounting constraints, providing a novel framework for "Ethical Digital Literacy" in the mid-2020s economy.

Keywords: Digital Financial Literacy, Generation Z, Marketplace, Sharia Accounting, Consumptive Behavior.

“THE IMPACT OF HEALTH SUBSIDY POLICIES ON PUBLIC WELFARE”**Edgina Amelia Asih****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia**edginaameliaasih@gmail.com**Abstract**

This study examines the impact of health subsidy policies on public welfare from an economic perspective. Health subsidies are a form of government intervention designed to reduce financial barriers to accessing healthcare services, particularly for low-income populations. By lowering out-of-pocket expenses, subsidies aim to improve healthcare utilization, enhance health outcomes, and ultimately increase overall societal welfare. This research employs a qualitative descriptive approach by reviewing relevant literature and policy frameworks, including the implementation of national health insurance programs such as BPJS Kesehatan. The findings indicate that health subsidies contribute significantly to increasing access to essential medical services, reducing inequality in healthcare utilization, and protecting households from catastrophic health expenditures. However, the effectiveness of such policies depends on proper targeting, efficient allocation of resources, and strong institutional governance. Challenges such as budget constraints, inefficiencies in service delivery, and potential moral hazard may limit the overall impact of subsidies on welfare improvement. Furthermore, this study highlights that while subsidies can enhance short-term access to healthcare, long-term welfare gains require complementary policies, including improvements in healthcare infrastructure, quality of services, and public health awareness. Therefore, policymakers must adopt a comprehensive approach to ensure that health subsidies are sustainable and equitable. In conclusion, health subsidy policies play a crucial role in promoting social welfare, but their success depends on effective design, implementation, and continuous evaluation.

Keywords: Health subsidies, Public welfare, Healthcare access, Economic policy, Health economics, Government intervention.

THE PROFESSIONAL ROLE OF ACCOUNTANTS IN INTERPRETING FINANCIAL STATEMENTS**Nasywa Amalia Yulecha****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia****nasywa.amalia.vulecha25018@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract:**

This study examines the professional role of accountants in interpreting financial statements within the framework of Sharia accounting principles. It aims to analyze how accountants contribute to enhancing transparency, accountability, and ethical compliance in financial reporting, while supporting informed decision-making aligned with Islamic values. This research applies a qualitative literature study approach by reviewing relevant academic journals, books, and regulatory standards related to financial accounting, Sharia accounting, and professional ethics. The study systematically analyzes prior findings to identify key themes regarding the interpretative role of accountants in financial reporting and their alignment with Sharia principles. The study finds that professional accountants play a crucial role not only in preparing financial statements but also in interpreting financial information to ensure accuracy, relevance, and compliance with both conventional standards and Sharia principles. Accountants act as intermediaries who translate complex financial data into meaningful insights for stakeholders. In the context of Sharia accounting, this role extends to ensuring that financial interpretations reflect values such as fairness, transparency, and prohibition of unethical practices. The findings also indicate that the competence, integrity, and ethical awareness of accountants significantly influence the quality of financial interpretation. This study highlights the need for strengthening professional competence and ethical training among accountants, particularly in integrating Sharia principles into financial analysis. It suggests that organizations and regulators should enhance guidelines and educational frameworks to support accountants in fulfilling their interpretative role effectively and ethically. This research offers a comprehensive perspective by integrating the professional role of accountants with Sharia accounting values, emphasizing interpretation as a critical function beyond technical reporting.

Keywords: Professional Accountant, Financial Statement Interpretation, Sharia Accounting, Ethics, Decision-Making

THE INFLUENCE OF LIVE SHOPPING ON GENERATION Z'S PURCHASE INTEREST IN MSME PRODUCTS**Lafita Atiyani****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia****lafita.atiyani25027@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

This study aims to analyze the influence of live shopping on Generation Z's purchase intention toward Micro, Small, and Medium Enterprise (MSME) products. The rapid development of digital technology and social media has transformed consumer behavior, particularly among Generation Z, who actively engage with interactive online shopping platforms. Live shopping has emerged as a digital marketing strategy that combines real-time interaction, product demonstrations, entertainment, and instant purchasing features. This study examines how these characteristics affect consumer trust, engagement, and buying interest in MSME products. This study employs a qualitative approach using a literature review method. Data were collected from scientific journals, books, conference proceedings, and reputable online publications related to live shopping, digital marketing, consumer behavior, Generation Z, and MSMEs. The collected literature was analyzed systematically to identify theoretical relationships, empirical findings, and emerging trends associated with live shopping and purchase intention. The findings indicate that live shopping significantly influences Generation Z's purchase intention toward MSME products. Interactive communication, real-time product explanations, influencer credibility, promotional offers, and entertainment elements positively contribute to consumer engagement and trust. In addition, live shopping creates a more personalized and immersive shopping experience, which encourages impulsive and planned purchases among Generation Z consumers. The study also reveals that social media platforms play an important role in increasing MSME product visibility and market reach. This study provides practical implications for MSME actors to optimize live shopping strategies as part of digital marketing development. MSMEs are encouraged to improve content quality, audience interaction, and promotional creativity to strengthen consumer interest and competitiveness in the digital marketplace. This study offers a comprehensive discussion on the relationship between live shopping trends and Generation Z purchase intention in the context of MSME products by integrating perspectives from Islamic accounting, digital marketing, and consumer behavior literature.

Keywords: live shopping, purchase intention, generation z, MSMEs, digital marketing

THE IMPORTANT INFLUENCE OF ACCOUNTING ON COMMUNITY FINANCE IN SEMARANG**Afwa Zanuba****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia**afwazanuba20@gmail.com**Abstract**

This study investigates the significant influence of accounting practices on the financial management of communities in Semarang, Indonesia, exploring how effective accounting enhances financial transparency, resource allocation, and sustainability within local communities, particularly in addressing economic challenges faced by urban grassroots groups. Researchers conducted a comprehensive literature study, systematically reviewing scholarly articles, books, reports, and case studies from 2010 to 2023, sourcing data from academic databases such as Google Scholar, JSTOR, and Indonesian repositories like Garuda Portal, while employing thematic synthesis to identify patterns in accounting's effects on community finances. The review reveals that robust accounting practices substantially improve community financial health in Semarang by enabling accurate budgeting, reducing mismanagement, and increasing accountability, with communities adopting basic tools like cash flow tracking experiencing up to 25% better resource utilization and lower debt levels, as shown in local cooperative case studies. These insights urge community leaders and policymakers to integrate accounting education into local programs through financial literacy workshops and accessible tools, enhancing economic stability, supporting micro-entrepreneurship, and informing Sharia-compliant financing for inclusive growth, while guiding NGOs in targeted interventions. This research uniquely contextualizes accounting's community-level impact in Semarang, bridging gaps in urban Indonesian literature by linking it to Sharia accounting principles and AI-driven financial tools, offering fresh insights absent in prior studies.

Keywords: Sharia Accounting, Artificial Intelligence, Financial Reporting, Transparency.

THE IMPACT OF DIGITAL FEEDBACK ON EFL UNIVERSITY STUDENTS' LISTENING PROFICIENCY**Dr. BAGHIT REDOUAN****Department of English, Faculty of Letters and Humanities, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco**<https://orcid.org/0009-0005-0624-1192>**Dr. TOUHAMI AHMED****Department of English, Faculty of Arabic (FLAM), Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco**<https://orcid.org/0009-0008-8461-7572>**Abstract**

Despite the widespread use of ICT in language learning, research on its impact on EFL students' listening skills in Morocco remains limited. This quasi-experimental study examines the efficacy of teachers' online feedback in enhancing EFL listening skills at the National School of Applied Sciences (ENSA) in Berchid, Morocco. Using convenience sampling, 60 second-year students with an advanced language proficiency level of C1 were divided into an experimental group and a control group, each consisting of 30 EFL students. Utilizing the ProProfs platform provided by EBSCO, the study employs a pretest and posttest design to assess EFL students' listening skills. The platform offered verified and elaborated feedback (Hattie & Timperley, 2007). The hypotheses posit that students' listening skills, including listening for the gist, specific information, and implicit information inference and filtering, will improve with the aid of online feedback (Jang, 2005 ; Nunan, 2004 ; Wilson, 2008). Data were analyzed using an independent samples t-test. The posttest findings revealed a statistically significant difference between the experimental and control groups, asserting that online feedback had a statistically significant impact on developing listening skills and sub-skills in the EFL context. The results demonstrated a positive correlation between a technology-rich environment and enhanced language learning, with specific improvements in listening skills facilitated by diverse multimedia resources. These results highlight the potential benefits of technology-enhanced feedback for improving students' listening skills at the tertiary level.

Keywords : digital feedback, EFL university students, listening proficiency, higher education

ADSORPTION OF BASIC DYES IN SINGLE AND MIXTURE SYSTEMS ON A BIOPOLYMERCLAY COMPOSITES**Sanaa Mérad Boudia(1), Kamel Ismet Benabadji(1), brahim Bouras(1)****(1) Laboratoire d'Application des Electrolytes et des Polyélectrolytes Organiques (LAEPO). Université de Tlemcen. Département de chimie B.P. 119, 13000 Tlemcen, Algeria. *Email:****sanaa.meradb13@gmail.com****Abstract**

Many industries employ water-soluble dyes to add colour to their products. As a result considerable amounts of coloured wastewater are generated. In addition, many water-soluble dyes may potentially be toxic or carcinogenic, providing a hazard to aquatic organisms [1]. In the present work the adsorption of two basic dyes, Congo Red (CR) and methylene blue (MB), was studied in single and binary solute systems using activated clay/ alginat/ chitosan composite. The effect of some significant parameters such as initial dye concentration , contact time on the adsorption behaviour of the studied systems was outlined. Keywords: activated bentonite clay, adsorption, Methylene Blue, congo red , binary system.

Références

[1] Benamar Cheknane , Michel Baudu , Jean-Philippe Basly & Omar Bouras (2010): Adsorption of basic dyes in single and mixture systems on granular inorganic–organic pillared clays, Environmental Technology, 31:7, 815-822

**DIGITAL HUMANITIES IN SMALL LITERATURES
THE ALGORITHMIC MARGINALIZATION OF ALBANIAN LITERATURE****Dr. Edlira Gugu****Department of Literature and Journalism****University of Elbasan "Aleksandër Xhuvani"****HYPERLINK "mailto:edlira.gugu@uniel.edu.al."****Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3702-7560>Congress****Abstract**

This paper examines the structural weakness of small literatures within algorithmic media systems that favor content in dominant languages. Taking Albanian literature as a case study and expanding the analysis with Arbëresh literature as a borderline sub-case, it argues that digital platforms do not function as neutral spaces: they reproduce linguistic and cultural hierarchies through recommendation algorithms, search rankings, encyclopedic taxonomies, and moderation practices. Within this framework, the paper develops the concept of algorithmic marginalization to describe the process through which literary traditions with limited digital presence become systematically invisible to global audiences, not due to a lack of aesthetic value, but because of accumulated exclusions from attention economies and authority signals.

The methodology follows a mixed approach combining theoretical analysis with exploratory observation of platforms (Google Search, YouTube, Wikipedia, Google Scholar, academic databases, and Google Trends), using a standardized research protocol in English and Albanian to assess cross-language discoverability. The findings suggest that Albanian literature exhibits persistent invisibility in search results and in digital cultural capital (e.g., encyclopedic coverage and citation signals), while the Arbëresh case demonstrates a deeper form of exclusion: categorical misrecognition, where the tradition is not registered as a distinct literary object nor aggregated under stable labels within knowledge systems.

Relying on digital humanities as a normative framework, the paper proposes that preserving literary diversity requires conscious intervention in algorithmic design, institutional digitization with multilingual metadata, and critical engagement with the political economy of platforms. The analysis contributes to debates on cultural sovereignty in digital spaces, showing that marginalization occurs not only at the level of circulation but also at the level of cultural categorization and recognition.

Keywords: algorithmic marginalization, digital humanities, small literatures, cultural preservation, Albanian literature, digital platforms, attention economy, categorical misrecognition

KOSOVA'DA SUHAREKA BELEDİYESİ'NDE CORINE ARAZİ ÖRTÜSÜ (CLC) DEĞİŞİMLERİNİN ANALİZİ (2009–2018)**PHD (C), FATON MORINA 1/ TITLE, VALBON BYTYQI 2****Department of Geography/University of Tirana, Albania, faton_morina.fhfdoktorant@unitir.edu.al,
0009-0001-7077-1148****Department of Geography/University of Prishtina, Kosovo, valbon.bytyqi@uni-pr.edu,
0000-0002-8625-1470****Özet**

Arazi örtüsü, belirli bir alandaki mekânsal, çevresel ve sosyo-ekonomik dönüşümlerin anlaşılmasında temel bir göstergiyi temsil etmektedir. Suhareka Belediyesi (Kosova Cumhuriyeti), özellikle 1999 yılı sonrasındaki savaş sonrası dönemde, son otuz yıl içerisinde arazi örtüsünde önemli değişimler yaşamıştır. 1999–2000 yıllarında nüfusun kendi evlerine ve mülklerine geri dönmesi, bölgede yeniden yapılanma ve sosyo-ekonomik gelişimin yeni bir aşamasının başlangıcını oluşturmuştur.

Bunun yanı sıra, tarım arazilerinin sanayi bölgelerine dönüştürülmesi ve otoyol inşası, belediyenin mekânsal yapısını ve arazi örtüsü desenlerini önemli ölçüde etkilemiştir. Bu gelişmeler aynı zamanda taş ocakçılığı ve kırma-eleme faaliyetleri gibi çıkarıma dayalı ekonomik faaliyetlerin artmasına da katkı sağlamıştır. Tüm bu dönüşümlere rağmen, tarım yerel ekonomide önemli bir rol oynamaya devam etmektedir; zira nüfus, bölgenin elverişli doğal koşullarıyla yakından bağlantılı olarak, araziyi aktif şekilde işlemeye devam etmektedir.

Mevcut planlama belgelerinin analizi, arazi çalışmaları ve CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) tabanlı analizlerin birlikte kullanılması, daha doğru sonuçların elde edilmesini sağlayacak ve gelecekteki mekânsal planlama ile tarım arazilerinin korunmasına yönelik değerli katkılar sunacaktır. Bu araştırmanın bulguları, Suhareka Belediyesi'nde çevre yönetimi ve kalkınma politikaları için yararlı bilgiler sağlamayı amaçlamakta olup, aynı zamanda Kosova genelinde arazi örtüsü değişimlerine ilişkin daha geniş kapsamlı çalışmalara da katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: CORINE Arazi Örtüsü, mekânsal değişim, Suhareka Belediyesi, sürdürülebilir arazi yönetimi.

ANALYSIS OF CORINE LAND COVER (CLC) CHANGES (2009–2018) IN THE MUNICIPALITY OF SUHAREKA, KOSOVO**PHD (C), FATON MORINA 1/ TITLE, VALBON BYTYQI 2****Department of Geography/University of Tirana, Albania, faton_morina.fhfdoktorant@unitir.edu.al,
0009-0001-7077-1148****Department of Geography/University of Prishtina, Kosovo, valbon.bytyqi@uni-pr.edu,
0000-0002-8625-1470****Abstract**

Land cover represents a key indicator for understanding spatial, environmental, and socio-economic transformations within a given territory. The Municipality of Suhareka (Rep. of Kosovo) has experienced significant changes in land cover during the last three decades, particularly in the post-war period following 1999. The return of the population to their homes and properties during the years 1999–2000 marked the beginning of a new phase of reconstruction and socio-economic development in the area.

Furthermore, the conversion of agricultural land into industrial zones and the construction of the Highway have considerably influenced the spatial structure and land cover patterns of the municipality. These developments have also contributed to the growth of extractive activities, particularly quarrying and stone-crushing operations. Despite these transformations, agriculture continues to play an important role in the local economy, as the population remains actively engaged in land cultivation, closely linked to the favorable natural conditions of the region.

The analysis of existing planning documents, combined with field research and GIS-based analysis, will enhance the accuracy of the results and provide valuable insights for future spatial planning and the preservation of agricultural land. The findings of this research aim to provide useful insights for environmental management and development policies in the Municipality of Suhareka and may also contribute to broader studies on land cover change in Kosovo.

Keywords: CORINE Land Cover, spatial change, Municipality of Suhareka, sustainable land management.

THE GUARDIANS OF HUMAN MEMORY: THE ROLE OF INTERNATIONAL RELATIONS AND INSTITUTIONS IN PRESERVING CULTURAL HERITAGE DURING CONFLICTS**AMAL KAMAL KENANI****Independent Researcher in International and Regional Relations-Historian Society****- Amman, Jordan, Email: amalkamal3099@gmail.com****Mohammed Hussein****Professor in Archaeology; Department of Sustainable Tourism, Queen Rania Faculty of Archaeology, Heritage, & Tourism****(QRFTH), The Hashemite University. Email: mwaheeb@hu.edu.jo****Abstract**

Cultural and civilized heritage constitutes the physical embodiment of human identity and a fundamental pillar for the continuity of nations. In the contemporary era, characterized by an increasing frequency of international and regional conflicts, the resulting damage is no longer confined to human and material losses. Rather, it has extended to strike at the "civilizational soul" of nations through the deliberate destruction of historical landmarks and the systematic looting of antiquities. Consequently, the protection of this heritage has transcended local responsibility to become a binding international obligation necessitated by the global diplomatic order to ensure the transmission of these treasures to future generations.

The evolution of the international community's perspective toward heritage protection has transitioned from mere customary norms to binding legal frameworks, with the 1954 Hague Convention and its two protocols serving as the cornerstone of this legal architecture. This framework established the principle of military necessity, imposing strict constraints on the use of archaeological sites for military purposes, thereby stripping conflicting parties of justifications for targeting them. Central to this effort is the "Blue Shield" emblem—an international symbol functioning as a "cultural Red Cross"—which designates historical sites that must be neutralized during combat. Furthermore, the maturation of international criminal law has led to the codification of the intentional destruction of cultural heritage as a "war crime," a precedent reinforced by the International Criminal Court's landmark rulings regarding the destruction of monuments in Timbuktu, Mali.

Within this global effort, international organizations, most notably UNESCO, play a pivotal role in coordinating multilateral initiatives. These efforts are manifested through several strategic tracks, including the issuance of "Red Lists" for missing artifacts to prevent their illicit trade in global markets and the establishment of emergency funds to provide rapid technical and financial support for restoration once hostilities cease. Moreover, in response to the threat of physical annihilation, international institutions have prioritized digital documentation through 3D scanning technologies to ensure that the architectural memory of these sites remains available for future reconstruction.

Parallel to institutional mandates, international relations serve as a potent tool for pressure and cultural diplomacy. Diplomatic engagement directly influences the fate of heritage through the imposition of international sanctions on states or non-state actors involved in the trafficking of looted antiquities—often a primary source for financing terrorism and instability. This is augmented by security cooperation between Interpol and global customs agencies to secure borders against the smuggling of national treasures. Simultaneously, public diplomacy is leveraged to mobilize global public opinion, creating moral and political pressure on warring parties to respect the sanctity of human history.

Despite these robust legal and diplomatic structures, contemporary challenges persist, particularly in non-international armed conflicts where non-state actors may not recognize international treaties. Furthermore, the rise of "ideological destruction" aimed at erasing the cultural identity of the "other" poses a grave threat to global diversity. To mitigate these risks, the international community must move toward institutionalizing "cultural immunity" by integrating heritage protection into the military doctrines of national armies and activating early-warning systems for sites at risk. In conclusion, preserving civilizational heritage during conflicts is not a cultural luxury but a vital security and humanitarian necessity. The collapse of history inevitably leads to the collapse of the future; thus, the synergy between international powers and institutions remains the only guarantee that the pillars of Palmyra, the minarets of Baghdad, and the walls of Jerusalem remain standing for future generations as a testament to human greatness rather than the bitterness of conflict.

Keywords: International Relations, Cultural Heritage, Conflict, Preservation.

A STUDY OF ROOT WORD SLOTS BY EUROPEAN LINGUISTS**Azerbaijan State Pedagogical University****Samadova Malahat**malahat.samadova@yahoo.com<https://orcid.org/0000-0002-9182-6961>**Resume**

Keywords: root morphemes, lexical-semantic evolution, cognitive linguistics, concepts, inflected languages.

The development of word slots in languages with different systems, the main principles of the evolution of root word slots were systematically investigated by many outstanding European linguists. F. Bopp, A. Schleicher, Y. Grimm. M. Miller, F. Benvenist, H. Hirt, A. Fisk, A. Meye Democritus, Plato, W. von Humboldt, D. Herdar, D. Whitney and others tried to explain the lexical-semantic and derivational regularities affecting the development of word slots in ancient languages.

F. Bopp thoroughly analyzed morphology in his work "Comparative Grammar". In the chapter "About the root" of the work, F. Bopp explains his theory about the word slots in Indo-European languages. According to the scientist, the initial word slot in Indo-European languages was monosyllabic and divided into two levels, verb and pronoun roots.

F. Bopp's goal was to study the Indo-European language and to prove the kinship of the languages included in this language family. This outstanding scientist discovered the comparative-historical method while searching for ways to explain the great Indo-European language.

Y. Grimm is considered one of the founders of comparative-historical linguistics. He discovered the law of sound transitions in word slots, later this law was called Rask-Grimm's law.

Research by European scholars proved that root word nests are based on monosyllabic root morphemes. The idea of monosyllabism has always been defended in European linguistics. The idea that root morphemes, which are the top components of root word nests, are monosyllabic was defended by F. Bopp, V. Pisani, M. Miller, F. Benvenist, H. Hirt, A. Fisk, A. Meye and others.

In Indo-European linguistics, the root of a word is morphologically complete, but does not have independent semantics. In Indo-European languages, the component of a word called the root is morphologically complete, but does not have independent semantics. In those languages, the part called the base often undergoes morphological changes and expresses some meaning. If there is a parallelism between the root and the word in Turkic languages, this is not possible to see in Indo-European languages. In Indo-European languages, the root of a word in most cases does not have any meaning, only in the base case its lexical meaning is understood.

German linguist A. Schleicher called root-word languages the beginning of development. A. Schleicher has a special role in the history of the study of root words, which are the peak component of root word nests in Indo-European linguistics. A. Schleicher divides languages into three classes reflecting three stages of evolution: monosyllabic, agglutinative and inflectional. According to A. Schleicher, all three types of languages arose in prehistoric times. Monosyllabic languages constitute the first stage of development. From this type of root-word languages, the type of agglutinative languages develops, and at the final stage of development, inflectional languages arise from agglutinative languages. The scientist attributed inflectional languages, to which Indo-European languages belong, to the highest stage of development. Agglutinative languages

developed from root-word languages, and inflectional languages developed from agglutinative languages. A. Schleicher noted that the basis of the typological classification of languages is the differences in their expression of content and attitude. By content, he meant the concepts and understandings expressed by sound.

In Indo-European linguistics, the comprehensive and systematic study of root words is more advanced. In Indo-European linguistics, word root nests have been studied fundamentally, and various theories have existed in the study of root words. In this regard, the role of typological reconstruction should be especially noted. Speaking about the history of research on root word nests, it is necessary to mention the name of S.S. Meisel. He studied the root morphemes of the Semitic languages and created the theory of root variant.

E. Benveniste studied the primary roots and word nests formed by these roots in Indo-European languages. The scientist's fundamental works entitled "The Word Creation of Names in Indo-European Languages" and "Semantic Problems of Reconstruction" are devoted to the semantic and grammatical evolution of root words in Indo-European languages, and the special features of the root nests formed by these root words.

The two-volume monograph "Indo-European Language and Indo-Europeans", co-authored by T.V. Gamkchelidze and V.V. Ivanov, discusses the evolution of word roots and derivational regularities in Indo-European languages, as well as the lexical-semantic evolution of derivational development.

While common features in the world's languages reflect older origins, differences emerge as products of later periods. "In Indo-European languages, some of the similar word roots were formed on the basis of sound imitation in the early period, and later allomorphs of these roots spread to different languages. There are different statistics of words formed by sound imitation. The oldest lexical layer of each language is its root morphemes. The interpretation of the problem of the formation of root words - primary morphemes is a question related to the origin of the first language: one of the theories about the formation of root words is the theory of sound symbolism. According to this theory, each sound expresses a certain semantics. The phonemic function of sound and phonosemantic regularities form the basis of this theory. The theory of interjections also occupies a unique place in the study of the formation of word roots, which are the apex component of root word nests.

Ancient Greek and European scholars Democritus, Plato, W. Leibs, W. von Humboldt, D. Herdar, D. Whitney supported the theory of sound imitation. According to the ancient Greek philosopher Plato, words arose from sounds characteristic of certain objects. Sounds have a symbolic meaning. The internal relationship between sound and meaning determined the form and content of the original words.

German linguist V. von Humboldt also writes about the history of the formation of word roots, which are the top component of root word nests: "The sound form is the form created by the language to express an idea, it can also be imagined as a skeleton on which the language is built. The difference between languages is based on the sound form. This stems from the very nature of the sound form. In order to form an idea about the form of a language, it is necessary to pay attention to the real characteristics of its sounds. The true and complete formation of the sound form belongs only to the early periods of the language, that is, to the periods unknown to us and accepted as a hypothesis. The sound form of a language is a grammatical form that encompasses the laws of word formation, which include logical categories added to root words."

The prominent American linguist of the 19th century, William Whitney, noted the direct connection between word roots and the sound imitation and the formation of language. According to Whitney, the languages of the peoples of the world differ from each other because each of them has its own unique sound form. The sound form is a sign prepared by the language for thinking. Only materially formed sound can create language. Language is a mechanism that expresses extra-linguistic meanings through sounds. By the term "external form" Whitney understands the sound composition, morphological structure and content of the language, and by the term "internal form" he understands the method of combining this concept with sound,

thought with linguistic matter. Thus, the internal form - thinking is a functional model of the language relationship.

In determining the structure of the semantic space of different languages, linguists gain information about the characteristics of human cognitive activity. The term cognitive linguistics was coined in 1989 at a symposium organized by René Dirven in Duisburg and has been adopted by many European scholars. Cognitive linguistics is a linguistic trend that includes the study of language as a means of transmitting, describing, and organizing information.

At this time, language forms are described not autonomously in themselves, but through the prism of a person's views on life and society and in terms of their concepts. This includes a description of a person's life experience and the environment.

There are specific terms of cognitive linguistics. The study of modern linguistic literature makes it possible to identify such concepts. However, some of them still remain controversial.

References

1. Benveniste, E. General Linguistics / E. Benveniste. - Moscow: Progress, -1974. - 447 p.
2. Benveniste, E. Indo-European nominal word formation / E. Benvenist. - Moscow: Издательство иностранной литературы, - 1955. - 467 с.
3. Ginzburg, E.L. To the development of criteria for the direction of production // E.L. Ginzburg. – Grammar and norms. - Moscow: Nauka, - 1981. - p. 38-57.
4. Humboldt, V. Selected works on language learning / V. Humboldt. - Moscow: Nauka, - 1984, - 471 с.
5. Shcherbak, A.M. Comparative morphology of Turkic languages / A.M. Shcherbak. – Москва Наука, - 1979. - 246 с.
6. Bopp-Franz
<https://ru.wikipedia.org/wiki/>
7. Law of Grimma
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki>

**THE GENERAL PARTNERSHIP BETWEEN THE CIVIL CODE AND COMMERCIAL
LEGISLATION: LEGAL CHALLENGES WITHIN THE ALBANIAN LEGAL SYSTEM****Prof. Asoc. Dr. Av. Arber Gjeta¹****Msc. Tea Thaçi teathaci28@gmail.com****Msc. Gloria Lleshanaku lleshanakugloria@gmail.com****¹ Department of Law, FBD, University of Elbasan,
arber.gjeta@uniel.edu.al****Abstract**

The general partnership agreement constitutes a typical contractual form regulated under the Civil Code and governs the exercise of profit-oriented economic activity by two or more persons. In contemporary business practice, this contractual form also appears in atypical forms through joint venture agreements. By contrast, Albanian commercial legislation regulates the forms of carrying out economic activity under Law No. 9901/2008, which represents special legislation within the framework of civil law. Consequently, the contract regulated by the Civil Code is regarded as a residual legal form for the exercise of commercial activity.

The regulation of this contract outside the scope of the Law “On Entrepreneurs and Commercial Companies”, together with the positions adopted by Albanian courts, has led to an extensive use of this contractual form as a means of carrying out commercial activity in Albania, also in light of the position adopted by the Constitutional Court with regard to the constitutionality of Articles 3(3) of Law No. 48/2014 “On Late Payments in Contractual and Commercial Obligations”, insofar as it does not provide for the inclusion of general partnerships. Divergent judicial approaches have also emerged with regard to the procedural standing of general partnerships.

This paper aims to shed light on the current legal qualification of the general partnership and on the issues arising from legal practice.

Keywords: general partnership, business activity, legal regulation, case law

INTRODUCTION

A general partnership constitutes a typical contractual form expressly provided for under the Civil Code. Civil Codes belonging to the Romanist-continental tradition generally provide, in one form or another, for such a contractual arrangement, with the purpose of regulating situations in which two or more parties seek to carry out an activity jointly and in a common name for profit-making purposes.

In the legal field, medieval historical developments led to the regulation of trade through a distinct body of law, founded upon customary contractual principles, as reflected in the *Lex Mercatoria* (A. Malltezi, J. Rystemaj, L. Pelinku, *Aspekte të së drejtës*, Tirana, 2013, pp. 17 et seq). Through the development of the *Lex Mercatoria*, business law gradually detached itself from regulation under the *ius commune* and acquired an autonomous legal evolution. Nonetheless, the general partnership contract remained regulated within general civil law and did not become part of commercial law in modern legal systems. In this context, the general partnership contract may be regarded as having reached contemporary legal systems as part of the broader evolution of general civil law. From the perspective of commercial law, the general partnership may be considered a subsidiary category, a historical remnant, and a surviving legal mechanism governing the joint exercise of commercial activity under a common name.

However, at present, whether in its classical form or through atypical (I. Mustafaj, *Detyrimet dhe kontratat*, 2016, pp. 429–430. See also M. Tutulani-Semini, *E drejta e detyrimeve*, Tirana, 2016; V. Kondili, *E drejta civile I*, Tirana, 2008) contractual forms such as *joint ventures*, this contract continues to maintain practical relevance and ongoing applicability, being widely used also by commercial undertakings engaged in significant economic activities. Its principal purpose remains the pooling and coordinated allocation of resources in pursuit of a common economic objective, without merging the managerial or financial structures of the participating parties, unlike commercial companies, particularly capital companies. Commercial companies are frequently organised in the form of joint ventures when participating in concession procedures and preserve this form of cooperation until they are incorporated into one of the capital company forms required by law (A. Malltezi, *E Drejta shqiptare e shoqërive tregtare*, Tirana, 2011, p. 13; also T. Bachner, E. Schuster, M. Winner, *Ligji i ri*, Tirana, 2009). The legal similarity between general partnerships and partnerships of persons, particularly the general partnership company form, is widely accepted (IFC, *Corporate Governance Manual*, 2008).

1. LEGAL REGULATION OF THE GENERAL PARTNERSHIP UNDER THE CIVIL CODE

Under Albanian legislation, the general partnership is regulated by the Civil Code in Articles 1074 and following, under Part V, Title II, Chapter XXII. According to the Civil Code, a partnership is defined as “a contract by which two or more persons agree to carry out an economic activity with the purpose of sharing the profits deriving therefrom. A member of the partnership shall contribute money, assets or services for the purposes of such activity”. Thus, the purpose of this contract is for the partners to share the profits generated by economic activity carried out jointly, while their contribution for participation in the partnership may take various forms, including the provision of services, in the same sense and structure as provided under Law No. 9901/2008 “On Entrepreneurs and Commercial Companies” with regard to partnerships of persons. The general partnership is a consensual contractual form of cooperation (A. Xhoxhaj, *Gjykimi*, Tirana, 2012, p. 34) concluded between two or more parties, and no specific form is required for its validity, except where such form is required by the nature of the assets contributed to the partnership, in example, where immovable property is designated as contribution to the partnership under the agreement concluded between the partners. The legal nature of this contract likewise reflects its residual character. Pursuant to Article 1075 paragraph 2, a partnership is considered a general partnership under the Civil Code when it “does not display the distinguishing characteristics of commercial companies regulated under the commercial legislation”. In regulating the general partnership contract, the Civil Code first governs relations among partners under Articles

1076 onwards (Articles 1076-1087), relations between partners and the partnership itself (Articles 1106-1112), relations with third parties (Articles 1088-1093), and the dissolution of the partnership (Articles 1094-1105).

1.1. Relations Among Partners

With regard to relations among partners, the provisions of the Civil Code are essentially dispositive in nature, providing that contributions are presumed to be equal and that each contribution shall continue until the objective of the partnership has been achieved, as in article 1076 of the Civil Code of the Republic of Albania. Likewise, the partnership contract follows the principle that amendments to the agreement require unanimity, while allowing the possibility for the partners to agree otherwise, as foreseen in article 1077 of the Civil Code of the Republic of Albania. Specific aspects of the life of the partnership are regulated through reference to other contractual typologies provided in the Civil Code, such as sale (with regard to guarantees required from a partner and the transfer of risk for assets contributed as ownership), guarantee, mandate (in relation to the regulation of relations with administrators and their removal), as well as representation.

A second issue of particular importance concerns the administration of the general partnership. Article 1080 of the Civil Code provides that administration belongs to each partner individually, unless otherwise stipulated in the contract. Where administration is exercised individually, each of the other administering partners has the right to object to an act before it is carried out. In such cases, disputes are resolved by all partners of the general partnership through majority voting, which must reflect the majority of partners according to their respective shares in profits. Conversely, Article 1081 of the Civil Code regulates joint administration by several partners, establishing that administrators may act individually only in urgent situations where damage threatening the partnership must be avoided. Even in this case, where the contract provides that certain decisions or administration in general require a majority, such majority must correspond to the partners' shares in profits.

With regard to the determination of shares, Article 1086 of the Civil Code provides that the shares attributed to partners in profits and losses are presumed to correspond to their contributions, the value of which is either determined by contract or established by the court. It follows that, beyond the presumption contained in Article 1076 of the Civil Code concerning equal contributions, the legal regulation of the general partnership does not strictly conform to the principle of equality of shares and, as a corollary, equality of voting rights in internal partnership relations. This becomes even clearer in light of the mandatory provision set out in Article 1087 of the Civil Code, according to which "any agreement excluding one or more partners from participation in profits or losses shall be null and void". In this way, the legislator ensures that the general partnership contract does not lose its legal meaning or the purpose for which it is concluded, including within the internal relations between the parties.

1.2. Relations with Third Parties

With regard to representation and the expression of the partnership's will in relation to third parties, Article 1088 of the Civil Code provides that "the partnership acquires rights and assumes obligations through those partners who are entitled to represent it", such partners being the administrators, unless otherwise provided by contract. Representation of the partnership is organic in nature and extends to all acts falling within the scope of the partnership's object. Nevertheless, the authority granted to each administrator may be modified or revoked. As regards liability toward third parties, creditors are entitled first to seek execution against the assets of the partnership itself. However, unlimited and joint liability is borne by those partners who have acted in the name and on behalf of the partnership. By agreement among the partners, the liability of other partners may be limited or excluded; however, such agreement cannot be invoked against third parties who were unaware of its existence.

With regard to personal legal relationships between an individual creditor and a partner of the partnership, Articles 1092 and 1093 of the Civil Code clearly establish the priority of preserving the general partnership

contract against claims unrelated to the functioning and purpose of the partnership. Consequently, a personal creditor of a partner, for as long as the partnership continues to exist, may satisfy its claims from the profits due to the debtor-partner and may impose protective measures over that partner's share. Such creditor may request liquidation of the share only where "the debtor's other assets are insufficient to satisfy the claim". In light of the foregoing, Article 1093 of the Civil Code expressly provides that "set-off shall not be permitted between an obligation owed by a third party to the partnership and a claim which that third party holds against one of the partners".

1.3. The Relationship Between the Partner and the Partnership

A partner becomes part of the partnership at the moment of conclusion of the contract or through subsequent accession to it, thereby assuming all the rights and obligations described above with regard to administration, liability and representation of the partnership.

The regulation of the relationship between the partner and the partnership is provided under Articles 1106 and following of the Civil Code, which govern the settlement of relations between the partnership as a whole and individual partners. Participation in a general partnership constitutes an expression of the partner's free will and consent. The nature of the general partnership determines that this relationship is *intuitu personae*, meaning that the personal characteristics of the other partners are of particular importance for the continuation of the legal relationship established. In this regard, Article 1106 of the Civil Code provides that a partner may withdraw from the partnership where it has been established for an indefinite period or for the lifetime of one of the partners (article 1106(3) of the Civil Code provides that in such cases withdrawal must be notified at least three months in advance. In this respect, the principle prevails that the will to participate in a partnership cannot be perpetual nor compel an individual to remain bound against his or her subsequent will), in the cases provided by the partnership contract, or where a justified cause exists.

The Civil Code also regulates cases of exclusion of one of the partners without causing dissolution of the general partnership, where coexistence within the contractual relationship has become impossible during the life of the partnership. Exclusion of a partner occurs in cases of failure to fulfil legal or contractual obligations, where the partner is legally prohibited or incapable, even temporarily, of performing official duties, where the partner becomes unsuitable to perform work contributed as part of the partnership contribution, where an asset contributed for use by the partnership is lost without fault of the administrators, where an asset transferred in ownership as contribution is lost before acquisition by the partnership, where the partner has been declared bankrupt, or where the partner's share has been liquidated by a personal creditor. Pursuant to Article 1109 of the Civil Code, exclusion is decided by the majority of partners, excluding from the count the partner subject to exclusion and takes effect thirty days from the date on which notification is served upon the excluded partner. Within this period, the excluded partner may challenge the decision before the court, which may suspend its execution. Where the partnership consists of only two partners, exclusion of one partner is decided by the court upon request of the other.

III. General Partnerships within Commercial Legal Regulation

As noted above, the general partnership falls outside the scope of Law No. 9901/2008. Yet, as a contract, the partnership is intended to serve the exercise of commercial economic activity, and its members, particularly in modern *joint venture* structures, are often legal persons. In this respect, general partnerships operate within the same economic environment as commercial undertakings and commercial companies.

As a corollary, they are inevitably affected by commercial legislation. Law No. 9723, dated 3 May 2007, "On Business Registration", as amended, regulates the registration of general partnerships in the commercial register. Such registration has merely a declaratory effect, since the general partnership does not acquire separate legal personality according to article 42.2 of Law No. 9723, dated 3 May 2007, "On Business

Registration”, as amended. Although it does not obtain legal personality distinct from the plurality of its partners, the general partnership remains an entity which, pursuant to Article 1088 of the Civil Code, “acquires rights and assumes obligations through those partners who are entitled to represent it” and may therefore be regarded as a centre of rights, interests and obligations distinct from the partners composing it. Article 28(2) of Law No. 9723/2007 provides that, upon initial registration of a general partnership, the partners, or a person authorized by them, must file the relevant contract, or, where no written form exists, the application together with the declaration of the partners acknowledging, accepting and undertaking to comply with the rules governing the functioning of the general partnership.

General partnerships, as centres of rights and obligations, are likewise subject to special commercial legislation concerning insolvency, in particular Law No. 110, dated 27 October 2016, “*On Bankruptcy*” in its article 64.

However, certain business laws do not apply to general partnerships, such as Law No. 48/2014 “*On Contractual Obligations and Late Payments in Commercial Transactions*”, which was drafted within the framework of legislative approximation with the *acquis communautaire* (partial approximation with Directive 2011/7/EU of the European Parliament and of the Council of 16 February 2011 against late payment in commercial transactions) in the field of trade. It may be contended that this law raises interpretative difficulties insofar as it excludes payments carried out by general partnerships engaged in commercial economic activity.

This constitutes the commercial legal framework that inevitably affects the regulation of the general partnership as a contract governing a joint undertaking of two or more natural or legal persons carrying out activity under a common name. Even so, general partnerships continue to operate within the same economic environment as commercial companies. The legal nature of the general partnership, the absence of legal personality in the sense of the Civil Code, and its regulation outside commercial legislation have generated difficulties in interpreting the manner in which such partnerships exercise their activity and in determining their inclusion within the scope of special commercial laws of a business nature, such as Law No. 48/2014, giving rise to considerable practical difficulties.

2. ANALYSIS OF THE LEGAL ISSUES ARISING FROM THE LEGAL NATURE OF GENERAL PARTNERSHIPS AND THEIR CAPACITY TO CARRY OUT COMMERCIAL ECONOMIC ACTIVITY

A general partnership is a contractual form through which two or more parties enter into a civil legal relationship for the purpose of carrying out joint activity and generating profit. In this respect, it presents similarities with commercial companies; however, it is regulated outside the scope of Law No. 9901/2008 and may be regarded as remaining within an uncertain legal classification, giving rise to numerous issues within the Albanian legal system.

2.1. The Problem of Excluding General Partnerships from the Scope of Law No. 48/2014

Through Law No. 48/2014 “*On Late Payments in Contractual and Commercial Obligations*”, the Albanian legislator, within the framework of approximation of national legislation with European Union law, sought to establish “rules on payment deadlines and the calculation of statutory interest for late payments in cases of supply of goods or services by commercial undertakings to other commercial undertakings and public authorities, in order to ensure the proper functioning of the internal market by encouraging the competitiveness of commercial undertakings, in particular small and medium-sized enterprises” as stated in article 1. Among other provisions, Article 16 of the law provides that “monetary obligations arising from commercial legal acts which have not been settled within the applicable payment period under this law, except for cases provided under Article 485 of the Civil Code, constitute an enforceable title and shall be executed by the bailiff regardless of value”, where the creditor has performed the service or delivered the goods and the debtor has not

contested the obligation. The law also regulates the commencement of default interest, the calculation of late payment interest, and specific deadlines applicable in relation to public authorities.

With the entry into force of this law, the Albanian legislator fulfilled obligations undertaken within the Stabilisation and Association Process. However, if one were to speak of a fully accurate transposition of the relevant directive into Albanian legislation, such a conclusion would be questionable. As laid down in recital (5) of Directive 2011/7/EU states: “Many payments in commercial transactions between economic operators or between economic operators and public authorities are made later than agreed in the contract or laid down in the general commercial conditions...” the objective of the European legislator is to accelerate payment periods and establish clear rules governing accepted payment methods in commercial transactions. The scope of application of the directive extends to commercial payments involving operators qualifying as undertakings. According to Article 2(3) of Directive 2011/7/EU, an undertaking means “any organisation, other than a public authority, acting in the course of its independent economic or professional activity, even where that activity is carried out by a single person.” By contrast, Law No. 48/2014 defines the notion of “commercial undertaking” as “any legal person established under Law No. 9901, dated 14 April 2008, “On Entrepreneurs and Commercial Companies”, as amended, excluding public authorities, acting within the framework of its independent economic or professional activity”, thereby excluding from the scope of application one of the forms through which economic activity is exercised, namely the general partnership, as well as the natural person trader.

Under these circumstances, such exclusion effectively constitutes an advantage granted by legislation to general partnerships, allowing these forms of economic activity, despite lacking legal personality, to enjoy favourable conditions in the market compared with commercial companies. The legislator appears to proceed from the Civil Code concept according to which general partnerships constitute a residual category intended to regulate the exercise of commercial activity only where the legal characteristics of another company form are not fulfilled. Nevertheless, this legislative advantage has contributed to the increased use of general partnerships, particularly through modern atypical *joint venture* structures, while preserving their legal qualification as general partnerships in the commercial register, including in activities with considerable economic weight in the market.

In this regard, it should also be emphasised that Albanian juridical practice generally considers the formal qualification of a contractual relationship as a general partnership, based on party autonomy and free will, sufficient in itself, without conducting further examination, despite Article 1076 paragraph 2 of the Civil Code, according to which “a partnership is simple when it does not display the distinguishing characteristics of commercial companies regulated by commercial legislation”, which could justify the requalification of a partnership formally organised as a general partnership where simulation is present.

In the Albanian case law, doubts have also been raised as to whether Law No. 48/2014 presents elements of unconstitutionality as far as Article 3(3) excludes the general partnership from the concept of commercial undertakings. Thus, in the proceedings initiated by “Viante Konstruksion” shpk before the District Court of Tirana, case No. 951 Act, dated 12 February 2015, concerning the issuance of an enforcement order for tax invoice No. 36, series No. 87960787, dated 30 November 2014, in the amount of USD 10,383 including VAT, and based, inter alia, on Law No. 48/2014 “On Late Payments in Contractual and Commercial Obligations”, the referring court raised constitutional concerns regarding the scope of the provision. In substance, the judge *a quo* held that commercial legal acts constituting enforceable titles are only those carried out between general partnerships, limited partnerships, limited liability companies and joint-stock companies. In this respect, Law No. 48/2014 “On Late Payments in Contractual and Commercial Obligations” excludes from the status of enforceable title commercial legal acts carried out between natural person traders, between general partnerships, as well as between such entities and commercial companies. The referring court further considered that, should the claimant’s request be dismissed through application of Law No. 48/2014, such application would infringe

the principles of equality and economic freedom, since the category of subjects covered by the law should not be limited solely to legal persons established under Law No. 9901/2008 “On Entrepreneurs and Commercial Companies”, as amended, but should also extend to small and medium-sized undertakings, including general partnerships established under the Civil Code. Consequently, the first instance court reached the conclusion that Article 3(3) of Law No. 48/2014, as far as it determines the resolution of the dispute while excluding general partnerships as legal subjects, is contrary to the Constitution of the Republic of Albania. On that basis, the referring court considered that the proceedings could not be concluded before the Constitutional Court had ruled on the constitutionality of that provision, as stated in paragraph 8 of Constitutional Court Decision No. 85, dated 29 May 2015.

Following this referral by the judge *a quo*, the Constitutional Court of Albania delivered Decision No. 85 of 29 May 2015, deciding not to refer the matter for plenary review on the ground that the conditions for incidental constitutional review had not been fulfilled. The Constitutional Court held that the non-inclusion of general partnerships as subjects of legal acts giving rise to the enforcement of obligations does not in itself constitute an infringement of equality or economic freedom (paragraph 19), and further stated that the law, in this case, also excludes the trader as a natural person, being a subject of commercial legal relations. According to its reasoning, the general partnership is not a commercial subject, but rather one of the subjects of civil legal relations and, more specifically, of obligations law. It added that the claim advanced by the referring court to include the general partnership among the subjects of legal acts governed by commercial law would imply that such partnership should have been expressly recognised as a subject of commercial law, either as a trader or as a commercial company (paragraph 20).

All the same, the Constitutional Court did not address the compatibility of Article 3(3) of Law No. 48/2014 with Article 70 of the Stabilisation and Association Agreement (I. Hoxhaj, Kontrolli Kushtetues, 2019).

It may be contended that the position adopted by the judge *a quo* concerning the constitutionality and legality of Law No. 48/2014, insofar as it does include general partnerships and natural person traders within its scope of application, is well founded, since the law incorrectly assesses and transposes Directive 2011/7/EU of 16 February 2011 on combating late payment in commercial transactions in relation to the concept of the commercial undertaking.

The failure of the Constitutional Court to examine this issue has not only generated interpretative difficulties concerning the legal nature of the general partnership, but has also, in practice, affected free competition and encouraged abuse of legal form for the purpose of carrying out profit-oriented economic activity.

2.2. Issues Concerning the Legal Personality of General Partnerships and Procedural Standing

A considerable number of issues have also emerged in Albanian judicial practice concerning whether the general partnership enjoys legal personality and, as a result, whether it may possess procedural standing in judicial proceedings.

Hence, the Tirana Court of Appeal, in Decision No. 1416 of 26 May 2017, held that the District Court of Tirana, by Decision No. 9397 of 21 November 2016, had rendered a decision in breach of procedural rules because “the manner in which the litigation was constituted in these proceedings was incorrect and affected the regularity of the trial.” According to the appellate court, both the claimant and the first instance court erred in considering the defendant *COPRI-AKTOR* to be a legal person, whereas, according to the extract issued by the National Registration Centre dated 7 December 2015, the defendant was in fact registered as a general partnership. The court expressly underlined that “the general partnership under Albanian law is not vested with legal personality, which means that it does not constitute an entity independent from the members who created it. The court further stated: “In reality, the general partnership is a contract for carrying out an economic activity and not a legal person created for the purpose of exercising that activity.” The court further reasoned that the

legal framework governing general partnerships, namely the Civil Code, does not recognise legal personality for such partnerships in any of its provisions and, as a logical consequence of that absence, does not regulate either the manner or the moment in which legal personality could be acquired. On the basis of this reasoning, the Tirana Court of Appeal held that the litigation should have been constituted between subjects possessing legal personality, concluding that service upon *Copri Construction Enterprises LLC* and *AKTOR Technical Societe Anonyme* could be effected at the address jointly declared by them before the National Registration Centre, namely the same address registered for the *COPRI-AKTOR* General Partnership, specifically *Bulevardi Dëshmorët e Kombit, Twin Towers, No. 1, 14th Floor, Apartament 2, Tirana*.

It may be argued that the court incorrectly interpreted both procedural and substantive law concerning the legal nature of the general partnership and its capacity to acquire rights, assume obligations, and appear independently in judicial proceedings as a subject of law, notwithstanding the absence of legal personality and irrespective of the plurality of its members who, through free will, entered into that civil legal relationship.

First, the Tirana Court of Appeal failed to take into account the reasoning developed by higher courts, even if not formally binding, concerning the determination of whether the general partnership may qualify as a subject of law. In this regard, the Constitutional Court of Albania, in Decision No. 85 of 29 May 2015, expressly stated in paragraph 20 that: "...the general partnership is not a commercial subject, but one of the subjects of civil legal relations, and more specifically of obligations law". Even clearer in its formulation is the Civil Chamber of the Supreme Court of Albania, which in Decision No. 00-2015-3502 (430), dated 14 October 2015, held in paragraph 9 that: "The Chamber considers it necessary to emphasise that the general partnership is a particular form of profit-oriented private legal entity. The general partnership is not governed by the law on commercial companies, but exclusively by the Civil Code, as a separate contract (Article 1074-1112)".

Secondly, the Court of Appeal erred in its approach to the constitution of the litigation with the members of the general partnership themselves. Under a correct application of both substantive and procedural law, and taking into account the founding agreement of the general partnership with regard to administration, there should, at a minimum, have been no doubt as to the propriety of the litigation as constituted before the District Court of Tirana, given that both members of the *COPRI-AKTOR* General Partnership had expressly provided in their contract for the appointment of an administrator vested with powers of representation. More specifically, on 26 March 2012, the two partners drafted and signed the General Partnership Agreement, the signatures of which were certified on 6 April 2012 by notary Adriana Solis under deed No. 83 Rep.

Under these circumstances, an intervention by the Supreme Court of Albania through a unifying decision would be particularly commendable, considering that divergent interpretations continue to exist in judicial practice concerning the procedural standing of general partnerships and their capacity to function as centres of rights and obligations.

. CONCLUSIONS

The general partnership is a contract regulated under the Civil Code; however, through this contractual form, numerous commercial undertakings, whether individuals or commercial companies, carry out commercial economic activity. Consequently, although the regulation of general partnerships is formally located within civil law, it remains affected, or should necessarily remain affected, by commercial legislation, since such entities are subjects of law operating within the same commercial environment. On these grounds, and in order to ensure the effective application of commercial law principles, general partnerships should also fall within the scope of commercial legislation, including Law No. 48/2014. As analysed above, including within the framework of European Union law, the concept of "commercial undertaking" extends beyond formally recognised commercial companies, and general partnerships organised under civil law equally fall within that notion under European Union law. It follows that legislative intervention at the earliest opportunity to amend Law No.

48/2014 would be highly desirable, particularly given that the Constitutional Court of Albania did not proceed to substantive constitutional review of the provision in question.

On the other hand, as illustrated above, judicial practice remains non-uniform in interpreting the legal nature of general partnerships, and difficulties have arisen concerning the legal personality of such partnerships and their procedural standing as entities distinct from the plurality of their members. At this stage, intervention by the Supreme Court of Albania through a unifying decision would likewise be particularly desirable in order to ensure consistency in judicial practice, especially given that legislative clarification would require amendment of the Civil Code itself.

References

- A. MALLTEZI, *E Drejta shqiptare e shoqërive tregtare*, Mediaprint, Tirana, 2011
- A. MALLTEZI, J. RYSTEMAJ, L. PELINKU, *Aspekte të së drejtës së biznesit në Shqipëri*, Mediaprint, Tirana, 2013
- A. XHOXHAJ, *Gjykimi i çështjeve që lidhen me organizimin dhe funksionimin e shoqërisë me përgjegjësi të kufizuar*, Dissertation, Tirana, 2012.
- B. BERBERI, *Shoqëritë tregtare. Komente të ligjit nr. 7638 dt. 19.11.1992 "Për shoqëritë tregtare (I, II, III)"*, Morava, 2004
- I. HOXHAJ, *Kontrolli Kushtetues mbi nenin 3/3 të Ligjit Nr. 48/2014* available at https://www.academia.edu/19015592/Kontrolli_Kushtetues_mbi_nenin_3_3_t%C3%AB_Ligjit_Nr._48_2014 (last accessed 22 April 2026)
- I. MUSTAFAJ, *Detyrimet dhe kontratat*, Tirana, 2016
- IFC, *Qeverisja e korporatave. Manual*, IFC World Bank Group, 2008
- M. TUTULANI-SEMINI, *E drejta e detyrimeve dhe kontratave, Pjesa e përgjithshme dhe e posaçme*, Skanderbeg Books, Tirana, 2016
- T. BACHNER, E. SCHUSTER, M. WINNER, *Ligji i ri shqiptar për tregtarin dhe shoqëritë tregtare. Interpretuar sipas burimeve të tij në të drejtën evropiane*, Dudaj, Tirana, 2009
- V. KONDILI, *E drejta civile I, Pjesa e përgjithshme*, Geer, Tirana, 2008

GREEN SYNTHESIS OF CARBON DOTS FROM COLD CARBONIZATION OF MUSA ACUMINATA PEEL AND THEIR EFFECTS ON FENNEL SEED GERMINATION**Maham Farooq, Prof. Dr. Iqbal Khan, Prof. Dr. Saima Gul****Presenting Author: Mahamfarooq****Email: Mahamfarooq0078@Gmail.Com****Corresponding Author: Prof. Dr. Iqbal Khan****Email: Gorikhan@Kust.Edu.Pk****Department Of Chemistry, Kohat University Of Science And Technology****Kohat 26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan,****Abstract**

This study explores the green synthesis of carbon dots (CDs) derived from *Musa acuminata* (banana) peel biomass and their application in enhancing fennel (*Foeniculum vulgare*) seed germination and early plant growth. Carbon dots, known for their small size, high water solubility, photoluminescence, and low toxicity, offer a sustainable alternative for agricultural improvements. In this research, CDs will be synthesized using a simple sulfuric acid-assisted carbonization method from banana peel waste, providing an eco-friendly approach to converting agricultural residues into valuable nanomaterials.

The synthesized CDs will be characterized using UV-Vis spectroscopy, fluorescence spectroscopy, FTIR, XRD, and SEM to evaluate their optical properties, surface functional groups, crystalline structure, and morphology. To assess their biological impact, fennel seeds will be treated with varying concentrations of CD solutions, alongside a control group. Key growth parameters, including germination percentage, root length, and shoot length, will be measured over a period of 5–10 days.

This study aims to determine the effectiveness of biomass-derived CDs as nano-priming agents to enhance seed germination and seedling development. The findings are expected to contribute to sustainable agricultural practices by utilizing low-cost waste materials and promoting environmentally friendly nanotechnology for crop improvement.

Keywords: Carbon dots (CDs), *Musa acuminata* peel, *Foeniculum vulgare*, green synthesis, nanotechnology, seed germination, nano-priming, biomass waste, sustainable agriculture, plant gr

COMPARATIVE ANALYSIS OF MICROBIAL COMMUNITY STRUCTURE AND FUNCTIONAL METABOLIC DIVERSITY ACROSS DIFFERENT AQUATIC ECOLOGICAL NICHES**Saima Naz¹, Niaz Muhammad^{1*}****Department of Microbiology, Kohat University of Science and Technology, Kohat Pakistan*****Corresponding Email: mniaz@kust.edu.pk****Abstract**

This study presents a comparative analysis of microbial community structure and functional metabolic diversity across distinct aquatic ecological niches, including marine, freshwater, and subsurface environments. Using integrated molecular and bioinformatics approaches, the research evaluates how physicochemical gradients such as temperature, light availability, nutrient concentration, and oxygen levels shape microbial composition and metabolic potential. Results reveal that each ecological niche harbors unique microbial assemblages characterized by specialized functional traits adapted to local environmental conditions. Marine systems exhibited high diversity linked to phototrophic and carbon-cycling pathways, while freshwater ecosystems showed greater variability driven by nutrient inputs and seasonal fluctuations. Subsurface habitats, in contrast, supported metabolically specialized communities adapted to low-energy, anaerobic conditions. Functional analysis indicated significant differences in key metabolic processes, including nitrogen cycling, sulfur metabolism, and organic matter degradation, reflecting niche-specific ecological roles. The findings highlight a strong correlation between microbial community structure and metabolic functionality, emphasizing the role of environmental selection in shaping ecosystem processes. This study enhances understanding of microbial contributions to global biogeochemical cycles and provides insights into how aquatic ecosystems may respond to environmental change and anthropogenic pressures.

Key words: Microbial communities; Metabolic diversity; Aquatic ecosystems; Environmental gradients; Biogeochemical cycles; Nitrogen cycling; Sulfur metabolism; Anaerobic metabolism

**THE IMPLEMENTATION OF SHARIA ACCOUNTING PRINCIPLES ON FINANCIAL
TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY****Ajeng Virjatullah Aziz¹****Arlenti Lidya Kirani²****Elsa Nor Rohma³****Luli Iryani⁴****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia****ajeng.virjatullah.aziz25112@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

This study aims to analyze the implementation of Islamic accounting principles in enhancing the transparency and accountability of financial statements in Islamic financial institutions. The background of this research is based on the importance of public trust in financial institutions, which is largely determined by the quality of transparent and accountable financial reporting in accordance with sharia principles. This study employs a descriptive qualitative approach using a literature review method, examining various sources such as academic journals, Islamic accounting standards (PSAK Syariah), and relevant regulations. The results indicate that the implementation of Islamic accounting principles, such as honesty (shiddiq), trustworthiness (amanah), justice, and transparency, significantly contributes to improving the quality of financial information presented to stakeholders. In addition, compliance with Islamic accounting standards can minimize the risk of financial statement manipulation and enhance institutional accountability. However, several challenges remain, including the limited availability of human resources with a strong understanding of Islamic accounting and the lack of optimal internal control systems. This study concludes that the implementation of Islamic accounting plays a crucial role in strengthening financial transparency and accountability, thereby increasing public trust in Islamic financial institutions. The implications of this study highlight the need to improve human resource competencies and strengthen regulatory frameworks and supervisory mechanisms to support the optimal implementation of Islamic accounting practices.

Keywords: Sharia Accounting, Financial Transparency, Accountability, Sharia Accounting Standards, Sharia Financial Institutions.

**THE ROLE OF MICRO, SMALL, AND MEDIUM ENTERPRISES (MSMES) IN ENHANCING
COMMUNITY ECONOMIC DEVELOPMENT****Veila Putricia Az Zahra¹****Zulfa Rizkiana²****Citra Karina³****Aqni Aqila Zahra⁴****Muhammad Izan Zahriya⁵****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and
Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia****veila.putricia.az25045@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

This study examines the role of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in enhancing community economic development by addressing key issues such as limited employment opportunities, income inequality, and economic vulnerability. The research aims to analyze how MSMEs contribute to income generation, job creation, and economic resilience, while also exploring their role in supporting sustainable and inclusive economic growth. This study employs a qualitative approach using a literature review method by systematically analyzing relevant academic journals, books, and credible reports to identify theoretical perspectives and empirical findings related to MSMEs and economic development. The results indicate that MSMEs play a significant role in strengthening local economies by creating employment opportunities, increasing household income, and reducing poverty levels. In addition, MSMEs demonstrate strong adaptability to economic changes and contribute to economic stability, particularly during periods of financial uncertainty. The integration of digital technology further enhances MSMEs' productivity, efficiency, and market reach, allowing them to compete in broader markets. The study concludes that MSMEs serve as a fundamental pillar of community-based economic development and highlights the importance of government support, financial inclusion, and digital transformation in maximizing their potential. The findings imply that effective policies and continuous innovation are essential to ensure the sustainability and growth of MSMEs in the long term.

Keywords: MSMEs, economic development, community welfare, digital transformation, financial inclusion

ISLAMIC ECONOMICS AS A SOLUTION FOR A JUST MODERN ECONOMIC SYSTEM**Ajeng Virjatullah Aziz****Faculty Of Islamic Economics and Business,****UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan email: ajeng.virjatullah.aziz25112@mhs.uingusdur.ac.id****Abstract**

The main issues in modern economic systems are increasing income inequality, economic instability, and unfair financial practices such as usury. This study aims to analyze how Islamic economics can serve as an alternative solution in creating a more just and sustainable economic system. The approach used is descriptive qualitative, employing a literature review of various relevant scientific sources. The results indicate that Islamic economics is founded on the principles of justice, balance, and the prohibition of usury (riba), uncertainty (gharar), and gambling (maysir), which can minimize the risks of economic instability. Furthermore, social instruments such as zakat, infak, and wakaf play a crucial role in wealth redistribution and enhancing societal well-being. These findings also indicate that the application of Islamic economic principles is not only relevant within Muslim communities but can also be universally adapted within the global economic system. In conclusion, Islamic economics holds significant potential as a more equitable and public-interest-oriented alternative to modern economic systems. The implications of this research highlight the need for policy support, education, and the strengthening of Islamic financial institutions to ensure their optimal implementation across various economic sectors.

Keywords: Sharia Accounting, Financial Transparency, Accountability, Sharia Accounting Standards, Sharia Financial Institutions

RELIGIOUS MODERATION AS THE PILLAR OF INDONESIAN UNITY**Aulia Azzahra¹, Athiul Aulia², Safira Tria Pramudya³, Intan Auliya Nadzhifah⁴****Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Accounting, Central Java, Indonesia¹²³⁴**

aulia.azzahra25030@mhs.uingusdur.ac.id, athiul.aulia25032@mhs.uingusdur.ac.id,
safira.tria.pramudya25002@mhs.uingusdur.ac.id, intan.auliya.nadzhifah25012@mhs.uingusdur.ac.id

Abstrac;

Religious moderation is a method that emphasizes balance, tolerance, and appreciation of diversity, which serves as an essential foundation for creating unity in Indonesia. In the context of differences in ethnicity, religion, and culture that are characteristic of Pancasila, religious moderation functions as a support to avoid horizontal conflicts, radicalization, and social fragmentation. This study explores the concept of religious moderation initiated by the Ministry of Religious Affairs of the Republic of Indonesia through the National Movement for Religious Moderation (GNMB), with emphasis on the four main pillars: tolerance, rejection of violence, commitment to the nation, and recognition of local culture. Using a qualitative approach that includes policy document analysis, interviews with religious figures, and case studies of religion-based conflicts in Indonesia, the research findings show that the implementation of religious moderation has succeeded in strengthening the sense of unity, as seen in the success of interfaith dialogues in conflict-prone areas such as Poso and Ambon. However, challenges still arise from the spread of digital hoaxes and political polarization that hinder progress. It is hoped that the government can enhance the religious moderation education curriculum in schools and universities, as well as involve scholars and religious leaders in national-level campaigns. Religious moderation is not merely a policy strategy, but also a constitutional call to create an Indonesia united in Bhinneka Tunggal Ika.

Keywords : religious moderation, national unity, tolerance, Pancasila, diversity

MODERASI BERAGAMA SEBAGAI PILAR PERSATUAN INDONESIA**Aulia Azzahra¹, Athiul Aulia², Safira Tria Pramudya³, Intan Auliya Nadzhifah⁴****Universitas Islam Negeri K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam
,Program Studi Akuntansi Syariah ,Pekalongan, Jawa Tengah , Indonesia¹²³⁴****aulia.azzahra25030@mhs.uingusdur.ac.id, athiul.aulia25032@mhs.uingusdur.ac.id²,
safira.tria.pramudya25002@mhs.uingusdur.ac.id³, intan.auliya.nadzhifah25012@mhs.uingusdur.ac.id⁴****Abstrak;**

Moderasi dalam beragama adalah metode yang menekankan keseimbangan, toleransi, serta penghargaan atas keragaman, yang menjadi dasar penting untuk menciptakan persatuan di Indonesia. Dalam konteks perbedaan suku, agama, dan budaya yang merupakan ciri khas Pancasila, moderasi beragama berfungsi sebagai penopang untuk menghindari konflik horizontal, radikalisasi, dan pemecahan sosial. Studi ini mengeksplorasi gagasan moderasi beragama yang diinisiasi oleh Kementerian Agama Republik Indonesia lewat Gerakan Nasional Moderasi Beragama (GNMB), dengan penekanan pada empat pilar utama: toleransi, penolakan terhadap kekerasan, komitmen terhadap bangsa, dan pengakuan terhadap budaya lokal. Dengan pendekatan kualitatif yang mencakup analisis dokumen kebijakan, wawancara dengan tokoh agama, serta kajian kasus konflik berbasis agama di Indonesia, temuan penelitian menunjukkan bahwa penerapan moderasi beragama berhasil dalam memperkuat rasa kesatuan, seperti yang terlihat dalam keberhasilan dialog antaragama di wilayah rawan konflik seperti Poso dan Ambon. Namun, masih terdapat tantangan yang datang dari penyebaran hoaks digital serta polarisasi politik yang menghambat perkembangan. Diharapkan agar pemerintah dapat meningkatkan kurikulum pendidikan moderasi beragama di sekolah-sekolah dan perguruan tinggi, serta melibatkan ulama serta pemimpin agama dalam kampanye di tingkat nasional. Moderasi beragama bukan hanya sekedar strategi kebijakan, tetapi juga merupakan panggilan konstitusional untuk menciptakan Indonesia yang bersatu dalam Bhinneka Tunggal Ika.

Kata kunci: moderasi beragama, persatuan bangsa, toleransi, Pancasila, keragaman

FUAD KÖPRÜLÜNÜN TÜRKOLOJİ QURULTAYDA ROLU**Aytən Əbilqasım qızı İbrahimova****müəllim****Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti**<https://orcid.org/0009-0000-6123-2399>[Email: ayten.cavadova17@gmail.com](mailto:ayten.cavadova17@gmail.com)**Azərbaycan, Bakı**

Fuad Köprülü (Köprülüzadə) Türkoloji elminin formalaşması və inkişafında mühüm rol oynamış görkəmli alimlərdən biridir. Onun Türkoloji qurultaylardakı fəaliyyəti yalnız elmi iştirakla məhdudlaşmamış, həm də istiqamətverici və metodoloji xarakter daşımışdır. Köprülüzadə türk xalqlarının dili, ədəbiyyatı və tarixi ilə bağlı tədqiqatlarda sistemli yanaşmanın əsasını qoymuş alimlərdən biri kimi çıxış etmişdir.

Türkoloji qurultaylar XX əsrin əvvəllərində türk dünyasının alimlərini bir araya gətirən mühüm elmi platforma idi. Bu qurultaylarda Köprülüzadə aktiv iştirak edərək türk ədəbiyyatının tarixi inkişaf mərhələlərini elmi əsaslarla təqdim etmişdir. Onun məruzələrində xüsusilə türk ədəbiyyatının yalnız saray mühitində deyil, xalq yaradıcılığı ilə sıx bağlı şəkildə formalaşdığı vurğulanırdı. Bu yanaşma dövr üçün yenilik hesab olunur və türkoloji fikrin inkişafında yeni istiqamət açırdı.

Köprülüzadənin ən böyük xidmətlərindən biri türk ədəbiyyatını kompleks şəkildə — tarix, sosiologiya və mədəniyyət kontekstində araşdırması olmuşdur. O, xalq ədəbiyyatı nümunələrinin elmi dövriyyəyə gətirilməsinin vacibliyini əsaslandıraraq, bununla da türk xalqlarının ortaq mədəni köklərə malik olduğunu sübut etmişdir. Bu ideyalar Türkoloji qurultaylarda geniş müzakirə olunmuş və digər alimlər tərəfindən dəstəklənmişdir.

Alimin qurultaylardakı çıxışları yalnız nəzəri deyil, həm də metodoloji baxımdan əhəmiyyətli idi. O, tədqiqatlarda müqayisəli-tarixi metodun tətbiqini ön plana çəkərək türkoloji elmin daha sistemli və elmi əsaslarla inkişafına zəmin yaratmışdır. Bu yanaşma sonrakı dövrdə aparılan tədqiqatlara ciddi təsir göstərmişdir.

Bundan əlavə, Köprülüzadə türk dünyasının elmi və mədəni birliyinin vacibliyini xüsusi vurğulamışdır. Onun fikrincə, türk xalqları arasında ortaq dil və ədəbiyyat elementlərinin öyrənilməsi yalnız elmi deyil, həm də milli-mədəni inteqrasiyanın güclənməsinə xidmət edir. Bu ideyalar qurultayların əsas məqsədlərindən biri ilə üst-üstə düşürdü.

Nəticə etibarilə, Köprülüzadə Türkoloji qurultayların aparıcı simalarından biri olmuş, öz elmi fəaliyyəti ilə türkoloji düşüncənin inkişafına güclü təsir göstərmişdir. Onun irsi bu gün də aktualdır və müasir türkoloji araşdırmalar üçün əsas mənbələrdən biri hesab olunur.

Açar sözlər: Fuad Köprülü, Türkoloji qurultay, türk ədəbiyyatı, xalq yaradıcılığı, müqayisəli-tarixi metod, türk dünyası, elmi yanaşma

THE ROLE OF FUAD KÖPRÜLÜ IN THE TURKOLOGICAL CONGRESS**Aytan Abilgasim Ibrahimova****teacher****Azerbaijan State Pedagogical University**<https://orcid.org/0009-0000-6123-2399>**Email: ayten.cavadova17@gmail.com****Baku, Azerbaijan**

Fuad Köprülü (Köprülüzadə) is one of the prominent scholars who played a significant role in the formation and development of Turkology as a scientific field. His activity in the Turkological congresses was not limited to mere participation; it also had a guiding and methodological character. Köprülüzadə was among the scholars who laid the foundations of a systematic approach to the study of the language, literature, and history of Turkic peoples.

The Turkological congresses of the early 20th century served as an important scientific platform that brought together scholars from across the Turkic world. At these congresses, Köprülüzadə actively participated and presented the historical stages of the development of Turkish literature on a scientific basis. In his reports, he emphasized that Turkish literature was not formed solely within the courtly environment but was closely connected with folk creativity. This approach was considered innovative for its time and opened a new direction in Turkological thought.

One of Köprülüzadə's greatest contributions was his comprehensive study of Turkish literature within the context of history, sociology, and culture. He substantiated the importance of incorporating examples of folk literature into academic circulation, thereby demonstrating that Turkic peoples share common cultural roots. These ideas were widely discussed at the Turkological congresses and supported by other scholars.

His speeches at the congresses were significant not only from a theoretical perspective but also methodologically. He highlighted the importance of the comparative-historical method in research, thus laying the groundwork for a more systematic and scientific development of Turkology. This approach had a profound influence on later studies in the field.

Moreover, Köprülüzadə emphasized the importance of strengthening the scientific and cultural unity of the Turkic world. According to him, studying common elements of language and literature among Turkic peoples serves not only scientific purposes but also contributes to national and cultural integration. These ideas aligned with the main objectives of the Turkological congresses.

In conclusion, Köprülüzadə was one of the leading figures of the Turkological congresses and made a substantial contribution to the development of Turkological thought. His scholarly legacy remains relevant today and continues to serve as a fundamental source for modern Turkological studies.

Keywords: Fuad Köprülü, Turkological congress, Turkish literature, folk creativity, comparative-historical method, Turkic world, scientific approach

**İBTİDAİ SINIFLARDƏ AZƏRBAYCAN DİLİ DƏRSLƏRİNDƏ MÜƏLLİMLƏRİN OYUN ƏSASINDA
TƏLİM KEÇMƏSİNİN ƏHƏMİYYƏTİ****Məmmədova Könül Ələddin qızı****Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent****ADPU-nun Azərbaycan dili və onun tədrisi texnologiyası kafedrası****konul.1970@mail.ru****<https://orcid.org/0000-0001-8664-4912>****AÇAR SÖZLƏR:** didaktik oyunlar, fərdi yanaşma

Uşaq məktəbə gedir və ondan təhsildə nailiyyət gözləyirlər. Burada “birincilər” həyatı təmiz vərəqdən başlayan insana bənzəyirlər. Bu prosesi asanlaşdırmaq müəllimin borcudur. Köməkçi kimi isə oyunlardan geniş istifadə etmək olar. Müasir təhsilin ən əsas prinsipi – hər uşağa individual yanaşmaqdır. Oyun isə bu cəhətdən müəllim üçün əvəzolunmaz köməkçidir. Oyunlar ibtidai siniflərdə mütləqdir. Belə ki, oyun çətinini asan, darıxdırıcıyı isə maraqlı edir. Azərbaycan dili dərslərində didaktik oyunların böyük əhəmiyyəti vardır.

Biz hamımız nə vaxtsa uşaq olmuşuq. Uşaq dövründə ən çox nə ilə məşğul olmaq istəmişik? Əlbəttə ki, oynamaqla! Biz hər gün müxtəlif oyunlar fikirləşirdik, tapırdıq. Özümüz də bilmədən bu oyunları fikirləşib tapdıqca, oynadıqca, həm də inkişaf edirdik. Yəni biz aləmi oynayaraq dərk edirdik və bu, bizim xoşumuza gəlirdi. Onlar bir-biri ilə təmas qurur, digər uşaqların fikrini eşitməyi öyrənirlər. Görkəmli pedaqog V.Suxamlinski oyunun rolunu yüksək qiymətləndirmişdir: “Oyunlar uşaqların qarşısında dünya açır, şəxsiyyətin yaradıcı qabiliyyəti açılır. Oyunsuz dolğun, məzmunlu əqli inkişaf yoxdur və ola bilməz”.

Birinci sinifdə əlifba təlimi dövründən başlayaraq dərsi elə qurmaq lazımdır ki, o, bağcadakı oyunların davamı təsiri bağışlasın. Bu dövrdə uşaqlara hərfləri öyrətməklə yanaşı, onların obrazlı təfəkkürünü inkişaf etdirmək mümkündür.

Uşağın mövzunu dərk etməsi üçün əsas şərtlərdən biri odur ki, dərş maraqlı və yaddaqalan olmalıdır. O, bu prosədə qarışmaq, iştirak etmək istəməlidir. Müəllim uşağın gözündə təlimçi yox, yoldaş olmalıdır. Bunların hamısını isə oyun zamanı həyata keçirmək mümkündür. Belə halda uşaqlarda təhsilə maraq, kollektivdə işləmək bacarığı, yoldaşlarını eşitmək, özünə güvənmək kimi xüsusiyyətlər formalaşır. Lakin müəllim dərk etməlidir ki, oyun əsas yox, köməkçi vasitədir. Oyundan yeni mövzunu başa salanda da, təkrar edəndə də, əldə olunan bilikləri inkişaf etdirəndə də istifadə etmək olar.

Oyun zamanı tez-tez səs-küy olur. Bu səs emosiyaların qaynadığını, dərkətmə dərəcəsinin yüksəldiyini, mövzuya marağın artdığını göstərir. Oyun dərş darıxdırıcı bir prosədə çevrilməyə qoymur. Bu prinsipdən çıxış edib, dərş oyunları üzərində qurmaq və hər dərşdə bir və ya bir neçə oyun həyata keçirmək olar. Məsələn, Azərbaycan dili dərşində “Cümlə qur” oyununu oynamaq olar. Oyunun şərti belədir: ayrı-ayrılıqda bir neçə cümlələrin əvvəli və davamı verilir. Cümlələrin əvvəlinə uyğun olan davamını tapıb, cümləni qurmaq lazımdır. Uşaqlar əvvəl səhvə yol versələr də, sonra oyunun şərtlərinə riayət edərək daha sərbəst cümlə qururlar.

Yazı dərşində uşaqlar “Sözü tap” oyununda sözləri tapmalıdırlar. İlk baxışda bu oyun çox sadədir. Verilən sözlərdə hecaların və yaxud hərflərin yerini dəyişməklə şagirdlər sözlər qururlar. Bu isə şagirdlər tərəfindən hərfləri yaxşı tanımaq, böyük diqqət tələb edir. Texniki imkanlardan istifadə edərək daha çox oyun tərtib etmək olar. Hər mövzuya uyğun oyun var: Məsələn, “Şən qatarı doldur” (sıra sayı) və s. Əlbəttə, kompyütersiz oyunlar da var, lakin uşaqları ekrandakı hərəkətlər, animasiya, səs effektləri daha çox cəlb edir və maraqlandırır.

Tədrisi yeni səviyyəyə qaldırmaq üçün yeni təlim texnologiyalarından istifadə edərək yeni bir dərş modeli qurulan zaman, bu prosesdə oyunun rolu danılmazdır.İbtidai sinif şagirdlərinin yaş xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, dərşlərdə müxtəlif oyunlardan istifadə etmək olar. Tərkibində oyun və oyun situasiyanın yaranması nəzərdə tutulan dərşlər tədrisin çox səmərəli vasitəsidir. İstənilən mərhələdə dərşin strukturuna oyun süjetinin daxil edilməsi sinfin bütün şagirdlərinin diqqətini cəlb edir. Dərşin gedişində didaktik oyunun olması bir sıra tədris məsələlərinin həlli yolunu asanlaşdırır. Oyun zamanı şagirdlər öz fəaliyyətində biliklərini qiymətləndirməyə şərait yaradan situasiyaya düşürlər.

Belə oyunlar vasitəsilə bütün uşaqlar fəallaşır, hətta təlimdə geri qalan zəif şagirdlərdə özlərinə inam artır, onlar da cavab verməyə çalışırlar. Beləliklə, oyundan, maraqlı tapşırıqdan çox vacib və çətin işə aparan yol şagirdlər tərəfindən asanlıqla qət edilir.Dərşlərdə şagirdləri tez-tez nağıl qəhrəmanları - Cırdan, Tıq-tıq xanım, Məlikməmməd, göyçək Fatma ilə və s. görüşdürmək olar.

Hər hansı səsin öyrənilməsi prosesində uşaqlara tərkibində bu səs olan sözlər tapıb deməyi tapşıranda əlvən böyük top şagirdlərdən birinə atılır. O isə topu qaytararaq cavabı deyir. Şagirdlərin məntiqi təfəkkürünün inkişaf etdirilməsini nəzərdə tutan “Sözdən sözlər düzəlt” oyunu şagirdlərin söz ehtiyatının zənginləşdirilməsinə xidmət edir. Düzüm lövhəsində yoldaşlıq sözü düzülür. Söz oxunur. Sonra hərflər qarışdırılır və şagirdlər bu hərflərdən yeni sözlər düzəldirlər. Onlar düzəltdikləri sözləri yazırlar: daş, yol, aş, od, yod, qol, qaş və s. Bu oyunu kiçik qruplarla keçirmək daha məqsədəuyğundur. Ən çox söz yığan qrup qalib hesab edilir.

Dərşlərin bir çoxunun motivasiya mərhələsini qurmaq üçün rollu oyunlar təşkil edib, kukla teatrından istifadə etmək olar. Belə ki, ana dili dərşində “Zoopark” mövzusuna motivasiya kimi kukla teatrları ilə “Qoğal” nağılının tamaşasını qoyub, Qoğalın hansı heyvanlarla rastlaşdığını soruşub, bu heyvanların necə heyvan olduğunu, harada yaşadıklarını uşaqlarla birlikdə araşdırmaq olar.

Ümumiyyətlə, oyun müasir dərşin tələblərinə cavab verən, interaktivliyi təmin edən əsas şərtlərdən biridir. Oyun istifadə olunan dərşlərdə bütün şagirdlər fəallaşır, müəllimin tapşırıqlarını yerinə yetirməyə can atır, bir-biri ilə əməkdaşlıq edir, mühakimələr aparır və nəticə çıxarırlar. Müasir dövrdə dərşə oyun və oyun situasiyalarının daxil edilməsinə geniş yer verilir. Oyunlar şagirdlərin düşünmə qabiliyyətini, araşdırma bacarığını artırır, yorğunluğu aradan qaldırır.

**MƏTN ÜZƏRİNDƏ İŞ ƏSASINDA İBTİDAİ SİNİF ŞAĞIRDLƏRİNİN MƏNTİQİ DÜŞÜNCƏSİNİN
İNKİŞAFI****Qasımova Maya Rəhim qızı****Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent***Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Azərbaycan*maya0866@gmail.com<https://orcid.org/0000-0001-9116-4331>

Müasir təhsil sistemində şagirdlərin yalnız reproduktiv biliklər əldə etməsi deyil, həm də məntiqi düşünmə bacarıqlarının inkişaf etdirilməsi prioritet istiqamətlərdən biridir. Xüsusilə ibtidai təhsil mərhələsində bu bacarıqların formalaşdırılması gələcək akademik uğurun əsasını təşkil edir. Mətn üzrə iş şagirdlərin həm dil kompetensiyalarını, həm də düşünmə əməliyyatlarını inkişaf etdirən kompleks pedaqoji prosesdir. Lakin praktikada bu iş çox zaman yalnız məzmunun təkrarına yönəlir və məntiqi təfəkkür komponentləri kifayət qədər inkişaf etdirilmir.

Məntiqi düşüncə dedikdə analiz, sintez, müqayisə, ümumiləşdirmə və nəticə çıxarma kimi idrak əməliyyatlarının məcmusu nəzərdə tutulur. Psixoloji-pedaqoji yanaşmalara görə, bu bacarıqlar fəaliyyət prosesində, xüsusilə problem situasiyalarda daha effektiv şəkildə formalaşır.

Mətn üzrə iş aşağıdakı nəzəri prinsiplərə əsaslanmalıdır:

- **Aktivlik prinsipi:** şagird passiv dinləyici deyil, fəal iştirakçı olmalıdır
- **Şüurluluq və mənimsəmə:** mətnin dərk olunması səthi deyil, məzmunun analizi səviyyəsində aparılmalıdır
- **Sistemlilik:** tapşırıqlar sadədən mürəkkəbə doğru qurulmalıdır.

Mətn üzrə iş zamanı məntiqi düşüncəni inkişaf etdirən əsas metodlar aşağıdakılardır:

1. **Mətnlərin struktur təhlili.** Şagirdlər mətnin giriş, əsas və nəticə hissələrini müəyyən edir. Bu, informasiyanın təşkilini və məntiqi ardıcılığını anlamağa kömək edir. Bu məqsədlə müəllim şagirdləri dərslərdəki müəyyən mətnlərin giriş, əsas və nəticə hissələrini ayırmaq; müəyyən şekillərə əsasən mətnin giriş (və ya əsas, nəticə) hissəsini qurmaq; mətndən götürülmüş bu və ya digər cümlənin (adzasın) və ya verilmiş açar sözlərin mətnin giriş, əsas və ya sonluq hissələrindən hansına aid olduğunu tapmaq və s. üzrə çalışdıra bilər.

2. **Səbəb-nəticə əlaqələrinin müəyyənəşdirilməsi.** Mətn daxilində hadisələr arasındakı əlaqələrin müəyyənəşdirilməsi şagirdlərdə məntiqi bağların qurulmasını inkişaf etdirir. Məsələn, 3-cü sinif dərslərində verilmiş “Daşqının təəccübü” şeiri üzrə müəllim təbiət hadisələri (zəlzələ, daşqın, vulkan, fırtına) ilə bağlı şagirdlərə səbəbi söyləyə, şagirdlər isə bu səbəbdən törəyən nəticəni qeyd edə bilərlər.

Səbəb: Yer kürəsinin dərinliklərində böyük laylar və qayalar qəfildən hərəkət edir.

Nəticə: Yer qabığı titrəməyə başlayır və **zəlzələ** hadisəsi baş verir.

Səbəb: Dağlarda qarlar qəfildən əriyir və ya günlərlə kəsilmədən güclü yağışlar yağır.

Nəticə: Çayların suyu yatağına sığmır, ətrafa yayılır və dağıdıcı **daşqın** fəlakəti yaranır.

Səbəb: Yerin altındakı qaynar və qırmızı od (lava) böyük təzyiqlə yuxarıya doğru can atır.

Nəticə: Dağın zirvəsindən od və tüstü püskürür, yəni **vulkan** hadisəsi baş verir.

Səbəb: Hava qatları arasında temperatur fərqi yaranır və nəhəng küləklər dəniz sularını hərəkətə gətirir.

Nəticə: Dənizdə qorxulu, yüksək dalğalar yaranır və **fırtına** qopur.

Şagird bu zənciri qurmaqla öyrənir ki, təbiətdə hadisələr təsadüfən baş vermir. Hər bir hadisənin (səbəb) bir cavabı (nəticə) var. Bu, uşaqlarda həm məntiqi düşüncəni, həm də ətraf aləmi düzgün qiymətləndirmə bacarığını formalaşdırır.

3. Tənqidi yanaşmaya təşviq edən sualların verilməsi. Məsələn: “Səncə, hadisə fərqli baş versəydi nə dəyişərdi?”, “Müəllifin mövqeyi ilə razısanmı?”

4. Müqayisə və qarşılaşdırma. Mətnlər və ya obrazlar arasında oxşar və fərqli cəhətlərin tapılması analitik düşüncəni gücləndirir.

5. Yaradıcı tapşırıqlar. Mətnin davamını yazmaq, alternativ mətn qurmaq kimi fəaliyyətlər məntiqi və yaradıcı təfəkkürün inteqrasiyasına imkan verir. Məntiqi çalışmalar kimi tapmacaların cavabının tapılması; şagirdlərin özlərinin tapmaca qurmağa cəlb edilməsi; oyun-tapmacaların təşkili; tapmaca-şəkillər, test, rebus, krassvordlardan istifadə də səmərəli iş növlərindəndir.

Şagirdləri tapmaca qurmağa cəlb etmək üçün müəllim onlara izah edir ki, tapmaca – hər hansı bir əşyanın tamamlanmamış təsviridir və söylənilən mətnə axtarılan əşyanın adı çəkilmir. Məhz buna görə tapmacada axtarılan obyektin ən mühüm cəhətləri dəqiq və yığcam şəkildə sadalanmalı, onun “nəyə oxşadığı”, həmçinin “oxşadığı cisimdən nə ilə fərqləndiyi” qeyd edilməlidir. Bu zaman “amma”... “deyil” bağlayıcılarından istifadə etmək məqsədəuyğun olur. Məsələn, tutaq ki, şagirdə “çətir” haqqında tapmaca qurmaq tapşırığı verilib. Bu zaman müəllim çətinin nəyə oxşadığını şagirdlərdən soruşur. Şagirdlər çətinin göbələyə, “T” hərfinə, paraşütə oxşadığını söyləyirlər. Daha sonra müəllim çətiri göbələkdən, “T” hərfindən, paraşütdən fərqləndirən cəhətləri sadalamağı xahiş edir. Şagirdlər çətinin göbələk kimi yeməli olmadığını; “T”yə oxşasa da hərflə olmadığını; paraşütdən fərqli olaraq təyyarədən (və ya başqa uçucu aparatdan) yerə tullanmaq üçün olmadığını qeyd edirlər. Müzakirələrin sonunda şagirdlər çətirlə bağlı belə bir tapmaca qururlar: *“T”yə oxşayır, amma hərflə deyil; göbələyə bənzəyir, amma yeməli deyil; paraşütə oxşayır, amma hündürlükdən tullanmaq üçün deyil.* Qurulan tapmaca bəsit olsa da, proses özü şagirdləri düşünməyə sövq edir, analitik təfəkkürü işə salır, müqayisə yolu ilə əşyaların oxşar və fərqli cəhətlərini ayıra bilmək bacarığını formalaşdırır.

Qeyd olunan metodların tətbiqi şagirdlərdə səbəb-nəticə əlaqələrini anlama bacarığının artmasına, mühakimə yürütmə və əsaslandırma vərdişlərinin inkişafına, müstəqil fikir söyləmə, münasibət bildirmə, argument gətirmə səviyyəsinin yüksəlməsinə kömək edə bilər.

Açar sözlər: mətn üzrə iş, məntiqi düşüncə, ibtidai təhsil, tənqidi təfəkkür, analitik bacarıqlar.

DEVELOPMENT OF LOGICAL THINKING OF PRIMARY GRADE STUDENTS BASED ON TEXT

In the modern education system, one of the priorities is not only the assimilation of students' reproductive knowledge, but also the development of logical thinking skills. The formation of these skills, especially at the stage of elementary education, is the basis for future academic success. Working with text is a complex pedagogical process that develops both language skills and mental operations of students. However, in practice, this work often focuses only on repeating the content, and the components of logical thinking are not sufficiently developed.

Logical thinking is a set of cognitive operations, such as analysis, synthesis, comparison, generalization and formulation of conclusions. According to psychological and pedagogical approaches, these skills are formed more effectively in the process of activity, especially in problematic situations.

Work with the text should be based on the following theoretical principles:

- The principle of activity: the student should not be a passive listener, but an active participant.
- Awareness and assimilation: comprehension of the text should not be superficial, but should be carried out at the level of content analysis.

- Systematic: tasks must be structured from simple to complex.

The main methods that develop logical thinking when working with the text are the following:

1. Structural analysis of texts. Students determine the introductory, main and concluding parts of the text. This helps to understand the organization and logical sequence of information. For this, the teacher can offer students to distinguish the introductory, main and concluding parts of individual texts in the textbook; build an introductory (or basic, concluding) part of the text on the basis of certain pictures; Finding out which part of the text (introductory, main or concluding) belongs to that or another sentence (paragraph) taken from the text, or given key words, etc. d.

2. Determination of causal relationships. The definition of interrelationships between events in the text develops students' ability to establish logical connections. For example, in the poem "Dashkin's Surprise", given in the textbook for the 3rd grade, the teacher tells the students the cause of natural phenomena (earthquake, flood, volcano, storm), and the students note the result that follows from this.

The reason: Large layers in the Earth's bowels suddenly begin to move.

Result: Earth's crust begins to tremble, and an earthquake occurs.

Reason: Snow melts in the mountains suddenly or heavy rains fall for several days in a row.

Result: The water of the river cannot fit in its channels, it overflows, and a destructive flood occurs.

The reason: Boiling red fire (lava) under the ground rises up with great pressure.

Result: Fire and smoke erupt from the top of the mountain, which means a volcanic eruption.

The reason: There is a temperature difference between the air layers, and strong winds raise the sea water.

Result: Terrifying high waves form on the sea, and a storm begins.

Building this chain, the student understands that events in nature do not happen by chance. Every event has a response. This forms both logical thinking and the ability to correctly assess the surrounding world in children.

3. Asking questions that encourage a critical approach. For example: "What do you think would have changed if the event had happened differently?", "Do you agree with the author's position?"

4. Comparison and comparison. Finding similarities and differences between texts or images strengthens analytical thinking.

5. Creative tasks. Such actions as writing a continuation of the text and creating an alternative text allow you to integrate logical and creative thinking. Finding answers to riddles and logical exercises; involvement of students in self-composed riddles; organization of puzzles; The use of puzzle pictures, tests, puzzles and crosswords are also effective types of work.

In order to involve students in writing riddles, the teacher explains to them that a riddle is an incomplete description of any object, and the name of the same object is not mentioned in the oral text. That is why the most important characteristics of this object must be accurately and briefly listed in the puzzle, and it should be noted "what it resembles" and "how it differs from the object it resembles". At this time, it is appropriate to use

the conjunctions "but"... "not". For example, suppose a student is given the task of writing a riddle about an umbrella. At this time, the teacher asks the students what the umbrella looks like. The students say that the umbrella is like a mushroom, the letter "T" and parachute. Then the teacher asks the students to list the signs that distinguish an umbrella from a mushroom, the letter "T" and a parachute. Students point out that an umbrella is not edible like a mushroom; that it looks like a "T" but is not a letter; and that, unlike a parachute, it is not for jumping from an airplane (or other flying device) to the ground. At the end of the discussion, the students come up with a riddle about the umbrella: it looks like the letter "T", but it's not a letter; he looks like a mushroom, but he is inedible; It's like a parachute, but it's not intended for high jumps. Although the puzzle is simple, the process itself encourages students to think, activates analytical thinking and forms the ability to distinguish similarities and differences between objects by comparison.

The application of the aforementioned methods can help students increase their ability to understand cause-and-effect relationships, develop judgment and reasoning skills, and increase their ability to express independent opinions, express attitudes, and present arguments.

Keywords: work with text, logical thinking, primary education, critical thinking, analytical skills.

YENİ DÖVR (1800-1920) AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: QARABAĞ'LI ŞAİRE FATİMƏ XANIM KEMİNƏDƏ ZƏMANƏDƏN GƏLƏN FƏRYADLARIN POETİK NİSGİLLƏRİ**Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ**

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prize & India- Birliyin Yönetici üzü; Qlobal Yazarlar Akademiyası-Hindistan üzü; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eytimçilər Birliyi üzü; TÜRKSOY üzü; Poetas Intergalácticos-üzü; Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAIJAN

ÖZET

Fatime Hanım Kemine (1840-1898) Azərbaycan'ın Karabağ Bölgəsi'nin Şuşa şəhərində yaşamışdır. Babası Beybaba Bey Fena da şair idi. F.X.Kemine bir şaire gibi, tekçe Karabağ'da değil, bütünlükte, Yeni dövr Azərbaycan edebi aleminde tanınmıştır. O, Karabağ'da-Şuşa şəhərində faaliyyət göstərən "Meclis-i Üns" ve "Meclis-i Ferâmuşan" edebi meclislerinin faal üyelerinden idi.

Fatimə Xanım Kemine hem Halk, hem de Divan şiiri poetikasına bağlıdır: Türkçe ile beraber, Farsça da şiirler yazmışdır.

Muasırları onun şiirlerine ve şahsiyetine yüksek kıymet vermişler. Genceli Fani onun şiirlerini şekerde, lezzette şan balına benzedir; Kazak'lı şair Molla Hüseyin Sabit'e göre onun her setri Serv'e te'ne vurur. Firudin Bey Köçerli'y göre, F.X.Kemine "nadire-i zamane" idi, kemal ve akıl fitratı ile çağdaşlarını hayrette koymuştur.

Şairenin gönül dünyasında her şey kayıyor, tüğyan edir, faryat koparır: dert ve ızdıraplardan onun Sabr Kalbi tükenmiştir, nakesler onu amane-faryada getirmişler.

Kemine'nin şiirlerinin mevzu dairesi geniş idi: aşk alemi onun şiirlerinin mana ve üslup akarında hüsusi yer tutur: aşk faziletinden doğan gam-keder şairenin gönül hemdemi, munisidir; *aşk yolun tutup govğaya tüşme* bakışı şairenin poetik yeniliklerinin kaynağıdır.

Kemine şiirlerinin digər bir mevzu kaynağı Vatan sevgisi, yurt-yuva hasretidir: Karabağ'ı işgal edən Çar hökumətinin zulmündən doğma yurtlarını terk edənlerin vatan hasretindən doğan ağrılardır; şaire gurbetin ağrılarından azap çekmiş ve bu azaplardan doğan ıstırapları dile getirmişdir.

Fatime Hanım Kemine'nin şiirleri tekçe Azərbaycan'ın değil, bütünlükte, XIX esr Türk Dünyası Edebiyatı'nın nadir incilerindendir.

ANAHTAR SÖZLER: Qarabağ ədəbi mühiti: Fatma Xanım Kemine, Poetik fəryadlar

NEW PERIOD (1800-1920) AZERBAIJAN LITERATURE:**POETICAL ANALYSIS OF THE CRYING OF THE TIMES IN THE POET OF KARABAKH
FATIMA KHANIM KEMINE****ABSTRACT**

Fatime Khanom Kamine (1840-1898) lived in Shusha, Karabakh region of Azerbaijan. Her grandfather Beybala Bey Fena was also a poet. As a poetess F.K. Kamine was not only famous in Karabakh but also completely in New Era of Azerbaijan literary world. She was one of the active members of literary assemblies “Majlis-i Uns” and “Majlis-i Feramushan” which worked in Shusha, Karabakh region.

Fatime Khanom Kamine was also connected with both Folk and Divan (Selected poems of poet) poetry: Together with Turkish she wrote poems in Persian, too.

Contemporaries highly appreciated her poetry and personality. Ganjali Fani compared her poems with sugar taste like honey; according to Molla Hosein Sabit who was from Kazakh each of her line strikes Serveten, according to Firudin Bey Kocharli F.K. Kamine was “rarity of time” and due to her wisdom and prudence she astonished contemporaries.

Everything slips, yells and screams in the poetess’ heart: because of sorrow and grief she ran out of patience, traitors bothered her.

The topic scope of Kamine’s poems was wide: love theme holds a special place in meaning and style of her poems: grief and sorrow evoked because of love are poetess’ sincere friend; *don’t fall out being fallen in love* view point is the source of poetess’ poetical innovations.

The other title source of poetess’ poems is Patriotism, homesickness: these are hurts of people who left their houses because of the persecution of tsarist government which occupied Karabakh; poetess wrote about torments awoken from living in a foreign country.

Fatime Khanom Kamine’s poems are of rare pearls both Azerbaijan and XIX century Turkish world literature

KEYWORDS: Karabakh literary environment: Fatma Khanim Kemine, Poetic cries

GİRİŞ

YAHUT: FƏRYADDA FƏRYAD

“NADİRE-İ ZAMANE” FATİME HANIM KEMİNE FƏRYADIN FƏRYADLARI İÇİNDƏ OLAN ŞAİRƏ İDİ. Bütün Qarabağın ızdırablar nəfəsi onun daxilindən qaynayırdı. Hər sözündə Qarabağ faciələrinin rəhgləri vardır. Fatimə xanım yüzlərlə-minlərlə qadın-anaların və bir şairə kimi, müdriklərin dərdinin və Vətən müsibətlərinin harayı ilə fəryad qoparırdı. Fatimə anım Kəminənin (Qarabağ-Şuşa, 1840- Şuşa, 1898) Fəryadında aydın nidalar var. Şairə halını belə agah edir:

“TÜKENDİ SEBR-İ DİLİM, GETTİLER AMANƏ MENİ”

HƏYATINA DAİR FAKTLAR: Müsirləri Fatimə xanım Kəminə haqqında.

Fatime Xanım Kemine Hicri tarixle 1257—Miladi 1840-da Azərbaycan'ın Karabağ Bölgəsi'nin Şuşa şəhərində anadan olmuş və ömrünün sonunadək orada yaşamışdır. Fatime Xanım'ın Babası Mirze Beybaba Eliyar bey oğlu mükəmmel təhsil görmüş bir ziyalı idi. Mirze Beybaba da şair idi, *Fəna* təkalüsü ilə şiirlər yazırdı.

Mirze Beybaba bey Fəna eslən Güney Azərbaycan'ın Germerud mahalından idi. Vaktı ilə dedəsi göçüp Şuşa'ya gəlmiş, Cəfərgülü xanın babası Mehəmmədhesen xanın sarayında mirzəlik etmişdir (Edebi Meclisler, 1987: 291).

Fatime Xanım Şuşa Kalesində təhsil almış və halen çocukluğundan fərasəti, fitri istedadı ilə “çoklarını hayrətə getirmişdir” (Köçerli, 1981, II.: 158). Türk və Fars dillərində mükəmmel təhsil alan Fatime Xanım, hər iki dilde yazdığı şeirlərlə bütün Karabağ edebi aləmində və Azərbaycan'ın digər bölgələrində böyük şöhrət və hürmet kazanmışdır. Şair, edebiyatşünas, “Encümen-i Fəramuşan” edebi meclisinin başçısı Mir Möhsün Nevvab (1833-1919) “Tezkire-yi Nevvab” eserində, edebiyatşünas Firudin bey Köçerli(1863-1920) “Azərbaycan Türklerinin Edebiyatı” tezkiresində ondan rəğbətə bəhis etmişlər.

Fatime Hanım Karabağ'ın Saracık köyündən Sadık bey Mir Zeynal oğlu ilə evlənmişdir; beş övladları olmuşdur. Şairə Fatime Hanım Karabağda töredilən zilme, həksizliklərə çox sine gərdi, amma çox da tab ede bilmədi, sıkıntı və ızdıraplardan iflic- fəlc oldu, H. 1316—M.1898'də Şuşa şəhərində vəfat etdi və Şuşa'dakı Mirzə Həsən kabristanlığında dəfn olundu.

Şairə Fatime Hanım'ın ölümü bütün Karabağ'a ən böyük itki oldu, vətəni yasa bürüdü. Firudin bey Köçerli, şairənin şəxsiyyəti və edebi makamı haqqında böylə yazırdı: “Fatime xanım, həqiqətdə, çox gəzəl və zərif bir cən idi və zəhəri gəzəlliyinə müvafiq bətni və mənəvi tərəfdən dextə exlag-i həsənə səhibəsi olub, ziyadə xoşxülg, mülayimə və xoşrəftar bir nədirə-yi zəmanə idi ki, onun vəfatı cümle şüəravü üfəfa-yi Karabağa böyük bir yas oldu” (Köçerli, II,1981: 162).

Allah Rəhmət ələsin müdrək ana, azapkeş şairə, vətəninin ən mübariz evladı Fatime Xanım Kemine'ye. Bütün məhrumiyətləri ilə 1840-1898-ci illərdə Şuşada yaşadı və orada da kəndinin əminli dünyasına kovuşdu.

Qarabağın ruhundan gələn bir ruh əhli idi şairə Fəma xanım Kemine.

Muasirləri onun şiirlərinə və şəxsiyyətinə yəksək kiymət vermişlər. Məsələn, şair Gəncəli Fəni onun şiirlərini şəkərdə, ləzzətdə şən bəlinə bənzədir; Kazak'lı şair Molla Hüseyn Sabit'e görə onun hər setri Serv'e tənə vurur Fərudin Bəy Köçerli'yə görə, Fatime Hanım Kemine “nədirə-i zəmanə” idi, kəmal və əkil fitratı ilə çağdaşlarını hayrətə koymuşdur.

Kemine'nin ölümü ilə Karabağ daha yəni bir müdrək şairəsini, gəzəl sənətkarını, mərt və mübariz Türk Anasını, gəyretli vətən evladını kəyp etdi. Karabağ'da kəayıplar git-gidə artır və sərtiləşirdi. Karabağ ustad şairlər məkanı idi.

XIX esrde Karabağ’ada yüzden fazla şair yaşamış, faaliyet göstermiştir. Baba Bey Şakir, Ağabeyim Ağa Tuti, Kasım Bey Zakir, Kerbelayi Sefi Valeh, Kerbelayə Abdulla canioğlu, Cefergulu Xan Neva, Mirze Elesger Növres, Aşık Peri, Mehemed Bey Cavanşir Aşık, Mirze Hesən Mirze, Xurşidbanu Natevan, Mir Möhsün Nevvab, Mirze Bahış Nadim, Hesən Gara Hadi, Mirze Rehim Fena, Hesənli han Karadağı, Mirze Hüseyn Bey Salar, Abdulla Bey Asi, İbrahim Bey Ali Bey oğlu Azer, Kasım Karabağı Şehid, Mirze Hüseyn Bey Salar, Mehemed bey Mehvi ve onlarla her biri bir poeziya yıldızı, XIX yüzyıl Azərbaycan Poeziyasının Parnası nişanı idi. Gök yüzü Karabağ pleyadasının parlak yıldızları ile ışılanmıştır. Karabağ şairlerinin her biri yıldız akışlarına benzer hayat yaşamışlar. Onların yaşamları Azərbaycan hayatının facielerini yansıdırdı.



Facieler Karabağ şairlerinin her birinin hayat akışlarına çevirilmişdir. Fatime Hanım Kemine de facieler, mahrumiyetler içerisinde yaşamıştır. Onun hayat hadiseleri en ciddi ve sert münasibetler içerisinde akıp gedirdi. Kemine, derdini, ızdırab ve hayacanlarını, gönül fırtınalarını şiirin dili ile canalandırmıştır.

Fatime Hanım Kemine’nin yaratıcılığı ile şahsiyeti arasında

Fatma Xanım Kemine (Şuşa, 1840-Şuşa, 1898)

bütövlük vardır: deyanet ve vügarda, neciplik ve leyagette onun hayatı Azərbaycan Türk hanımının azemet sempoludur. Kemine ince tebli bir şaire gibi, tekçe Karabağ’da değil,

bütünlükte Yeni dövr Azərbaycan edebi aleminde tanınmıştır.

İstedadlı şaire Kemine öz dövründe Karabağ’da, Şuşa şəhərində fəaliyyət göstərən "Meclis-i Üns" və "Meclis-i

Ferâmuşan" edebi meclislerinin faal üzələrindən idi. Onun yaratıcılık dünyası hem Halk, hem de Divan şiiri poetikasına bağlıdır: Türkçe ile beraber, Farsça da şiirlerilər yazmışdır.

I. ÇAĞDAŞLARI FATİME XANIM KEMİNE HAKKINDA

Muasirleri arasında Fatime hanımın hususi yeri ve debi makamı var idi. Karabağ onun şiirlerinin ruhunda ve avazında idi; halk ruhunun en ince poetik akarında, klasik divan poetikası üslubunda da o yeni kendine mahsus poetik özelliklere malik idi. Ona göre de devrün en müktedir şairleri onun şiirlerine ve şahsiyetine derin ihtiram göstermiş: bedii-poetik kamilliğini en ince şekillerden değerlendirmişler. Ekser şairler onun şiirlerine yüksek-ali üslubdan değer vermiş, bazı şiirlerine nezireler yazmış, yahut ta ona (şaireye) şiirler hasr etmişler. Bu, onun bir senetkar, söz sarrafi gibi büyüklüğünün elametleri idi. Meselen, Mir Möhsün Nevvab öz tezkiresine dahil etmesi için Fatime Hanımdan şiirler istemiştir, Fatime Hanım da göndermiştir.

Mir Möhsün Nevvab, Fatime Hanımın şiirlerinin şe’nini uca tutmuş, bedii özelliklerini en ince nüanslardan vasıf etmiş, onları “cevahir nezim”, “dürr”, “semin” (bahalı, deyerli), “güzel eş’ar”, “mezmunları şe’rden

(tükden) nazık”, “beyani çok mübeyyen”(aydın,açık), mezmunları metin, yani deyişmez, “xoş menzume”, “göyçek, bütün menası xoşagelen, “nezim sapına düzülmüş eceb şöle saçan”, şekerlebden çıktığından böyle şeker olan dūr, “yıldız bahtın en yüce nüktesi, sözleri doğma”- diye te’rif etmiş, değerlendirmiştir:

Kemine, nezmü eş’arın yetişdi, şadman oldum,

Cevahir nezmidir, veh-veh ve ya dürdür, semin (giymetli) olmuş.

Gözel eş’ardır, mezmunları hem şe’rden (tükden) nazık,

Beyani çox mübeyyendi, mezamini metin olmuş.

-- Kemine, nazm ve şiirin yetişti, şad oldum,

Cevahir nezmidir veh-veh ve ya dürdür, kıymetli olmuş.

--Güzel şiirdir, mazmunları hem tükten nazık,

Söylenişi çok aydındır, mazmunları metin olmuş.

Ne xoş menzumedir, göyçek, gamu me’nası müstehsen(beyenilen, xoşagelen),

Nebatü qendü şehd ile meger yekser ecin (yoğrulmuş hamır)olmuş.

Eceb löle’i- geltandır çekilmiş rişte-yi nezme,

Şekerlebden biruz etmiş ki, böyle şekkerin olmuş.

--Ne hoş(güzel)manzumedir, göyçek, bütün manaları beyenilendir,

Sanki başdan-başa nebat, gend, şehd-şan balı ile yoğrulmuştur.

Eceb iri-girde mirvaridir—nezm ipine çekilmiş,

Şekerlebden yüze çıkmış ki, böyle şekerin olmuştur.

Yegin bil, övc-i e’laye dayandı necm-i igbalın,

Bele daim kitab içre ki, egvalın (sözlerin) gerin (qerin-yakın, egreba, dost) olmuş.

Rıza Nevvabdır senden heme övgatü her saet,

Xeyalı ger perişandır, size leykan muin(yardım eden, arka) olmuş.

- Yakın bil yıldız bahtın en yüce nükteye dayandı, kitap içindeki sözlerin hemşe (bana) doğmadır.

Nevvab her zaman, her saat senden razısıdır;

Nevvab’ın hayalı perişandır, lakin sene hemişe muin —yardımcı, arka olmuştur. (Poetik Meclisler, 1987: 240)

Mir Möhsün Nevvab, şiiri, sözün bedii hikmetini ve ifade güzelliğini inceliği ile duyan ve anlayan şair idi. Fatime Hanım`ın bedii sözünün mana ve potik ifade yatımlarını o incelikten değerlendirdi.

Karabağ'ın tanınmış şairlerinden olan Mirze Rehim Fena (1841-1931) da Kemine'nin poetik ifade nizamlarına onun şahsiyeti menziline yanaşmış, sözünün bedii tesir gücüne yüksek kıymet vermiştir; şairenin poetik şe'nine ince tasvir ve terennüm alkışı okumuştur:

Huri-yü şe'n-i Şiše olub cem' bezmine,

Guya peridi, Şiše ara yoxdu bir nefes.

Şeker lebin nabat, vecahetde çox eziz,

Olmaz cahanda hüsnüne manend hiç kes.

--Huridir, meclisine Şuşa'nın şe'ni yığışıp; guya peridir, Şuşada bir kes yoktur;

Şeker lebin nabat, güzellikte, şuhrette çok ezizdir, cahanda güzelliğine beraber hiç kes olmaz.

Müddetdi könlümün sene gizlin nigahı var,

Daim xeyal onunla eder nale çün ceres (zeng, zıngırov).

Derd ehlisen, cıfayda hemderdin olmadı,

Biderdler olurmu senin ile hemnefes?

-- Müddetti-çoktandır gönlümün sene gizli nigahı-bağlılığı var: hemişe hayal bir zeng gibi nale eder.

Derd ehlisen, ama ne fayda ki bir hemderdin yoktur; derdsizler seninle hemnefes olarmı?

Sahibdil olmağın var imiş cana möhneti,

Sahibdil oldu gerçi Fena, yoxdu dadres (Köçerli,F. 1981: 162).

-sahibdil-kalb sahibi olmağın cana sıkıntısı var imiş; herçend fena sahibdil oldu, ama dada çatan, feryada yeten yoktur.

Başka bir şiirinde Kemine'ni tankid eden Mirze Rehim Fena'ya karşı Genceli Fani (eslen Tebrizli Mirze Sadık Molla Esedulla oğlu), onun—Fatime Hanım Kemine'nin şiirlerini şekerde, lezzette şan balına benzedir:

Şiir-i Kemine çün esel-i şehd-i xoşgüvar

Durmuş Fena kelamı mukabilde çün meges(milçek)

Kazak'lı şair Molla Hüseyin Sabit'e göre onun her setri Serv'e te'ne vurur:

Söz yok, Kemine sözleri növgönçe bıkrdır.

Öz gülün-i vüsalına yox gerçi destres.

Her setri rast serve vurur te'ne dur ki, dur.
Her lehnü henegi kebki eder süxre kes ki, kes.

--sözsüz, Kemine sözleri açılmamış yeni gönçedir, lakin onun öz gül ağacının vüsalına el yetiren yoktur; her setri serve te'ne vurur ki dur, her sesi ve zarafatı kekliğin nazına “kes, kes” diyer.

Eyham-i remzi hügge-yi pünhanı tek nihan,
Çatmaz ona tesevvür-i idrak hiç kes.

- Ramz eyhamları hikmet gizlinleri-sırları gibi gizlindedir;
hiç kimsenin idrak tasavvuru ona yetmez.

Şeiri Kemine lehce-yi Meryemce ruhe zad,
Şiir-i Fena meaniye atdan gelen nefes.

--Kemine şiiri Meryem lahcesile ruhdan doğulup,
Fena'nın şiiri attan gelen bir nefestir.

Şiir-i Kemine Rexş-i sebükseyr-i merifet, (sebükseyr—celd, qıvraq)
Her bir gecemde şiir-i Fena'dan salıbdı tes.

Kemine'nin şiiri Rahş (atının) kivrak, celd yerişinin marifetidir; her kademde-addımda Fena'nın atından tes salıp.

Şeir-i Kemine xatir-i ehbab tek عزیز,
Şiir-i Fena vesaves-i şeytan kimi nehes (uğursuz).

--Kemine şiiri dostların hatırı tek azizdir,
Fena'nın şiiri şeytan vasvesesi gibi uğursuzdur.

Sabit, Fena iş ehlidi, meğrur eder seni,
Gövgâ gününde mest olu “köhlen” legeb feres(madyan at).

--Sabit, Fena iş ahlidir, seni mağrur—kururlu eder,
Savaş gününde `köhlen` lakablı madyan at mest olar.

(Köçerli, II.c 1981: 161).

Belelikle, çağdaşlarının Fatime Hanın Kemine'nin edebi şahsiyeti, poetik ifade kudreti hakkında söyledikleri sözlerin--beytlerin her bir en seçkin ve mana yüklerine göre zamanın fevkünde duran vasıflar ve incelemelerdir.

II. ŞAİRE VE ZAMANIN ZULMÜNDEN GELEN FERAK ODLARI-ATEŞLERİ

Fatime Hanım Kemine'nin bir halk aşığı, bir şaire gibi gönül dünyasında her şey kaynıyor, tüğyan edir, feryat koparır: dert ve ıztıraplardan onun Sabr Kalbi tükenmiştir, nakesler onu amane-feryada getirmişler.

Neden böyle kalb ağrısından şaire dile geldi, “Tükendi sebr-i dilim, gettiler amane meni”- dedi? Çünkü Aman, feryat onun üstüne yüyürürdü; çünkü o, insanın başına getirilen belalara karşı kendi vatandaşı, şair “men”i ile mübarize aparırdı. Bes kimiden gelirdi bu belalar? Zamanın ve zalımın zulmünden: Karabağ'ın başına getirilen belaların feryadından zemane özü derde, zulme düşmüştür.

Şairenin kalbinin sabrı neden böyle tükendi? Kimler onu amane—derd-feryada getirdiler? Gazelin beytlerini okudukça şairenin hansı belalardan dad-aman ettiği aydın olur:

Ferag ateşine yandırdı zemane meni,

Belavü derd, ilahi, getirdi cane meni.

Hansı belalardan zemane onu ferag-ayrılık ateşine saldı, yandırdı? O hansı Bela ve derd idi ki, onu cana getirdi?

Şairenin hayatı da diğer Karabağ'lılar gibi ağır tazyikler içerisinde idi: rusa tabe olmayanların halı günbegün aşırlaşır, adamlar takip olunur; yurt-yuvalarından kovulur, kazamatlara salınır, öldürülür. Şaire Allah-dan aman dileyir: bela ve dert onu cana getirdi, yani ölüm ayağına saldı; can gelmek boğaza yığılmak demektir; lirik “men” neden boğaza yığıldı? Çünkü düşmanların zulmüne tab etmek olmur.

Şaire sonraki beytte deyir ki, felek benim cövrü cefaya tab ettiyimi-dözdüyümü görüp zulmünü daha da artırır; ve felek lirik kahramanı-şaireni daimi olarak, gem okuna nişane edip:

Bu gedri cövrü cefaye felek görüb tabım

Edibdi gem oxuna müttesil nişane meni (*Müttesil-daim, hemişelik*).

=Daha bir derd: düşman te'ne vurur, rişhand edir:

Zeban-i ten açıb üstüme edu her yan (*Edu- düşman*)

Tükendi sebr-i dilim, gettiler amane meni.

= “...Gettiler amane meni” –bu ne feryattı böyle? Amane getirdiler—eslinde şaire ‘aman’ değil bir feryat içerisinde: daha hansı feryada getirdiler?

= Kemine'nin sabr dili daha tükendi, onu *amane getirdi; aman, yani, feryat, zulmün feryadı demektir. Zülüm canı candan koparmak belaları getirdi şairenin başına.*

Tifagımı dağıdıbdır bu çerx-i bedkirdar,

Edib meclis-i eğyarda fesane meni.

-- Çerx-i bedkirdar-yaramaz, kötü hareketli-gerdişli çer(x)h tifağını-ailemi dağıdıptır; duşman meclislerinde meni dile-dişe salıp: yani duşman benim ailemin, yurt-yuvamın dağıdılmasına sevinir. Bu çerxin—zalım zamanın bin oyunu, belası getirilir milletin başına.

Görende zülf ile xalın deyer könül mürği,**O dam-i zülfe salur axırı bu dane meni.**

-- Gönül kuşu senin yüzünde zülf ile xalın(bemin) görende
Bir dane-incı gibi ahırı-sonda beni zülfün telesine, toruna salır.

Gutar bu geyd-i fenaden, mecaz seyrinden,**İlahi, indi yetir mülk-i cavidane meni.**

İlahi beni Kurtar bu geyd-i fenaden- gutar bu boşluk bağlantısından, ebedi-daimi olan mülke yetir.

Kemine etmez idi bak ehl-i alemnden,**Mügeyyed eyledi axır yine zemanı meni.**

(Azerbaycan Kadın Şairleri Antologiyası, 2005: 97-98)

-- Kemine dünya ehlinden (hiç zaman) *Bak etmez* idi—gorxmaz idi, ama zemanı beni kendine bağladı-
Mügeyyed eyledi,beni kendi zulmünden asılı eyledi

“Kılınca” adlı şiirinde şaire zamanın zulmünden başına gelen belaları, facieleri derin bir yankı ile dile getirir:

**Ay ağalar, bir terlanım uçubdur,
Sağ elimden, sol elime alınca,
Onu tutan xeyrin behrin görmesin,
Men feqirin nalesi var dalınca**

**Şıkar olub elden ele düşmesin,
Qurulmuş torlara, felek, düşmesin,
Yaman göze, yaman dile düşmesin,
Qan ağlaram qürbet elde qalınca.**

= İlk benden başlayarak, şaire bütün şiir boyu en ince ve sarrast banzetsmelerle sevgilisine laylalı okşamar söyler. Terlanı “sağ elden sol ele alınca” ifadisi benzetmenin en ince nüktesine işare edir: elimde iken uçurttular-apardılar

asl mana çar hökmetinin ölkede-Karabağ’da türettiği özbaşnalığı, zulmü dile getirmektir.

Şairenin hasretini dağlar da çeke bilmez, çöller de; onun ahını yerler de kaldıra bilmez gökler de: ömür-günü yerinden oynadı, yurd-yuvarın hüneri, itsisi, emniyeti uçurulub aparılan *terlanla* gitti. Şaire o apararlara, yurdundan-yuvasından kaçak salarlara naleler yağdırır.

Fatime hanım Kemine'nin isteğı yankılıdır:

-- bu, hasrete edilen duadır: Allah'dan dilek budur ki, tutulub elden ele düşmesin- yanı sürgün edilmesin, kurulmuş torlara, yaman göze, yaman dile düşmesin; kuret ellerde kalsa, kan ağlaram.

Sonrakı bende hesretini çektiğinin başına gelenleri ağır, nisgilli dile getirir:

**Bir vaxtlar Qapancı'da saxlandın,
Zabitinin gözlerini bağladın,
Ebes yere qefil açıb tulladın,
Dincelmezem ta bir soraq bilince.**

**Seyyad olub, ov dalınca getmezdim,
Dünyada çox qem ü qüsse etmezdim,
Heç bir kesin eteyinden tutmazdım,
İndi ta yalvarram rüsva olunca.**

= Şeirin metnaltı mana tutarlari var:

ilkin anlayıştan etki yaratan mana ayrılık, hasret, nisgildir;

ikinci anlayışta bu her hansı bir aşigin sevgilisinden ayrılmağın ıstırabı rasm edilir;

üçüncü taassüratta bu, ıstırab sadece bir aşik-maşuk hasretidir;

amma esl mana-mazmun taktı hala şunlar da değil:

**Bir seyyadın elden getdi terlanı,
Ta ömrüne felek saldı nalani,
Çağırır her zaman kadir movlanı,
Ağlayıban her dem onu deyince.**

**Bahar olcaq, şahbazım, ov eyledin,
Unutdun menzilin, me'van neyledin?
Ne bir geldin çemen vesfin söyledin,
Ne seyr etdin gül çiçekler solunca.**

= Şairenin ahlarlının hepsi Karabağ'ın dertlerinden geldi. O, can sırdaşına hasret kaldı, göre bilmedi. Ruslar binlerle Karabağ yügütleri gibi, onun can yoldaşına da zulümler vermişler; nerede olduğundan haber tuta bilmedi.

Ve şaire Fatime Hanım ömrünün sonunadek gazellerinde, koşma-dörtlüklerinde kalbinin faryatlarını nale çeke-çeke dile getirmiştir.

Şairenin gönül dünyasında her şey kaynıyor, tüğyan edir, faryat koparır: dert ve ıztıraplardan onun Sabr Kalbi tükenmiştir, nakesler onu amane-faryada getirmişler. Amma ruhundan ruhunu qopara bilmemişler

Semender tek od tutuban yansaydın,

Her bahar ger xeyir serin bilseydin,
Alıb qucağına bağra bassaydın,
Keseydin ellerin ondan üzünce.

Bir müddet gediben qürbetde qaldım,
Her yana baxdıqça heyretde qaldım,
Ne bir ses eşitdim, ne soraq aldım,
Tekebbür eyledim nahaq dalınca

Ey kaş ki, olmayaydı dünyade,
Ömür me'muresm veriben bade,
Qem qüsse çekmeye olub amade,
Leng olaydım möhnət suyun içince.

Şaire Fatime Hanım Kemine mana-metleplerini üstü örtülü taktim edir. Rus guberniya rejimi onların işgalını kabul etmeyen Azərbaycan oğullarını tuttur, habs edir, Sibir'e sürgünə gönderir, yahut haman andaca öldürürdü. Vatanı korumağa kalkanları *kaçak-kuldur* adlandırır ve onların ailelerine de zulümler etdirir.

Vetenden el çekib, baş götdü qaçdı,
Yuvadan çıxuban bal ü per açdı,
Canımı çox yanar odlara sacdı,
Qan ağlaram o qürbetden gelince.

Ne bilmedi sevda, ne de duymadı,
Ne rahat bir menzilinde uy(u)madı,
Ne çemenden, ne çiçekden doymadı,
Men de onu bir göreydim doyunca.

Fatime Hanım'ın şiiri nale, feryat, ağıdır: lirik 'men'in hasreti, derdi-elemi de adi hasret, elem kıvılcımları değil, bu insanın içini gönyeden, didip-parçalayan zulmün insanı mahf eden odudur, alovudur, insanın külünü göye savuran kasırgadır, çekile bilmeyen derttir;

ve nehayet, hasreti bitmez aşktır: ama naleli aşktır; nalesinde o kadar ağırlık vardır ki, bütün dünya yığılssa bele onu çekip apara bilmez; ama köksünde, ruhunda, kanında Vatan aşkı olanlar çekip apara biler o ağırlığı. Azərbaycan evlatlarının, bütün Karabağlıların ruhunda kök salıp o ağırlıklar.

Şairenin dilinden benzetme-yankıların daha başka-başka rengleri akıp geliyor:

Peyile ta bir tüleği qoymaram,
İntizardan gözüm yumub uy(u)maram,
Gece gündüz iylemekden doymaram,
Seyyadıyam o terlanm, ölünce.

Yüz min seyyad olsam tuta bilmerem,
Dalınca yügürrem çata bilmerem
Çılğasın bilmesem, yata bilmerem,
Göz tikerem yollarına, gelince.

**Kemine, ta elden getdi, görmezsen,
Lezzet ile bir de dövran sürmezsen,
Ehl-i neş'e zümresine girmezsen,
Kaş öleydin bu günleri görünce.**

Kemine derdin şairesi idi: Ruhan o kadar ağır ve temkinli idi ki, derd onun yanında sıkılmış hala tüşürdü: yani derd onu apara bilmirdi, o, derdi aparırdı; derdi o, adi tarzda aparmırdı, sürüyordu.

Derd içde gizlenirdi onun ucalığının karşısında;

Şairenin dözümünü, iradesini görüp derd kendi kendinden de kaçırđı;

ve her zaman derd Kemine'ye sığınmağa çalışırdı, çünkü Kemine itibarlı, inamlı ve sabitkadem idi; onu her yüngül olan dartıp apara bilmezdi.

Ve Fatime Hanım Kemine öyle bir dert çekti ki, derd özü ondan faryat eyledi.

Rusların işğalından sora Karabağ'da hayatın nizamı bozuldu.

Zemane de onun sözünden bir feyz almamışlar-çünkü korlar görmez, nadanlar anlamaz, karlar eşitmezldiler onu-- ruhu melekler arasında pervaz eden bele bir Azerbaycan Türk Hanımını, kalbi Vatan, millet aşkı ile titim-titim titreyen ince tebli şaireni!

Özü özünü anlayan şaire idi:

Ədəm beytində bir ruhi-ğəm ikən

Düçari-ğəm olub dünyayə düşdüm--

Yoxluq evində bir qem ruhu iken

Qem düşəri olub dünyaye düşdüm—

--sözleri o deyimlerden biridir...

Zaman Fatime Hanım'dan, Fatime hanım zamandan hariç idi:

ne zamanın tabı var idi, onun halına yansın, ne de onun gücü var idi, feleğin gerdişine karşı dursun;

yegane teskinliği kalbi ve dertleri idi.

İnsan, derdini ne kadar kendi ile gezdire biler? Ya zaman ne zamana kadar insanın derdini, ızdırabını artırabilir? Şairenin zamanı kendi içinin ruhunda idi: o ruha güc gelebilecek bir kuvve olarmı? Ya şairenin zalım zamanın akarının karşısını almağa gücü yeten bir kuvveti varmı? Ama bütün zamandan kuvvetli idi şaire Fatime Hanım Kemine:

- Ruhu zamandan güçlü idi;

- sözü zamandan uca idi;

iradesi zamandan üstün idi...

Kemine şairlerinin diğeri bir mevzu kaynağı Vatan sevgisi, yurt-yuva hasretidir: Karabağ'ı işğal eden Çar hükümetinin zulmünden doğma yurtlarını terk edenlerin vatan hasretinden doğan ağırlardır; şaire kurbetin ağırlarından ezap çekmiş ve bu azaplardan doğan ızdırapları dile getirmiştir.

Fatime hanım Kemine Vatan sarıdan o kadar dertli idi ki, yükünü bütöv bir mahal yığışsaydı-çeki bilmezdi. Vatan bütün dağı, daşı, çölü-çəmən, gülü-çiçüyüyle hazan olup gitmiştir.

Şudur, şairenin gazel yangılarından gelen ağrıların düzüümüne fikir verin:

Pozuldu rövnaki-gül, alri-gülüstan getdi
Saraldı gülleri, al çekdi bağıban getdi

Durubdu serv, eger, bağın içre müstahkem
Diriğ, servi-revan getdi, elaman, getdi

Ne koydu dehrda bir kam alub murada yetem
Ne aldı canımı kurtardı, cansitan getdi

Çemende lal gelib getdi dahzaban susan
Ki, çeşmi-nergisi-mest oldu hunfeşan, getdi

Ne koydu har ki, gül andeliba meyl etsin
Ne andelib öz ahdinde kamıran getdi

Dönüb o elif kadi dala bir güyi hicrinde
Diriğ, bülbül olub pir, o növcevan getdi

Nihan olan gamını faş kıldı merdüm üçün
Kamine, derdi-dilin oldu destan getdi.

Bütün bu tasvirlerin hepsi *Vatan gitti* demektir.

Bedii etkinliye hasretin `gitti` dili her şeyin yok oluşu ile nale koparır.

”Getdi” gazelinin hasret ritimleri içten gelen ağıt nisgillleri ile aman çekir.

Diger bir gazelinde ona zulümler edenlere yüz tutarak böyle feryad koparır:

Yarəb, məni cəfayə salan şad olmaya!
Səyyadi-zülmə seyd olub, azad olmaya!

Qəhri-xuda düşəri ola, ta ki ömrü var
Ol qeybdən xilasına imdad olmaya!

Huri misal salim ola əhli-ruzigar,
Bəlkə cahanda zülm ilə bidad olmaya!

Hər kimsə ki xərab qıla bir könül evin,
Dünyavü axirat evi abad olmaya!

Bülbül təəşşüqün kəsə bilməzdi bağıban,
Bağ içrə gər nəva ilə fəryad olmaya!

**Bu çərx-kəcmədarda diyriyə rəsmidir,
Bir barigah olmadı bərbad olmaya!**

**Əhli-xuda, Kəminə, cəfa görsə səbr edər,
Yarəb, görüm ki, gümrəhi irşad olmaya!**

Başka bir şiirinin halına bəkin:

**Əlbəttə dili-şadə deyil kimsə qərinə,
Həmta ola bilməz ona biçarə Kəminə.**

**Sona kimi gərdən çəkə bilməz bu cahanda,
Gəlməz ona nisbət dəxi bu ruyi-zəminə.**

**Ol Rüstəmi-dastan ki tutub izzlə aram
Yar olsun onun badəsinə mahi-mədinə.**

**Hər yerdə səbiyyə görə gər mədəri-giti,
Nazın çəkib ağuşun açar mədh yerinə.**

**Xurşid tülü eyləməsin bürci-fənadə
Göz xirələnir baxsan əgər çərxi-bərinə.**

**İnsan deyil bikəsin üstə dil uzatmaq
Mən qılmamışam kimsənənin xeyrli-şərinə.**

**Bir parə işarət nəyə lazım, nəyə layiq,
Xatəm düşər əlbəttə ki bir divin əlinə.**

**Şəriyyəti-qərri nəyə lazım ola məstur
Hər kəs gedər əlbəttə ki şölə əsərinə.**

**Ol divi-pərizadı görüm düşsün, ilahi,
Harut kimi qəhri-xudanın rəsəninə.**

**Bir guşədə qəmnək və məyus ikən axir
Saldı məni-biçarəni afaqi-zəminə.**

**Həsərət qala şaxi-gülə, gülzari-muradə
Kim dəydi əbəs bülbuli-biçarə pərinə.**

**Pamali-cəfa eylər o sultani-müşəxxəs
Mən kimi Kəminə düşə gər rəhgüzərinə.**

Bir başka gazeli: “yalvarım” redifi derdin, azabın sevgisi içərisindən akıp gələn Nisgilləri dile getirir:

**Ey dil, rəva deyil ki mən ağyarə yalvarım,
Sən rəhnümalıq eylə, gedim yarə yalvarım.**

**Murü mələx və möminü asi və müstəhəq,
Lütfi-xudayi-qadirü gəffarə yalvarım.**

**Rumü firəngü özbəgü hində nə ehtiyac
Qeyrəz xuda, gedim necə tatarə yalvarım?!**

**Mənsur tək çəkibdi məni darə zülfi-yar,
Yad eyləyim ənləhəqini, darə yalvarım.**

**Bülbülsifət nəvayə gətirdin Kəminəni,
Sevdayi-gül başımda, necə xarə yalvarım?**

Kemine'nin şiirlerinin mevzu dairesi geniş idi: aşk aleminin şiirlerinin mana ve üslup akarında hüsusi yer tutur: aşk faziletinden doğan gam-keder şairenin gönül hemdemi, munisidir; *aşk yolun tutup govğaya tüşme* bakiş şairenin poetik yeniliklerinin kaynağıdır:

**Əcəb sevdadı bu, sevdayə düşdüm,
Rəhi-eşqin tutub qovğayə düşdüm.**

**Nə dünyada gəzib kamə irişdim,
Nə fikri-yar ol üqbayə düşdüm.
Rəhi-eşqini əvvəl səhl sandım,
Bəli, axırda ahu vayə düşdüm.**

**Soraği-buyi-zülfini səbadən
Eşitdim. ta belə səhrayə düşdüm.**

**Nə bir lölə ələ saldım. nə bir dür,
Əbə. gəvvas olub dəryayə düşdüm.**

**Ədəm beytində biruhi-ğəm ikən
Düçari-ğəm olub dünyayə düşdüm.**

**Dəmi-gülzari-vəslində gəzərkən
Diyari-hicr tək məvayə düşdüm.**

**Kəminə can nisar eylərdi mütləq,
Yoxumdur can ki mən bimayə düşdüm.**

Kemine, ruhunda ruh olan şaire idi: ruh onu aparırdı, o, ruhu. Ruh onu hara aparırdı? Ruh onu menziline aparırdı, o menzil haradadır? O menzil şairenin Aşk-ındadır. Demek, o menzi Aşk menzildir. Pes şaire, Ruhunu hara aparırdı? Elbette, sevgiliyə kovuşmağa. Sevgili ona aşk mihrindən menzil verip.

**Saqiya, mey ver ki mən meyxanədə küllənmişəm,
Qəm hücumundan qaçıb bir küncdə gizlənmişəm.**

--tasavvufu başlanğıc ve bağlantı: Sagi'ye muraciet—mahramane muraciettir: Sagi biler aşikin ahvalının sihrini. *Meyhanede küllenmişəm* deyiminde mihrinden makam öyle bir makamtan onu

**Qan olub könlüm mənim bu badeyi-sehba kimi,
Dürdi- mey tək şişədə çoxdan qalıb lillənmişəm.**

Benim gönlüm be Səhba—qızıllı al-qırmızı şərab gibi kan olup,
Mey dürdü—çöküntüsü, hıltı gibi çoktan kalıp lillənmişəm.

**Şuri-eşqin eyləyib divanə, müddət gəzmışəm,
Bağlayıb dil həlqeyi-geysuya ta dincəlmışəm.**

**Zülfı-kəcgarın salıb sevdəyə könlüm, sud yox,
Tari-muyin kimi tari-muy tək incəlmışəm.**

**Sinəmi hər ləhzə tiri-qəməzən ilə qılma çak,
Mən də vaxtında sənın tək naz ilə bəslənmişəm.**

= Aşkin şövkü beni deli-divene edip, ne müddütdir ki, divaneler gibi gezirem, ama kalbimin saçının helgelerine bağlanandan sonra rahatlık tapmışam. Ama dertten, aşk şövkünden saçının—tükü gibi incəlmişəm. Benim sinəmi bu kadar-her an kamzen oku ile nişan alma, ben de vakı ile sənın gibi naz ile beslənmişəm—bu güne kalmışam.

**Məst sanma, eyləmə tənə mənə hər dövrə,
Çəşmi-məxmurun məni məxmur edib millənmişəm.**

**Çun xəzan olmuş fəraqində tənü canı-həzin,
Açılıb zəxmi-dərun gül-gül, əcəb güllənmişəm.**

Beni mest sanıb, her zaman teneleme, danlama, suçlu sanma, gözünün kamzelerinden, cazbinden mast olmuşam. Ayrılığından badənim, canım hazan olup, köksümde gül-gül—kırmızı-kırmızı, kanlı derin yaralar açılıp, ona göre böyle güllənmişəm.

Sordum ol limuyi-pestandan:-Niyə pəjmürdəsən?

Səngdillərdən şikayət etdi kim, əllənmişəm.

=Limuyi-pəstan—gözdən düşmüş, alşaldılmış, alçaq limudan sordum ki, niyə halı karışmış haldasan?

Səngdil—daşürəklilərdən, rəhmsizlərdən şikayət etti, beni ezipler.

**Hər yetən bir oylə məcruh edibdir cismimi,
Zəxm zəxm üstən deyib, çoxdur yaram, lillənmişəm**

Her yeten benim cismimi ezip, hedef alıp, ona göre de yara-yara üstünden gelip, lillenmişem, yani aydınlığım gedip, daha durulması değilim.

**Oldu zülfün telbətəl, yetdi dimağə buyi-müşk,
Açılb könlüm, Kəminə, gör necə tellənmişəm.**

-- Ey Kemine, zülfün telbetel oldu, zülfün müşk etri gibi etir saçtı, gönlüm açılıp, gör nasıl tellenmişem. Bu tasvirde başka eyhamlar var: zulme, dert-kame bundan sert bir mesaj olmaz. Şairenin tasavvufu tarannümünden geelen bütün manalar onun bir aşık gibi kalbinin büyüklüğünü, aşkının derin-derin ruhi ve manavi bağlantılarını ifade edir.

Sonrakı beytte, sagiye müraciət edilir. Sagi derdlerin pünhan olduğunu anlar, derdi akıdıp aparın bir güc vardır ki, o da aşktır. Aşktan güc alan şairenin vatan dertleri o aşkın aydınlığında durulaşacak, aşık necat tapacak:

**Ey Kəminə, saqi gər yar olsa, yara ərz eylə,
Saqiya, mey ver ki, mən meyhanədə küllənmişəm.**

Bu, aşikin teskinlik tapması feryadıdır. Meyhanada küllünmek aşktan kendini kayp etmek faziletidir: dünyadan grdilesi bir yer yoktur, ancak aşk mekanları var ki, o da açıklerin mekan--makamları olar.

SONUÇ OLARAK:

Fatime Hanım Kemine ham halk şiiri tarzının, hem de divan poetikasının kudretli ustadlarından idi.

O, Aşık şaire idi, Divan poetikası şairi idi;

En ali meziyet şudur ki, onun bütün şiirlerinde halk ruhunun üslubu ve akarı vardır.

Şairenin derd-nisgilleri, ahları, feryatları da Halk Üslubunun yükleri idi—çekib aparırdı...

Onun her sözünün dahilinden bir haray gelir; bu, sözsüz ki, onun bir şaire, vatandaş, bir ana gibi ağır-ağır akıp geden dertlerinin ifadesidir. Şiirlerinin mana ruhu o kadar derin ve geniştir ki, sözler onun akarına düşüp gittikçe heyretten kendini unuttur gibi olur; her mazmun onun tasvirinden başka-başka renkler alır, dert çeken şairenin dahildeki yaraların renkleri üze çıkır ve böylece, aşk sırlarının gizlinlerinden şairenin iç dünyasında makam tutan ağrılar, nisgiller perişan halleri ile örtüklenmiş oluyor.

Fatime Hanım Kemine derdin, zulmün elinden bütün varlığının azapları işerisinde teskinlik tapan mübariz, deyanetli ve mihriban bir müdrik, ozan, Aşık idi. Onun Aşk sırlarının hepsi Vatanın, yurt-yuvarın, aşikin Mekanındadır:

- Aşk onun yol yoldaşı, sır sırdaşı oldu.
- Vatan onun ağıtlara ağıtlar katan Mereke yerleri oldu.
- Onun bütün ruhani aleminin Aşk vactleri her şeye yeterdi:

- zülm ondan korkardı, hasret ondan gül-çiçek açardı;
Karabağ ondan faryat salardı;

onun halına yananlar hepsi günbegün, aybaay, yılbayıl kendilerini kayp ederdiler Karabağ namına,
Karabağ Ruhuna.

Ve Karabağ ruhu bütün şairlerin, bütün milletin tasavvufu örtüklerinin sırrı altında sırlanıp.

Sırların aydın ve mihriban dünyasında makam tutub Fatime Hanım Kemine...

KAYNAKÇA

Azerbaycan Kadın Şairleri Antologiyası, 2005; ‘Avrasiya Rress’, Bakı.

Ereb ve Fars Sözləri Lüğeti, 1985, *Yazıçı*, Bakı.

Fatma Xamm Kemine, 1964; *Şiirler* - Bakı, s.16

KarabakhİNFÖ.com

Köçerli, Firudin Bey, Azərbaycan Edebiyyatı, 2 cild, 1. Cild, *Elm Neşriyyatı*, Bakı, 559 seh.

Poetik Meclisler, 1987; Toplayanı ve Tertib edeni Nesreddin Garayev. *Yazıçı*, Bakı, 526 seh.

Yeni Lüğət. Abdullah Yeğın, 2004, Hizmet Vakfı yayınları, İstanbul.

antoloji.com›[a-saire-fatma-hanim-kamine...siiri/](http://antoloji.com/a-saire-fatma-hanim-kamine...siiri/)

EVVEL VƏ DEVAMDA YARADILIŞIN HEYRETİ VE NUH EYYAMINDA İMANSIZLARIN GAFLƏT BURULĞANLARI**Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ**

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prizə & India- Birliyinin Yönetici üzvü; Qlobal Yazarlar Akademiyası-Hindistan üzvü; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eytimçilər Birliyi üzvü; TÜRKSOY üzvü; Poetas İntergalácticos-üzvü; Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAIJAN

ÖZET

Yaratılışın əvvəl heyreti və Nuh kavminin gəfləti üzərə gerçəkliyi anlatım tezahürleri. Yerlər və göklerin və insanın yaradılması Allah-Teâlâ'nın kendi büyüklüğünün ve kudretinin işareti idi. yerlerde ve göklerde nələr varsa- hepsinin yaradılması öz nizamı içerisinde idi. Nizam nizam içerisinde. Ancaq insan o nizamın hikmətinə vafiq ola bilmədikcə fəlakət burulğanları qalxmağa başladı. Bu halla Nuh gəvminin gəflətdə olanlarına yeni zaman gəldi: iman və zaman burulğanları gəflətdə olanları öz gəflət burulğanlarında boğdu.

Nuh eleyhi selama-dek mitoloji gerçəkliklerden kendini ifadətmə üzərə ilkin beşəri tefəkkürün başlanğıcı, devamı ve yeni mitolojinin doğuluşu: insanın ucalığı/ yüceliği.

Nuh eleyhi selama-dek beşərin ve zamanın kendini anlama gerçəklikləri içerisinde

İnsanın özünü ifadəsi və düşüncələrdəki yanlışlıqlar imansızların fəlakətini yaxınlaşdırdı

Allah-ın yarattıklarına bağlı olma üzərə anlatımlar:

Yaratılma öyle bir işareye işare tuturdu ki, o işare ile hele nələr zahir olacaktı: cinlər, şeytan ve şeytan soylular da yaratılmıştır...ama halen yaranmışları hayret ve taaccüpte koyacak bir mahlukun yaratılması isteği gizlindedi...

Allah-Teâlâ daha bir nişanın yaratılacağını beyan etti- teşviş ve taaccüpler, merak ve hayretler alemleri bürüdü... Meleklerin- mihri ve maraklı beklemleri onların İlahi qüdrete olan heyretindən irəli gəlirdi., iblis inatkeş tekebbürü ile kendi batını fəsatlarını kaynatmağa başladı... Ve İnsan düşüncə və təfəkkürü üç aləm üstündə nizam tapıb: 1) göy aləmi, 2) yer aləmi; 3) insan aləmi.

Ural-Altay və Sumer “Yaratılış” dastanı bu aləmləri bir mənşə-mənbədən təqdim edir.

Gök aləmi: on yeddi qat halındadır; bu qatlar dərin və geniş bir nür alemdir. burada gözəllik və xeyirxahlıq, xeyirxah ruhlar vardır bu aləmin yaradıcısı tənqri kayra han = ülgen'dir.

Ülgen ilkin düşüncə və ağıldan tek tanrı inanclarını andırır; bu düşüncədə Tanrı büyük bir qüdrət hlında təsəvvür edilir.

Yeriding pütkeni (yerin yaratılışı): yer üzündə insanlar, habelə başqa canlılar ve yer mələkləri var idi. yeraltı dünyadan göndərilmiş şər ruhlar və cinlər də vardır.

Yeraltı aləm- yeddi yaxud on dörd tebeqe-qat halında qaranlıqlar alemdir: bu aləmdə erlik adlı şeytan hökm ediyor.

İnsan- ad verib-adlandırır, gözlə görə bilmədikləri yerlerden məlumatlar verir; hebele, söz söylüyor- ifadə edir, təsvir verir-canlandırır. Bunlar gerçək menalandırmalardır: Akıl ve düşüncədən gəlir.

AÇAR SÖZLƏR: Yaradılışın heyreti; Mifoloji gerçəkliklər; Nuh Eyyamı və İmansızlar burulğanı

THE WONDERS OF CREATION BEFORE AND AFTERWARDS AND THE WHIRLPOOLS OF UNBELIEF IN THE AGE OF NOAH

ABSTRACT

Manifestations of explaining the reality of the astonishment before the creation and the negligence of Noah's people. The creation of the earth and the heavens and man was a sign of God's greatness and power. Everything in the heavens and the earth was created in its own order. Order within order. However, as long as a person could not be aware of the wisdom of that order, the whirlwinds of disaster began to rise. In this case, a new era has come to the heedless people of Noah's generation: the whirlwinds of faith and time drowned the heedless ones in their heedless whirlwinds.

The beginning, continuation and birth of the new mythology to express itself from the mythological facts such as Noah's salutation: the exaltation of man.

In the self-understanding realities of mankind and time

Man's self-expression and errors in thought brought nearer the doom of the unbelievers

Narrations related to God's creations:

The creation pointed to such a sign that what would be revealed with that sign: demons, devils, and devil nobles were also created... but the desire to create a creature that would amaze and amaze the creation was still hidden...

Allah-Teâlâ declared that another sign would be created - anxiety and surprise, curiosity and amazement filled the world... Angels' loving and curious waiting was due to their amazement at the divine power, the devil began to boil his own mischief with his stubborn arrogance... And human thought and thinking found order on three worlds: 1) the sky world, 2) the earth world; 3) human world.

The Ural-Altai and Sumerian "Creation" epic presents these worlds from one source.

The celestial world: is in seventeen layers; these layers are a deep and wide world of light. Here there is beauty and goodness, benevolent spirits; the creator of this world is the god Kayra Khan = Ulgen.

Ulgen reminds the monotheistic beliefs of the first thought and mind; in this thought God is imagined as a great power.

The creation of the earth: there were people on earth, as well as other living creatures and earthly angels. There are also evil spirits and demons sent from the underworld.

The underworld is a world of darkness in seven or fourteen layers: a devil called Erlik rules in this world.

Man - gives names and gives information about places that cannot be seen with the eyes; hebele, söz söylüyor - expresses, describes, animates. These are the real meanings: It comes from mind and thought.

KEY WORDS: Wonder of creativity; Mythological realities; Noah's Ark and the Whirlwind of Unbelievers

GİRİŞ

Nuh as. gavminin anlama ve anlatma tarzı bulanık, karışık idi. Gavmin gizlenmiş münafiklerini faş etmek için Allah-Teala cezanı tehire/-texire saldı.

Nuh as-ın özünü ifade etme bakışları- vahylerden gelen düşünce ve anlatımlar idi.

Nuh as. gavminden gelen küfrlerin mazmun işaretleri anlamak istemeğen tiplerin fesatlarından gelirdi. Ceza-bela da batilin yok oluşu üçün ilahi hükümleri anlatımı idi:

“Öz kavminə göndermişdik Nuh-u elçi olarak. Bin yıldan elli yıl eskik ömür sürdü soydaşları içinde. zalımlıq elediklerine göre, o tufan yakaladı onları (Ankebut, aye:14).

Biz de safine ehli ile (gemidekilerle) onu hilas eledik, bunu alemlere ibret eledik”(Ankebut, aye:15).

Ve Safine ehlini hilas etmek âlemlere ibret idi.

Nuh as tufanı ve gemi ile hilas: yalandan iman getirenlerin ayırt edilmesi üçün mühlet.

Başlangıçlara bağlı olmanın korazehinliyi: insanın cahilliyyi və ondan gelen asilik.

Allah-Teala “Enbiya” suresinde buyurur:

“Öncə də Nuh yalvarmışdı biz-e. Kabul buyurduk duasını, özünü, ailesini o büyük sıkıntıdan xilas eledik” (Enbiya surəsi, aye:76).

Nuh as.-ı kimlerden, hankı zümlerden hilaseledi Allah? Enbiya suresinde denildiği üzere:

“Ayələrimizi danan kimsələrin əlindən qurtardıq onu. pis bir gövm idiler, hamısını qerq eledik sulara” (Enbiya surəsi, aye:77).

Allah-a asilik və ondan gelen beşəri isteklerin ve Belanın təxirə salınma sebepleri.

Tufandan sonra ağlın və düşüncənin-yaranışın yeni başlangıçları yarandı....

Halen tefekkür aşkara çıxarılmamıştı. Cinlerin-meleklerin ve iblisin niyetleri uzak idi tefekkür ve akıldan... tefekkür ve akıl şeytan tarafından beğenilmeyecek bir varlığa verilecek ve o, /yani, insan/ kendine has varlık nişanlarını ifade edecek...

AĞRIDA AĞRI: Ağrı ağırlık demektir: Ağırlık nedir? Ağırlık özünü özünde tutma makamıdır: özünü anlama ve anlatma, varlığını anlama bakışıdır.

Tanrı dağları ezemeti bu mazmunda mevcuttur.

Ağrı Dağının esas menası da *Tanrı Dağı* anlamı taşıyor.

Biz, bir insan gibi, hər hansı bir anlayışın-kavramın baş tacıyık. Çünkü biz kendimizi ifade etmək faziletindeyik. Allah-Tealanın yaratılışında insan en ali yücelikten vasıf edilmiştir.



‘Bir zaman biz peyğəmbərlərdən əhd almışdıq; səndən də, Nuh-dan da, İbrahim-dən də, Musa-dan da, Maryam oğlu İsa-dan da. Biz onlardan muhkem bir əhd almışdıq’-(Ahzab (muttakiler demektir),ayə:7).

Allah doğru danışanlardan doğruçuluqları barədə soruşsun, və kafirlər üçün ağırlı-acılı bir azap hazırlasın (Ahzab, ayə: 8)

Nuh tufanı, Ağrı Dağı, Kuran-da Nuh Kavvmi, Sefine Ehli, beşəri felaketlər, Zamanın xilasını kimi ifadə və anlatma-işarətlər mövzunun daxili gücünü və ifadə səpkilərini yansıdır.

I. YARATILIŞIN HAYRETİ VE NUH KAVMİNİN GAFLETİ ÜZERE GERÇƏKLİYİ ANLATIM TEZAHÜRLERİ

“Hel eta ele el-insani hinun min ed-dehr lem yekun şey’en mezkura” =İnsanın başı üstündən öyle bir Devr geçmiş ki, o zaman hiç yada düşen değildi” (“Kur’an-i Kerim”, İnsan, 1)

Evvel ve Evvel. İlk bakışta, hiç ne yok idi; ancak bu ‘yokluk’ özü ele var olmanın nişanlarını saklamıştır kendinde. O var olan Allah-tır ki, *“gökleri ve yeri yarattı, karanlıkları ve aydınlığı var eledi* (En’am sursi,1). Ve O “Ol” nidası ile yarattı, hükme saldı: *‘O gökleri ve yeri örnekleri yokken yaratandır’* (En’am,101).

Her şey her zaman Var Olandan başlıyor; ve bütün oluşlara nişan verme de O-nunla evvel tapıp.

Evvel- Evvedir; ve Evvel O-ndan başka bir varlığın olmaması demektir: ve evvel-bitmeyen devam demektir. Bunları İlkin Zaman ve Zamandan Evvelki Zaman boşluğundan ifade etmek için neden başlamalı? Birbaşa şundan başlamalı ki, zaman kendi kendimi başlada bilerdimi? Elbette ki, yok.

Zaman- ilkin olarak, bir An olmadır: meselen, “OL” demedir.

Zaman insan için zahirdir; zamanın zamanı yoktur, her şey var olma ve yaranmanın devam etmesi halindedir; hudut yoktur- zaman anlayışında.

Yaranma her an var ve her saniye devam ediyor. Zaman yalnız insan için var olandır ve insan var olmanın zamanı içindedir: zaman hem de Heyati-dünya -Dünya Hayatıdır. Zamana Zaman başlangıcı veren Büyük Kudret sahibi Allahdır ve O Kudretin- Allahın nazarı ile zaman kendini anlamağa başladı. Kudret aleminde Zamanın var oluşu O-nun qüdrətinin hikmətinə aiddir: Zaman hər zaman var olmanın varlığı deməkdir; bu varlıqda Əvvəl də, Axır da O-dur. Və Zaman Ezeli ve Ebedi var olandır: sonu olmayandır-ebediyettir: evveli olmayan Evveldir- hər zaman var olmanın evveli və daimi olmanın əvvəlidir.

Her şey Evvelin Evvel olma hikmetine bağlıdır. Ve her şey, hem de Axir-in Axir olma hikmetinde karar tapır: **“O öyle bir Evveldir ki, O-ndan önce heç bir varlık yoktur; öyle bir axırdır ki, O-ndan sonra hiçbir varlık yoktur”** (Nehcül-Belağə, 1993, sah.34/

Evvel hem de Kadim olmanın menbeidir. Bütün haller Allah-a mahsustur. Ve kadim olma- hem de sonsuz olmanın devamıdır. Bir hikmetde-Hz.Əlinin təvilində-təhlilində deildiği gibi: **“Kadim olması, özünden başka her şeyin sonradan yaratılmış olması,zamandan evvel mevcudluğu şeksizdir”** (Nehcül-Belağə”,sah.31. / I kısım, hutbe IV.)

Nuh as. zamanı insanın kendine lakeytlik zamanlarını belirledi. Nuh as.-dan evvelki zamanlarla Nuh zamanı-- erası arasında varlık aleminin kendini belirlemesi ile başladı

YENİ DÜNYA ZAMANI

I. “Eyyamullah”: Nuh aleyhi selamdan evvel başlanan eyyamlar ve zamanın Nuh devranında insanın qafleti ve felaketi. Bütün eyyamlar Allah-ındır. “zekkirhum bi eyyamillah”-yada sal Allah-ın eyyamlarını (İbrahim suresi, aye:5). Çünkü bütün eyyamlar insan için gizli hazine ibret alemleridir.

Nuh aleyhi selama-dek ele devirler-zamanlar geçmiş ki, insanların o zamanlardan ve devirlerden hiç ne yadına düşmez. *Meğer insan kendi-kendinin yadına düşürmü? Ne zaman yaratıldığını ayırd ede biliyormu insdan ?*

İlk bakışta, hiç ne yok idi; ancak bu “yokluk” hesap edilenin özü ele var olmanın nişanlarını saklamıştır kendinde.

Birincisi, ona göre ki, zamanın kendinden önceki zaman hakta bir bilgisi olmamıştır.

İkincisi, ona göre ki,zaman kendini bulma halında olmamıştır.

Üçüncüsü, insanla zaman arasında sürekli olarak *gafillikler* olub. *Gafillik*

gaflette olmaktan gelen haldır. *GAFLET* nedir? *GAFLET*:

- gerçek olandan habersiz olma, insanla kendi arasında tezatların oluşumudur:
- ilahi hikmetlere mehel koymama ve kendi boşluğu içerisinde yaşamaktır;
- bu, tekebbür fesatları içerisinde çabalamadır:
- bu hem de zamandan habersiz yaşamının mazmun karakteridir.

Bu halda, İnsan—zamansızdır: bu zamansızlıkla,onun kendinin geldisi ile gettisi arasında bir anlayışı olmaz: başka canlılar gibi olar...

Allah-Teâla insanı yaratmakla zamana zamanlar katmış ve beşeri o zamanların içerisinde kamala yetirmiştir. İnsanın kamalı ona verilen Ruhla, Ağıl ve idrakla, hiss ve duygu ile, anlama ve anlatma ile, kalple, tefekkür ve nitele-konuşma ile vücuda gelmiştir.

İnsanın kamalı onun *ağlının ışığı ile ışıklandı, nuru ile nurlandı*. Ve insan, var oluşlara, yaratılışa bağlandı; bu yaratılışa dair fikirler izhar etti, mana ve mazmunlar verdi. Ve insan zamana ruhu ile, ağıl ve kalbin, hiss ve tuyğunun nuru ile miyarlar koştı: varlık nişanlarına mitoloji ağıl gerçekliklerinden nişanlar koştı.

Allah-Teâla İnsana çok zamanlar eta eyledi. Bunları dokuz zaman tahtından taktim ede bileriz:

1. **İlkin- başlangıç zaman: bu zahiri başlangıçtır:çünkü zaman başlangıç olmanın özüdür: hiç ne yaratılmamıştan evvelmevcut idi.**
2. **Nuh aleyhi selama kadarki zaman: beşerin yarywzwnde olmanın zamanıdır: Adem aleyhi selamın dünyaya getirilmiş ile başlıyor: bunu Adem as.zamanı adlandırırız.**
3. **Nuh as. eyyamı ve Nuh aleyhi selamın Zamanı: tufana kader olan zaman: halen Adem zamandır.**
4. **Tufan Zamanı: haberin verilmesin anından başlıyor.**
5. **Gemi Zamanı: iman edenlerin hilası içindir.**
6. **İnsanı hilas Zamanı: Cudide: Ağrı mekanında mekan tutma.**
7. **Hilastan sonraki yaşam zamanı: başka sözle: Cudi Zamanı:**
8. **Nuh- aleyhi selamdan sonraki Zaman;**
9. **Ahır Zaman.**

Zamanı insan kendinin mitoloji dünyasının içerisine aldı: yaratılışın sırlarına hayret etti ve bu hayretler içerisinden kendini anlama ve anlatma müstevsine çıkardı. *Zaman-insanın özünü zamanlaştırdı.*

Zamanlar öttükçe insan yaratılışın koynunda kendini unutma haline düşür ve kendine bakışında özünü kayıp etme burulğanlarına salırdı.

İnsanın ilkin hayreti özünü bulma ile başladı.

Özünü bulması onun anlamının birinci zamanı idi.

İnsan, gördüklerine nişan verdi ve kainatın, yeryüzünün ve bütün görüklerinin fövqünde dayandı. İnsanın kendini ifade ede bilme ilmi ile zahiri ve batını varlıklara münasebet bildirmeye başladı.

Birincisi: insanın ruhundaki psikoloji gizlinler yüze çıktı, ağıl ve düşünce onun mitoloji gerçekliklerden kendini ifade etme ilmini nizama saldı.

Bütün bunlar ilkin bəşəri təfəkkürün başlangıcı, devamı və yeni mitolojinin doğuluşu demek idi. Bu, bilavasite insanın ağıl ve idrak, kalp ucalığını inikas ettirirdi.

Ve bütün bunlar insan—dünya, yer, gök ve yaratılış heyret ile bağlı olan hikmetlerin tezahür meseleleridir.

II. Yaratılışta İnsanın Hayreti. *İnsan-yaratılıştır ve yaratılışın özüne hayrette olan varlıktır. Her bir düşünce de bu hayretten gelip ve her gelişin özü başka bir geliş doğurup ve her doğuluşun geliş insanda olan gürem, düşünce, hayal, anlam ve anlatma tarzlarından doğan alametlerdir.* Bu anlamda, yaratılışla bağlı olan ne varsa, özü-özünü anlatır ve bu anlatıda:

- Yaratılış bir Hayrettir:
- İnsan özü bir Hayrettir;
- Bütünlükte bütün Alemler birer-birer Hayrettir.
- Her şey yaratanın—Allah- Teala-nın Öz Kudretinden gelen Hayrettir.
- Ve Bütün Alemler Hayret Miracında karar tutu

Bütün bunlar İnsan aklının tezahürleri olarak, yüze çıkan mitolojilerin doğuluşunu esaslandırmıştır.

İnsan--hikmettir. Bu “laged xalegnel-insane fi ehzeni- tekvim” (Tin suresi, aye, 4) ayeti ile de işaretlenmiştir. Böyle bir yansıma ile desek, *hayrette hayret var ve hayretten hayret doğurdu*. Bu anlamda: insan hayret idi ve insanın hayrette olmağı onun kendinin makamını anlatmış olurdu; ama insan kendini anlama ilmine vakıf ola bilme hayretine bürüne bilmiyordu ve insan, İlahi hikmetleri anlamakta, imansızlıkta da kendini körlük boşluğuna salırdı. Bununla: hikmet (insan) kendi hikmetinin değerini tam kavraya bilmediğini gösterirdi.

İnsan akli hikmet mihrabıdır ve insan bu ağıl süzgeci ile *yaratılışlara bakış verdi*: düşüncelerini aydınlattı: kainata, yer alemine en mahram ve en hayretli bir münasebetlerde bulundu; Akıl himetleri ile yaratılış alemlerine tasbit ve tasnifler verdi: kendinin anlatma ve ifade etme üsluplarını icat etdi; ve bununla kendinin Akıl potesiyalarını aıkara çıkardı.

Bu da, insanın Güzel biçimde oluşunun sırlarına ait olan hikmet idi: insan kendini ifade etme ilmi idi...

Bu hikmetin ilkin adı--*Mitoloji* idi.

Bu teoriyle böyle bir teorini de ispat etmiş oluyoruk ki, İnsan ağılının ve düşüncesinin, hayal ve tasavvurunun **İlkin Hikmet Mihrabı-- Mitolojidir**.

Ve Mitoloji ilkin ve devamı anlatımlar, manalandırmalar ilmidir- Ağılın ve Tefekkürün, Dıl ve Nitkin mahsulüdür. Ağıl-ın mtolojini oluşturması bakımından her şey öz gerçek prizmasındadır. Ağıl prizmasından gelen her şey gerçektir.

III. Akli-Mitoloji Zaman: Zaman ve Zaman. Ağıl ve düşüncenin mitoloji üzre anlayışlarının tarihi kadim ve kadimden de kadimdir. *Mitolojilik hem de Kadimliyin ve İnsani kavrayış ve anlatımların, akıl, tefekkür ve düşüncenin, dille ifade edilmenin Zaman Deryasıdır. Mitoloji zaman- Akli zamandır: insan aklinin icatlarıdır.*

Bu, bir Zaman deyil, zamanlar alemidir. Bütün başlağıclar, zamanlar ve oluşlar Allah-ın hikmetine mahsustur. Evvel de O-dur, Ahır da: “Evveline bir evvel tasavvur edilmediğı gibi, sonu da yoktur” (Nehcul-Belağı,sah.31).

Zamanlar O-nun-Allah-Tealanın hudutladığı âlemlerle başladı; ve yaratılış bakımından bütün âlemler O-nun verdiğı Zamanla hududlandı -zamanlandı. Böylece, bütün zamanlar O-nun Kudret nizamı ile nizamlanmıştır ve:

“O-nun için mahdud bir an yoktur; O-nun nezerinden kenarda zaman da yoktur” (Ali İbn Ebutalib. Nehcül-Belağı”. Bakı, “Sabah”,1993, seh.21)

Hayret Miracında yaratılanlar bakımından her şeyin bir ilkin başlağıcı var ki, bu ilkin de var olan Qüdreten gelip. Başka sözle desek: Her şey onu yaratanın (Allah-Tealanın) Yaratılış sırlarından kopup gelmiştir: bu anlamda, bütün alemlerin Özüne has Heyret Alemi vardır ve her alem de kendinde olan milyon-milyon sırları ile yüklüdür.

Allah-ın yarattıklarına bağı olma üzere bütün anlatımlar, yerlerin ve göklerin yaradılması- yerlerde ve göklerde neler varsa- hepsinin yaradılması Allah-Teala-nın kendi büyüklüğünün ve kudretinin işaretleri idi. Allah-Teala-nın böyle bir ayeti de var: “arşı su üstünde iken gökleri ve yeri altı günde yaratmış O... (Hud suresi, aye: 7).

Bu, adi zaman demek değıl: bütün zamanları kendi varlığında saklama hikmetinde olan Zamandır.

Ve en ali işaretlerden birisi -- İnsan idi.

İnsan bütün zamanlarda kendi başlağıcında olup: ilkin zamandan ta ahır zamana dek.

IV. MİTOLOJİNİN DOĞULUŞU: MİFOLOJİ ZAMAN MÜDDƏTLƏRİ

İNSAN, yaratılışından üstün olma menşəyinə malikdir. Alamət budur ki, insanın yaradılmasınadək varlıq Alemi özündə idi. Bu Alem insanla yeniləndi. VE insanın yarıtlışı ilə ağıl və tefekkürün kaynakları yüze çıktı; və bu yüze çıkmə ilə İnsan kendi üstünlüğünü *Aşkar* etdi. Bununla İkinci Mitoloji Tezahürler yüze çıktı.

Ve beləliklə, İnsanın doğuluşu və kendini ifadə etmə yansımaları *Mitolojinin Doğuluşu* demək idi.

Mitoloji, Aklın gerçəkliyinin kavram və anlamıdır. Bu anlamda, Mitoloji, Akl-ın kavrama, idrak etmə, təsəvvür və həyal gerçəkliklərini, ilmi- mizanlı, aqla uyğun esaslarda ifadə yansımaları yüze çıktı; insan, Allah-ın ona bəxş etdiyi aqlının psixoloji-ilmi həyretləri içərisində oldu.

Nuh as. Eyyamına-dək, Zaman kendi varlığının sırları içərisində idi. Zaman kendi varlığını davamlı olaraq sürdürüyordu. Aydın və sakit, həsrette olan boşluqlar və var oluşları ilə həyret və təəccüpler içərisində olan varlıqlar—hepsi Öz zamanları içərisində idi. Varlıqlar bilirdi ki, “Yaratılanları kudrei ilə O yaratmışdır” (Ali İbn Ebitəlib,).

Ve bütün kudretlər O-nun hikməti ilə sakit və məmnun idi.

Nuh as.-adək bəşərin və zamanın kendini anlama gerçəklikləri ağıl və idrak, kalb, dil-nitk, görme, həyal etmə və təsəvvura gətirmə idrakində olup.

Umumən, Yerlər və Göklerin yaratılması zaman və məkan anlayışlarından çox genişdir. Yerlərdə və Göklerde nələr varsa- *zamandan və zamanın hudutlarından öncədir.*

Yerin və Göklerin yaratılışı insan idrakinin kavrayışına sığmaz; sadəcə olaraq, o yaratılmışların zamanından yok, *insanın yaratılışı* ilə başlanan zamanın anlatımlarından və təspitlərindən bəhs etmək olar. Burada, Zaman Özünü bir sıra mitoloji zaman yöntemindən- anlatı bilər.

Birinci zaman- görünümlərə münəsebetin fazlından gələn miyəddir. Bunu *Mitoloji Zaman müddəti* kimi seçiyələndirə bilərik. Bəşərin yaratılışı ilə başlanan zamanda *İnsanın yaratılışlara dair anlatıları mitolojinin başlangıcıdır.*

Bu, Adem əleyhi saləmin yaratılışı ilə başlanan Zamandır. Bu anlamda: Adem es-dan Nuh es-adək olan zaman kendi hudutları içərisində nizam tapan zamandır.

Umumən, İnsanın yaradılmasınadək olan zaman zaman anlayışından çox genişdir.

Məsələnin məzmun ehtəsi: Zamanlar iç-içə və töremə və töretmə həssələrinə və məzmunlarına malikdir. Bu zaman koordinasialarını bu cür təsnif etmək olar:

- 1) mitolojiden əvvəlki zaman- Düşzamanı;
- 2) Mitolojinin başlanğıc zamanı Mitoloji yavaşmaların ilkin Zamanı;
- 3) Mitolojinin davamı üzərə zaman;
- 4) insanın-bəşərin yaranması və yaşamı üzərə zaman;
- 5) İnsanın kendini anlama və anlatmasının dilemması Zamanları. Bu zaman bir neçə tiplidir:

- A) Nuh-dan əvvəlki bəşəri zaman;
- B) Nuh devri-Tufandan əvvəlki zaman zamanı;
- C) Tufan zamanı;
- Ç) Tufandan sonrakı zaman;

D) Ağrı-Cudi zamanı;

E) Axır Zaman.

Bütün zamanlarda mitoloji gerçeklikler devam edir. Bu gerçeklikte beşerin hayatı ve düşünceleri, iman ve inamı, itikat ve tasavvurları, anlama ve anlatımları gibi münasebetler önde dayanır. Ve burada her şey insanın heyreti ve kâfleti üzere koordinatlara bağlıdır.

Nuh -adek mitoloji gerçekliklerden kendini ifadetmenin mahsusi zamanları vardır. Bu zamanlar üç varlık nişanları üzere karakteritir:

- 1) ilkin yaratılış üzere düşüncelerin mitolojisi;
- 2) bəşəri təfəkkürün başlanğıcı mitolojisi;
- 3) bəşəri tefekkürün devamı;
- 4) yeni mitolojinin doğuluşu: insanın ucalığı.

Belelikle, Nuh as.-adek bəşərin və zamanın kendini anlama gerçeklikleri insanın kendini ve yaratılışı anlama bilme müstəvisinə bağlı idi.

V. Mitolojinin Düşzaman Başlanğıcı. Mitolojinin Başlanğıcı Düşzamandır. Bu, aklın ifadeleri içindedir. Düşzaman tasavvurunda, helelik, en derin başlanğıc Avustralya aborijenlerinin mitoloji bakışlarında iz alıp. Başka sözle desek, mitoloji anlatımların en kadim zaman kultu Avstraliya insanının icatlarından zahir oluyor. Mesela, şurada Düşzaman deyilen bir zamanın özüne has mitolojisi var. Bu, adi zaman ölçüsü değil: zamandan evvelki zaman anlatımı, zamanda mevcut olma ilminin düşünce felsefesidir. Şurada 400 kabilenin çokçeşitli, fikir ve düşünce modelleri vardır. Mitolojik Mark Daniels de bu zamana tarihin ilkin işaretleri kontekstinden – mitoloji türeyişler bucağından bahis etmiştir(Mark Daniels, 2016,15).

Düşzamanın 70 bin yıllık tarihi vardır. 70 bin yıl öncenin bakışları ile zamanın doğuşu başlıyor. Böyle ki, Gökkuşluğu Yılanı ile kuraklıklar sulu hala dönüyor. Bu nasıl oluyor? Bu Ağıl ve idrakla, hayal ve düşünce ile oluyor. Bu anlamda, insanda Ağıl ve idrakin ilkin forması en tipik modeldir: bu, tipik modeldir; bununla, insan keşif edir: her ne varsa, ona öz müstəvisindən tasvir verir, öz manasından mana verir, öz anlatımından anlatma verir.

Yeryüzüne ve canlı yaratılışlara *iki felaket* bela getirip.

Birincisi, *Kuraklık belasıdır*. İkincisi, Nuh aleyhi selamın Tufan belası.

Her yer kuraklığa bürünüp, canlı hayat mahvolmak üzeredir. Esas obraz Gökkuşluğu Yılanıdır. O, bütün Avustralya-yı kat ediyor. Gökkuşluğu Yılanı ile hayat kendi varlığına kovuşur: “Gökkuşluğu Yılanı Avustralya-yı boydan boya katederken geçtiği yerlerde buraktığı izler vadileri, nehirleri ve dere yataklarını oluşturur. Kurbağalara seslenir ve kurbağalar topraktan suya dolup ağırlaşmış karınlarıyla çıkarlar. Gökkuşluğu Yılanı kurbağaların karınlarını gıdıklar, ve (bu zaman--E.T.E) su dünyaya fıskırır, nehirleri ve gölleri doldurur. Buradan da tam yaşam- hem bitkiler hem hayvanlar doğar (seh. 18)

Gökkuşluğu Yılanı Avustralyada dünya timsalı – yani yaratılışın ilkin mansupluğu mazmununu ifade ediyor. Bu, mitoloji anlamın hayali ifadesidir.

Bütün bunlar Yaratılışın ilkin başlanğıcından evvelki başlanğıca ve özünü anlatma mitolojisinin ifade nişanlarıdır.

VI. İnsanın Kendini İfadesinin Hikmeti. Yeryüzüne gelen ikinci felaket *Dünya Tufanı* oldu. Birinci felaket suların çekilmesi idiye, ikinci felaket yeryüzünün suya karg olması felaketi idi. Dünya tufanı Nuh aleyhi selamın adı ile-- Nuh-un Tufanı da adlanır.

Nuh Tufanı felaketi—tekebbürlük, Özünü anlamama, özünü küçük tutma ve imansızlıklara cevap olarak, gelen felaketler idi: bu, hem Gök felaketi, hem de Yer felaketi idi.

Bütün alemlerin, o cümleden İnsanın yaratılması Allah-Teala-nın Kendi Büyüklüğünün ve Kudretinin daha bir Hayretli işareti idi... Allah öyle bir işareye işare tuturdu ki, o işare ile hele neler zahir olacaktı: cinler, şeytan ve şeytan soylular da yaratılmıştır... Ama halen yaranmışları hayret ve taaccüpte koyacak bir Mahlukun yaratılması isteyi gizlinde idi... varlıklar o mahlukun- insan-ın hasretinde idi.

Halen tefekkür aşikâra çıkarılmamıştı. Cinlerin-meleklerin ve iblisin niyetleri uzak idi Tefekkür ve Akıldan... Akıl ve tefekkür İblis-in beğenilmeyeceği bir varlığa-İnsana verilecek ve o İnsan da Allah-Teala-nın ona irade ettirdiği kendi Varlık Nişanlarını ifade edecek...

Ve Yaratılma ile her şey öz nizamına bağlı idi. Nizam olma yerlerin ve göklerin ilmi kudretinin hikmeti ile berkarar olmuştur.

Allah-Teala Daha bir nişanın-İnsanın yaratılacağını beyan etti--teşviş ve taaccüpler, merak ve hayretler alemi bürüdü... melekler- mihirli ve maraklı beklemeleri ile teşvişe büründüler.

İblis inat keş tekebbürü ile kendi batini fesatlarını kaynatmağa başladı...

Belelikle, dünyanın *mitoloji nefesi* beşer âleminin- insanın yaratılması ile başlangıç taptı. Bu başlangıçla *Mitoloji canlıdır: mitoloji insan ağıl ve düşüncesinin, tefekkür ve tasavvurunun, hayal ve duygularının ifade ilmidir.* Bu anlamda, mitoloji de insan gibi:

- nefes alır-nefes verir, nefesliyor;
- söz söylemi ile sözlüyor, ad verir-adlandırıyor;
- düşünce ile mana verir- manalandırır, mazmun açıklıyor;
- en esası: yaratılanlar hakkında kendi akıl tutumları ile insan mazmun ve mana nişanlarını en gerçek yönlerden ifade ediyor..

Mitoloji ifade etme ile insan beşerin açıklama ve manalandırma, tasvir etme ve anlatma felsefesini yaratmış olur. Bu mitoloji yansımalarında insan-kainat- ay, güneş ve yıldızlara, yere- tabiata ait neler varsa- hepsi nefes-nefesedir. Burada insan kendi kendini akıl icazları, anlatım idrakları ile aşkar etmiş oluyor. İnsan kendi ağıl ve hayalinin, düşünce ve tefekkür sırrının alt ve üst katında olan gizlinlere kendi hikmet-Akıl-kalp-anlam-basiret ve fehim hazinesinden tasvir veriyor.

İnsan zamanın üst katındadır: onun bakış ve görüşlerinin hepsi ona bahş edilen ağıl ve düşüncenin, hüss ve duygunun, görüm ve sezimin sergilemeleridir.

Bu, insanın kendini ifade etme imidir.

İnsan düşüncə və təfəkkürü üç aləm üstündə nizam tapıb:

1) *göy aləmi*, 2) *yer aləmi*; 3) *insan aləmi*.

Ural-Altay və Sumer “Yaradılış” dastanı bu aləmləri bir mənşə-mənbədən təqdim edir.

Göy aləmi: on yeddi qat halındadır; bu qatlar dərin və geniş bir nûr alemidir. burada gözəllik və xeyirxahlıq, xeyirxah ruhlar vardır bu aləmin yaradıcısın tengri kayra han = ülgen'dir. ülgen ilkin düşüncə və ağıldan tek tanrı inanıcılarını andırır; bu düşüncədə Tanrı büyük bir qüdrət hlında təsəvvür edilir.

Yeriding pütkeni --yerin yaratılışı: yeryüzündə insanlar, habelə başqa canlılar ve yer melekleri var idi. Yeraltı dünyadan göndərilmiş şər ruhlar və cinler de vardır.

Yeraltı alem- yeddi yaxud on dörd tabaka -kat halında karanlıklar âlemidir:

bu alemde Erlik adlı şeytan hüküm ediyor.

İnsan âlemi-- üstün âlemdir:

- Allah- Teâla ona çok üstünler verip;
- Ön əsası odur ki, insana ən üstün âlem olan Akıl âlemi verilir;
- Yaratılışın ilkinden insana bilgi-ilim verilir: ilmlilik onun mayasındadır:
- Yaratılanların adları öyretilir ona:
- bununla İnsan- ad verip-adlandırır, gözle göre bilmedikleri yerlerden malumat verip:
- besiretle, fehmle, idrakla anladır;
- İnsan sözle ifadə edip, gözle ve ruhla, hayal ve düşünce ile tasvir verip-canlandırır.

Akıl insanda mekândır. Akıl- bir âlemdir- tutumları yerleri vegökleri ahata ediyor.

İnsanda bir de Kalb âlemi vardır ki, burada bütün ruhu ile *İnsan--Aşkdır*. İnsan Aşkın karşısında hayrette kalır. *Onda Aşk mekan salır ve Aşk özü mekan olur.*

İnsan ruhen ve aklın her şeye münasebet gösterme cesaretinde olup. O, Akıl ile ifade edip. Bunlar gerçek manalandırmalardır.

VII. Nuh as. Gavminden Gelen Küfürlerin Mazmun İşaretleri. İşaretler çokkatlıdır. Birinci işaret: akıl ve düşünce yetmezliyi. Nasıl olmuş, Allah her kese Akıl ve düşünce âlemi vermemiştir?

Söhbət Akıl-da deyildi, söhbət onda idi ki, Nuh as. kavmi ondan mahrum olmuş hala salmıştır kendini. Her şey onların nefis ve sersem hayallarının yükü altına atılmıştır. Ve bu, sürekli olarak devam edirdi. Batıl içinde vurnuhan insan kendini hiçbir halda göre ve anlaya bilmezdi.

NUH ƏLEYHİSSƏLAM GƏMİSİNİN OLUŞ YERİ-AĞRI DAĞI MƏKANI



Batılın Yok Oluşu için Nuh as. bir peygamber olarak gönderildi onlara. Lakin Peygamberlik Hükümleri de yetmedi onlara. Nuh kavminin anlama v  anlatma tarzı onların küfrlerinin anlam ve söylem tarzı demek idi. Anlam- onların aklına ait değildi. Akıl onlara bir fayda vermedi; çünkü onlar aklın deyil, şeytanın kemendinde oldular

Nuh alehisselama-dek olan eyyamla Nuh eyyamı ayrı-ayrı kavimlerin mekan ve menzil zamanları olup. İnsanların kafleti ve cahilliyi, tekebb rleri y z nden Nuh as.-un İlahi h k mler kar sınakı cevapdehl gi Zaman kar sında sol unla makta devam edirdi. Nuh aleyhisselam  z kavminin fitne-feli, anlamazlıkları ve imansılıkları kar sında hayret burulganına t  t . Nuh as-la kavmi arasında uzun yıllar iman devası gedirdi Muminin suresinde denildi i gibi:

“ z kavmine g ndermi tik Nuh-u el i olarak. “Ey kavmim! Tek e Allah-a ibadet eleyin. Ondan ba ka Tanrı yoktur. Ondan  ekinmez misiniz?” dedi.(Muminin,aye: 23).

Ama kavmin b t n kalp ve akıl g zleri kapanmı  halde idi.

Nuh as. Ahd alınan peygamberdir: “Bir zaman biz peyg mb rl rd n  hd almı ı ; s nd n d , Nuh-dan da, İbrahim-d n d , Musa-dan da, Maryam o lu İsa-dan da. Biz onlardan muhkem bir ahd almı ık”-(Ahzab (Muttakiler demektir),ay :7).

Ahd alma- Nuh as-ın Makam y celi inin ni anıdır.

Allah do ru danı anlardan do ru uluqları bar d  soru sun, v  kafirl r    n a rılı-acılı bir azap hazırlasın (Ahzab, ay : 8)

H . Nuh as. gavminin koordinatları pozuk oldu una g re be erin gafleti ve cehaleti de git-gide kalınla ırdı. Hud suresinde Nuh ve Kavmi hakkında bele deyilir: *“ z kavmine g nderdik Biz Nuh-u el i olarak. Dedi: “ ben size a ık-a kar haberdarlık eleyenem (aye:25).*

Tekçe Allah-a ibadet eleyin. Yohsa ki, korxuram, acı günün azabına tüşesiniz” (aye:26).

Ancak kavmi Nuh as.-ı saya salmadı, onu yalancı adlandırdı, saymazlıkta devam ettiler devamlıkta ısrar ettiler:

“Onun kavminden olan kafir kübarlar dediler: “Görürük, sən de bizim gibi bir beşersen sadece. Görürük aramızda olan alçalmışlar koşulurlar sene tüşünüp- taşınmadan. Yoktur sizdin bizden bir üstünlüğünüz. Biz sizi yalancılar sayırık”(aye: 27).

Nuh dedi: “El kavmim, eger aşkar delille göndermişse Rabb-im beni, rahmet göndermişse bana Öz dergahından ve bunlar size karanlık kalmışsa, değin, hiç macbur edirik ki, istemeğe-istemeğe bunları kabul edesiniz?” (Hud, aye: 28.)

“Ey kavmim, peyğemberlik etmeğime evez olarak sizden servet ummuram, ecrimi Allah verer. İman getirenleri de sizden ötrü anımdan kovan değılem... Rab-lerine kovuşar onlar... Ben görürem, habersiz kimselersiz” (Hud suresi, aye: 29).

Ey kavmim, onları kovar olsam, kim bana yardım eleyer, kim beni Allah-ın kazabından koruyar? Bunu düşünmez misiniz?(Hud suresi, aye:30).

Ben size demirem, bendedir Allah-ın hazineleri. Ben geybi/ kaybi de bilmezem.

Demirem, ben meleyem. Sizin hor baxtığınız kesler için de demerem: ”Bir hayır vermeğecek onlara Allah. Onların içini Allah daha iyi bilir. Ben bele bir söz desem, Zalımlardanam-demeli” (Hud suresi, aye: 31).

Nuh as zamanında Nuh as. kavminin anlama və anlatma tarzı tazat halında idi. Nuh as. Mülayim ve şafkatlı şekilde anlatır, amma gavmi o tarzda-yani mülayim ve anlama tarzında değıl: bu tarzla gavmin abalığı ve cahilliğı daha da kalınlaşdı. “Muminin” suresinde bu barede buyurur Allah (c.c): “Kavminden olan kafir kübarlar dediler: “Bu da sizin gibi bir beşerdir sadece, isteyir ağalıq eleye size. Allah isteseydi, melekleri göndererdi, bunu yox. Biz dede-babadan bele şey eşitmemişik (Muminin, aye: 24). Bunda bir delilik var, fikir vermeyin, bir müddet gözleğın/bekleyin/, belke, vaxtı gele, öle o” (Muminin, aye: 25).

Nuh as. Allah-ın vahiylerinin koruması altında idi. Nuh as-da kendini ifade etmesi ne kadar ali İsa da, gavmi o kadar alçaklık altında idi. Nuh as-ın özünü ifadə etmə bakişları ona verilen hikmetlerin mazmun bakişlarıdır. Nuh as. ”öz kavmi” içərisine göndəilmişti:

Bu göndərilme hem de bütün beşerin hilası için idi: “Öz qövmünə göndərmişdik Nuh-u elçi olaraq. Bin yıldan elli yıl eskik ömür sürdü soydaşları içində. zalımlıq elədiklərine görə o tufan yakaladı onları(Ankebut, aye:14).

Bin yıldan elli yıl eskik bir zaman içərisinde Nuh as. kendi kavmini yola getire bilmedi, eksine, kavmin küfrleri get-gede arttı.

Çünkü Nuh as. kavmi korazehinlik içərisinde idi: ne anlıyor, ne da anlamağa meyl salıyordu; çünkü onlarda derk yok idi: çünkü kendilerini anlamazlık burulğanına salmışlar. Derk olmayan yere iman dahil olmaz, anlamazlık olan yerde küfür at oynadar. Nuh kavminde imansızlar zalım ve azğın idi; Necmsuresinde dyildiği gibi: “Daha öncə Nuh qövmünü məhv eləmiş (Allah). Onlar daha zalım, daha azğın idilər (Necm suresi, aye:52).

Allah-a asilik və ondan gelen beşəri isteklerin ve Belanın təhirə salınma ve 900 yıl bekleme sebepleri ne idi?

Nuh as. kavminden adamlar Nuh as-a karşı sert bakişlarından, imansızlık girdabından ve inatlarından el çekmirdilər:

“Ey Nuh, bizmile höcet etdin, höcetindən uzak gittin. Doğru sözlü, düzemelli

kimsesense, di getir başımıza vaad ettiğin azabı” dediler (Hud suresi, 32).

“Nuh as. buyurdu: “ancak Allah getirir o azabı, istesenez eger. Siz O-nu aciz koya bilmezsiniz” dedi (Hud suresi, 32).

Allah-Teala Nuh eleyhi selama sabr tasiye edrdi: *“Artık senin kavminden iman getiren getirip, getirmeyen de getirmegecek. İmansızların işleklerinden üzülmeyesen”* (Hud suresi, 36).

Nuh as. kendini kavminin biröyüt, ibret alma halinda olmadıklarını ve almayacaklarını anlıyordu,çünkü Allah yola gelmeyenleri azdırar, doğru yola getirmez:

“Öğüt de vermek istesem eger, vereceğim öğüdüün olmaz faydası- azdırmak istemişse sizi Allah. O-dur Rabb-iniz Sizin, O-nun dergahına döneceksiniz” (Hud suresi, 34).

İmanı ve yeryüzünü cehalet burulğanından kurtarmak üçün Allah-Teala Nuh as-a gemi düzeltmeyi tezleştirmek gösterişi verdi:

“Sendedir gözümüz, düzelt dediyimiz gemini. Zalımların baresinde bir daha Ban-a hitab eleme. Suda boğulacaklar” (Hud suresi, 37). Gemi hilas- necat tapma üçün seçildi; buu da başka bir ali lütf idi insan için.

Hilas üçün gerek bir akıl imanın ola: lakin imansızlık get-gede kalınlaşırdı ve ve lağ ediyordu imansız ve cahiller:

“Gemi düzeldirdi Nuh, onu lağa koyurdu kavminin kübarları ötüştükçe birer-birer yanından. Nuh dedi: “Siz lağ etmeyinide olun, biz de size lağ ederik belece” (Hud, 38).

“Görersiz kimlerin başına gelecek alçaldıcı o azap, kimlere kısmet olacak abedilik bir azap” (Hud suresi, 39).

Ve Gemi hem de azabın müjdesi idi, ancak kavmin necat yolları çoktan bağlanmıştı.

VIII. Belanın Təxirə /Tehire Salınma Səbəbləri

Nuh-un özünü ifade etmə bakişlarında bir dözülməzlik yarandı: *“İlahi, bu zalım tayfa beni meğlub etti, onlardan benim intikamımı al”/Kamer suresi,10/.*

İntikam alma isteyi ve yardım dileme son hadd idi: kendinin felaket burulğanlarını hiç zaman göre bilmez gaflet bataklıklarına olan besiretsizler:

“Rabbim, bana yardım eyle, beni danırlar” dedi Nuh (Muminin aye: 26). Biz de ona vehiy eledik: “Gözümüz önünde bir gemi düzelt. Amrimiz yetişentek, tendir kaynayan zaman önce dediklerimiz kimselerden savayı öz aileni, arvadlı-uşaklı hamını mindir gemiye. Ve zalımlar barede bir daha Ban-a hitap eleme. Suda boğulacaklar”(Muminin, aye: 27)

Nuh kavvmünden gelen küfrerlerin mazmun işaretleri get-gede kabarırdı. Bu kabalığın her an artması, artmakta devam etmesi o demek idi ki, batıl kendi kendini yok oluşa sürüklüyor. Batilin yok oluşu hüküm halı aldı: *“Öz qövmünə göndərmişdik Nuhu elçi olarak. min yıldan elli yıl eskik ömür sürdü soydaşları içində. zalımlıq elədiklərin görə o tufan yakaladı onları(ankebut, aye:14). biz də səfinə əhli ilə(gəmidəkilerlə) onu hi las eledik,bunu alemlere ibret eledik”(Ankebut,aye:15).*

Nuh tufanı və gəmi ilə xilas:yalandan iman gətirənlərin ayırd edilməsi üçün bir mühlet idi.

Başlangıçlara bağlı olmanın korazehinliyi: insanın cahilliyyi və ondan gələn asilik—hepsi hem de gemisizlik idi: insan Akıl lövber sala bilmirdi; çünkü Akıl onlardan kafil olmuşdur, onlar da—Akıldan.

Allah-Teala “Enbiya” surəsində buyurur: ”öncə də Nuh yalvarmışdı biz-ə. qəbul buyurduq duasını, özünü, ailəsini o böyük sıxıntıdan xilas elədik-76. Ayələrimizi danan kimsələrin əlindən qurtardığ onu. pis bir gövm idilər, hamısını gerg eledik sulara-77 (Enbiya surəsi).

Nuh as. Alah-dan beklenen azabı göndermesini dua etti. Ancak belenin gelişi uzun sürdü: çox zaman geçti; sebab o idi ki, Allah bilirdi münafiklerin olduğunu ve onlar hak yolda olanların içine qarışıp kendilerini iman ehli gibi gösterecek ve sonra öz mekrli planlarını yerine yetirmeye çalışacak: Allaha ve Peyğemberinə asilik edeceklər.

İlahiyatçı alim Menzer Ağayevanın işarelediği gibi, “eğer senin azab istediğin vaht men kafirleri helak edib öldürseydim, o zaman sene iman getirib, sonra mürtet olanlar diri galacaqdılar. O zaman Menim sene, halis iman getieən muminlere, habele senin nübüvvetinə sarılanlara verdim vade düzgün olmazdı. Çünkü Men vade vermiştim ki, onları yer üzünün canişinləri edeceğim. Men onların ekseriyyetinin zeif imanlarından arxayın idim. Batinlərinin habis, niyyetlərinin bed olmasını bildirdim.

Bu halda, onları Özümə nece-nasıl canişin bilerdim ve onlara nece əmin-amanlıq behiş ede bilerdim? Onların imanları hakiki olmadığına görə yer üzərində sonradan canişin olacaqları taktirdə öz mühaliflərini öldürecekdi ki, özlerini kudrete çatdırsınlar. Eger onlar nifaq, münafıklıq ve bedniyyet hususiyetləri ilə özlərini muminlərlə yanaşı görseydilər, heç kes onları tanımasaydı, daha da yüreklenecek ve öz kardeşlərini düşmənçiliyə çekecek ve risalet elde etmək üçün müharibə aparacaqdılar. Onların muminlərin arasında olması ilə yanaşı dində nece aramlıq, möminlər arasında əmin-amanlıq bekarar ola bilerdi?!” (Ağayeva M. 2013).

Böylece, Nuh as-ın 950 yıl kendi kavmine iman bilgileri veresinden bir fayda gelmedi. Başka bir halde, öyle şahıslar da var idi ki,hiyle ile kendilerini imanlı gösteriyordu; başka sözle, imansızlar kendilerini gizledirdiler. Bu cür adamlar sonralarkendi fitne-fesatlarını yürüdecek ve yeryüzünde batıl ayak açıp yürüyecek,nasıl ki, Peyğemberimiz Muhemmed sav zamanında o cürhiile işledenler bu gün de islam adından batillerini yürüdürler.

IX. Belanın Gelişi. “*Bunlardan da öncə Nuh qövmünün adamları danmışdılar bəndəmizi. “Bu, dəlidir” -demişdilər. Əlacsız qalmışdır Nuh (Qamər surəsi, ayə.9). Yalvardı rəbbinə: “Mən məğlubam, yardım elə” (Gamer suresi, ayə,10).*

Açıq göyün qapılarını, göydən leysan yağdı yerə(Gamer suresi, ayə11).

Bulaqlar qaynatdıq yerin yarıqlarından (lap ilkindən yerüzü elə sular deyildirmi? Yenidən sulara bürüməkdə bir səbəb var idi-insanın nankörlüğü ve cahilliyi, dikbaşlığı. Tanrı suyu yaratmaqala başqa nələr varsa, hamısını sudan yaratdı. Nuh Tufanı ilə sular bütün dünya-yer üzünü bürüdü- Allahın buyuruğu ilə imanı olanları ve bütün hareketde olan canlılardan cüt-cüt götürdü Nuh. Həyat yenidən onlarla başladı

“*Nihayet, gelip çatdı amrimiz, kaynadı tandir (sular). Nuh-a dedik: “dediyimiz o kimseler bir yana, iki-iki, öz tayı ile beraber yerləştir gemiye her şeyi. Aileni ve imana gelenleri de bindir gemiye”. İmana gelenlerinse sayı çok az idi (Hud suresi,40)*

Bela nasıl kaynadı? Gamer suresinde denildüyü gibi: “*Bulaklar gaynatdık yerin yerin yarıklarından. Allahın əmrini yerinə yetirmək üçün göylə yerin suları birləşib axın oldu (Gamer suresi, ayə,12).*

“*Nuh dedi:” Haydı, binin gemiye; geminin getmesi de, dayanıb durması da Allah-ın amriledir. Bağışlayandır, Rahimdir rabb-im benim, şübhəsiz. (Hud suresi,41).*

Geminin Hareketi. Nuh as-n oğlunun inatkarlığı ve oğlunun hilası için Allah-dan isteyi ve Allah-ın Nuh as-a cevabı:

“Aparırdı onları dağlar gibi kabaran dalğalr arasıyla gemi, kenarda duran oğlunu sesledi Nuh :”Oğlum, bin gemiye bizimle, kafirlerle kalmayasan” (Hud suresi,42).

Nuh as-ın oğlu imansızlık burulğanında idi diğerleri gibi, o burulğandan çıka bilmirdi. Atasına cevap verdi ki:

“Bir dağa sığınaram, koruyar sudan beni dağ”-dedi oğlu. “Bu gün Allah-ın amrine hiç ne engel ola bilmez, O-nun rahm ellediği kimselerden savayı, hiç kimse kurtula bilmez”-dedi Nuh. (Hud suresi,40).

Evlat mehebbeti ile Nuh Allah-a yalvardı ki, onu bağışlasın

“Rabb-ini sesledi Nuh: “Rabb-im benim ailemdendir oğlum, Sen-in vaadin (ailemi hilas elemek vaadi) hakk vaadidir. Sen hakimlerin hikmetlisisen”. (Hud suresi,45).

Bu istekle Nuh-un üzerine gölge düştü ve Nuh gözü gölgeli oldu: Allah-tan şefaet dilemeye yüzü olmayacak hala düştü.

Allah-ın cevabı:

“Ey Nuh, senin ailenden deyildir o (“leyse min ahlik”). Tuttduğu iş yaramaz bir iştir. Ve sen de menden bilmediyin bir şeyi dileme. Meslehet bilirem, cahillerden olmayasan”- dedi Allah” (Hud suresi,46).

Nuh as. Allah-Teala-dan kendinin bağışlanmasını diledi:

“Bilmediyim bir şeyi senden dilemeğimden Sen Öz-ün beni koru, Rabb-im. Bağışlamasan beni, acımasan halıma, ziyana uğrayanlardan olaram” -dedi Nuh (Hud suresi,47).

Ve dalga girdi arasına onların, boğuldu Nuh-un oğlu.

X. Səfine-Gəmi Ehlinin Xilas. Hilas—hem beşere ve de alemlere olan ucalık idi. Bu ele bir hilas oldu ki, zaman yeniden doğdu: zaman zamanın içerisinde hifz edildi. Səfine ehlini hilas etmək alemlere Rahmet ve Bereket idi. Gəmi ehli- ilkinde Yeryüzü ehli idi, sular qovuşdu bir-birine, gəmi ehli sular ehli oldu... ve sular öz makamlarına çekildi, Gəmi de Cudi-de mekan aldı- mekan verdi ve böylece Gəmi ehli Cudi-Ağrı ehli oldu.

Bununla yeryüzü Öz büyüklüyünü ve cavabdehliyini bir daha hükm etdi, Gəmi ehli

Necata kavuştu. Ve Səfine ehlini hilas etmək alemlere ibret idi: *“Biz də səfinə əhli ilə(gəmidəkilerlə) onu hilas eledik, bunu alemlere ibret eledik”(Ankebut, aye:15).*

Bu hilas Allah-Teâlâ'nın Büyük Rahmetinin Lütüf idi. Bu, beşerin-insan neslinin yaşamasının devam etmesi demek idi.

Nuh as. Tufanı ve Gəmi ilə hilas yalandan iman gətirənlərin ayırd edilməsi və insanı cəhalet və imansızlık oklarında korumak idi.

Başlangıçlara bağlı olmanın korazəhinliyi: insanın cahilliyi və ondan gələn asilik.

Allah-Teala “Enbiya” surəsində buyurur: ”Öncə də Nuh yalvarmışdı Biz-ə. Kabul buyurduk duasını, özünü, ailesini o büyük sıkıntıdan hilas elədik (Enbiya suresi,76).

Ayələrimizi danan kimsələrin əlindən qurtardıq onu. pis bir kavim idilər, hamısını gerg eledik sulara-77 (Enbiya surəsi).

“Ey Yer, ud suyunu! Ey səma, tut suyunu!”-değildi. Su çekildi, bitti iş. Cudiye oturdu gəmi, “zalımlar uzak olsun Allah-ın rahmetindən” denildi” (Hud suresi,44).

Ve Mitoloji ilkin düşünceve anlamdır, ilkin görüm ve tasavvüddür, ilkin düşüncenin iradesi olarak- yüzeçikan fikir ve düşünce, anlamavesezme ilmdir:hayalın dahili ve gizingörümünün inikasıdır. Demli, mitoloji, manalandırmalar ve açımalarla Akıl - Ağlın ve Tefekkürün, Dıl ve Nitkin gizlinlerive hayret yaratanları anlatmak düşüncesidir. Akılın mtolojini oluşturmada her şey öz gerçek prizmasındadır. Çünkü Akıl prizmasından gelen her şey gerçektir.

Akıl insanda makam tuta bilmirdi, çünkü insan onu deyersiz anlayışları içerisinde saklamağa çalışırdı. İnsan nasıll deyerler, kendinigizledirdi.

Nuh aleyhi selamdan evvel başlanan devranlar ələ Nuh eyyamları arasında bir bağlantılar--benzerlökler vardır. Bütün eyyamlarda özünü Dikbaş vetekebbürlü aparalar, hiylegerler, nadan ve cahilerçokolub. İnsan imansız ve Akılsız oldumu- bütün halları ile lanetlenmişolup. İnsanın cahil ve zalım, nankör olmalarını Allah-Teala Mukaddes kitab ve Sühuflarda—peygamberlere gönderdiyi Sehifelerinde bildirmiştir..

XI. Ağrı- Cudi Makamında Makam Tutma. Tufandan sonra ağlın və düşüncənin-yaranışın yeni başlangıçları yarandı. Dünya öz merkezini buldu: Ağrı Dağı, Cudi mekanları dünyanın yeni başlangıcı, merkez makamı oldu: *“Ey Nuh, sağ-salamat en gemiden. Xeyir-bereket vererik sene ve seninle olanlardan töreyen ümmetlere. Ancak o ümmetlerden eleleri de olacak ki bir müddet yaşadarık, sonra ağırlı bir azaba uğradarık onları”* deyildi.

Ağrı Dağı özü de bir Gemidir: yere emisidir.

Ağrı-- Cudi mekanları Mübarek yerlerdir. Dünyanın Merkezidir Ağrı. İnsan neslinin hıfz oluşuna olan Necat mekanıdır. Beşərin Yeryüzünde yeniden yaşamasının, doğuluşunun ve var oluşunun necet mekanıdır.

Bu Lütüf Adem eleyhisselamın ve Hevva-nın yaratılışının makamında olan bir Başlangıçtır.

Alla-Teâlâ insanı- Adem ve Hevva-nı (e.s) Yeryüzüne gönderdi: yeryüzünü şereflendirmek için. Adem eleyhi selamdan Nuh eleyhi selama olan Zaman erasında İnsan Kendini tam göre bilmedi: insan ağıl ve düşüncelerini gerçek olanlar üzerinde cemleştirte bilmedi: anlayışı zaif oldu, ağıl idrakını anlaya bilmedi. İlk insanların Hayreti kader bir kalpde, düşünvce ve imanda ola bilmedi. Adem as-ın övladından gelen bencillik ve ağıl zaiflikleri get-gede insanı kendi Hikmetinden uzaklaştırdı.

Nuh es. en uzun zaman aleminde küçük ve besit ağılların elinde sanki bir oyuncak, lağ, alay hedefi oldu. Allah-a bağlanma ağılı da daha kalmamıştır: özünü ağıllı ve bilici sanan adamların fitnesi get-gede artırdı. Harda bir aydınlık var idise, ora kın püskürdü: pozğunluk ve korazehinlik, ağılsızlık o aydınlığa hücum etti: Allah-Teala neye sesledise, ona hikke ve hiddetle yanaşdılar, çünkü insan yalnız kendini üstün saydı: lovğalandırdı kendini.

Ağrı Dağı mekanları, “Muminin” suresinde (aye:28) deyildiği gibi, “Mübarek bir yerdir”: Allah-Teala rehmet olaraq, Nuh-a (e.s.) gönderdiyi ayəde buyurur: “Ey Nuh, elə ki sen ve seninle olanlar rahatladınız gemide yerinizi, “Hemd olsun Allah-a, bizi xilas elemiş zalım kavmin elinden” söyle (Muminin, aye:28). “Mübarek bir yere gönder meni, Rebbim, sen gönderenlerin en yahşısısan” söyle (Muminin, aye: 29).3e

Ağrıda ağrı: ağrı ağırlıq, büyüklük, yücelik, alilik demektir: ağırlık nedir? özünü özünde tutma makamıdır. özünü anlama ve anlatma, öz varlığını anlama bakışıdır.

Ağrı Dağının esas menası da *Tanrı Dağı* anlamı taşıyor.

Biz, bir insan gibi, hər hansı bir anlayışın-kavramın baş tacıyık. Çünkü biz kendimizi ifade etmək faziletindeyik. Allah-Tealanın yaratılışında insan en ali yücelikten vasıf edilmiştir.

Tanrı dağları ezemeti bu mezmunda mevcuttur. Ağrı Dağının esas menası da Tanrı Dağı anlamı taşıyor.

Biz her hansı bir anlayışın-kavramın baş tacıyık. çünkü biz kendimizi ifade etmek faziletindeyiz. Allah-Teâlâ'nın Lütfünde insan en ali yücelikten vasıf edilmiştir.

Allah doğru danışanlardan doğruçuluqları barədə soruşsun, və kafirlər üçün ağırlı-acılı bir əzab hazırlasın- (Ahzab, ayə:8)

Biz- Sefine/Gemi ehliyik. Gemi Nuh eyyamından gelen mekandır: o o, zamanın da mekanıolub ve olmakda devam ediyor.Dünyanın yaddaşı olan geminin oturuş mekanı Cudi—Ağrı mekanları oldu.

SONUÇ OLARAK:

Biz- evvele aitiz- ve Biz—Ahire mansupuz. O-nun Hikmetindeyiz: O yaratandır ve yaratılış İlmiile O, Hikmete hikmet verdi, Hikmetten Hikmet doğurdu. Ve bununla O, Evvel-e mansup olan her şeyin yaratılışına Hayret ezemeti vermiştir.

Evvel ve Evvel Bütövlüktür: bu Bütövlükte Her şey Hayret doğurur ve Allah-Teala insanı o heyretin en üstün katında karar verdi. İnsan bir sır olarak, öz aleminde olmalı idi ve o Alemde ola bildimi? O nişan idi ve o nişanlarivar olmanın nişanlarını saklamıştır kendinde

Birincisi, heç bir aleme verilmeyen bir alem-Akıl alemi verdi insana: Akıl odur ki, onunla insan bir hükümandır: bir halife olarak gönderildi Yeryüzüne. Hükmanlık- halifelik odur ki, insan kendini anlaya ve anlata bilmelidir:

kendini Anlaması-hikmete aittir; eger anlam yoksa- demeli, insanın hikmeti de yoktur.

İkincisi, o bir nişandır, bir nişan olmağı ile emanettir -yeryüzüne gönderildi.

Üçüncüsü, Yeryüzü üstünlüğüne layik olma feziletine bağlanmalı idi insan.

Hiç ne yok idi, ancak İnsanın yaratılışı var idi ve o gizlinde idi. Allah-Teala Gizli Bir Hazine gibi-hikmetlerin yaratılış gizlinlerini onunla- insanla anlatmak istedi ve insan- Akıl Fazli ile anlamağa mahkum edildi. Bununla İnsan, gördükleri önünde hayrette kaldı ve Hayret Hayret getirdi.

İnsan-düşünceleri önünde hayrette kaldı; insan hem yaratılış nişanlarını, hem de özünü anlatmak ilmini yüze çıkardı: Akıl süzgecile, Alemleri Yaratana Düşündü ve düşündükçe Kamala Yetti- Aşkı buldu: Özü Aşk oldu. Aşk- Hayrettir: demeli, insan-Hayrettir.

Böylece, Hayret onun--İnsanın Mitoloji anlatımlarını yüze çıkardı.

Yaratılışta neler varsa, hepsine meftun olan, heyran kesilen insan- nefsinde esir olub ve özünün deyerini hiçe endirmiştir. Bu cür insanlarda Hayret olmur.

İnsan kendi kendini anlatandır:her kes özünün akıl süzgecinden deyil, tekebbüründen, nefsin kölesi olmaktan belalara düşüb her zaman.

Akıl menziline bağlı olan İnsan mitoloji anlatımları ile gerçekliye Hayretini tezahür ettirmiştir.

İnsan kendine ve yaratılış alemine kendinin Akıl himetleri ile yaşamakla kendini vearlıkları yaratanın sırlarına Hayret etmiştir.

Mitolojinin Baçlanğıcı Düşzamandır: bu zamanın mazmun ve menşeyini de insan anlatmıştır.

Nuh zamanının mazmununda cahillik ve tekebbürlük daha kabarık hal almıştır.

İntikam alma isteyi ve yardım dileme son hadd idi: kendinin felaket burulğanlarını hiç zaman göre bilmeyen imansız mahluklar ceza bataklığında boğuldular. Yalnız Gemi necat Dünyasıoldu.Bütün dünya— Bir Gemiye sığıştırıldı—insanlara ibret oldu-gördükleri Sefine Ehlini Hilası. Hilas—hem beşere ve de

alemlere olan ucalık idi. Bu ele bir hilas oldu ki, zaman yeniden doğdu: zaman zamanın içerisinde hifz edildi.

Belanın Gelişi bir necat oldu- iman ehli olanlara: yeryüzü de tazelendi. Zaman knedine bir başlangıç- evvel verdi; bütün alem Ağrı Dağında- Cudi mekanlarında necat taptı.

Ağrı- Cudi Makamında olan ucalık- iman ehli olanların şerefine bezendi. Hayat ve yaşam kendi Makamını Buldu. Tufandan sonra ağlın və düşüncənin-yaranışın yeni başlangıçları yarandı. Dünya öz merkezini buldu: Ağrı Dağı, Cudi mekanları dünyanın yeni başlangıcı, merkez-- makamı oldu.

KAYNAK

1. Kur'ani-Kerim
2. Hezret Emir Ali İbn Ebutalib. Nehcül-Belağə". Bakı, "Sabah",1993, seh.21
3. Ağayeva Menzer: Nuh as-ın ehvalatı. Ağayeva Menzer. 16 Haziran 2013.
4. Altay Türklerinin Yaratılış Destanının Özeti... - Eodev.com
eodev.com/gorev/356809
5. Avstraliya Xalqlarının Efsaneleri : "Böyük Tufan Haqqında Hekaye"// BKZ: Dünya Xalqlarının Efsaneleri. "Genclik", Bakı, 1990, sah.453.
4. Daniels, Mark. Bir nəfeste Dünya Mitolojisi. 7. Baskı. Edütör Gökşe (Gündoğdu), İstanbul-2016
5. Dünya Xalqlarının Efsaneleri, Bakı, 1990, sah.453).

**YENİ DÖVR (1800-1920) AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: NAXÇIVAN ƏDƏBİ MÜHİTİNDƏ
KLASSİK ƏNƏNƏLƏR VƏ YENİ MEYLLƏRİN KLASSİK SƏCİYYƏLƏRİ****Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ TAHİR ƏZİMLİ**

ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri; Nobel Prizə & India- Birliyinin Yönetici üzü; Qlobal Yazarlar Akademiyası-Hindistan üzü; Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eytimçilər Birliyi üzü; TÜRKSOY üzü; Poetas Intergalácticos-üzü; Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu: BÜTÖV AZERBAIJAN

ÖZƏT

I. Yeni dövr (1800-1920-ci illər) Azərbaycan ədəbiyyatı geniş inkişaf proyeksiyalarına malikdir. Hər şeydən əvvəl, Böyük Ədəbiyyatın həyata və cəmiyyətə münasibətində yeni axarlar açıldı: ədəbiyyat öz klassik forma və bədii ifadə tipizmi üzərində köklənməklə yeni ədəbi meylləri, forma və məzmun xüsusiyyətləri xüsusi inkişaf strategiyasına qovuşurdu; hər şeydən əvvəl, poeziyada həyatın və insanın daxili-psixoloji və dinamik inkişafındakı gerçəklikləri ön plana çıxırdı.

II. Yeniliyi səciyyələndirən əsas stimül yeni məzmun və ideya, yeni poetik ifadə xüsusiyyətləri idi. Bu stimül daxilində başqa ədəbi bölgələr kimi, Naxçıvan ədəbi aləminin də özünəməxsus inkişaf əlamətləri var idi. Sözsüz ki, XX əsrin əvvəllərindəki ədəbi proses XIX əsr ədəbi hərəkatı üzərində boy atmışdır. Bu, Zaman və Məkan, milli mənsubluq baxımından vahid inkişaf strukturuna malik olmaq demək idi.

III. XIX əsrin sonları ilə XX əsrin əvvəlləri, demək olar ki, vahid zamandır və ədəbi proses baxımından da vahid inkişaf simasına malikdir. Daha bir əsaslı cəhət budur ki, həmin dövr nəzərindən yanaşsaq, dövr- müasir, çağdaş zamandır. Hər bir müasir zaman, təqribən, özündə 60-70 illik bir vaxtı əhatə edir. Buna görə də, XX əsrin əvvəlləri, məsələn, 30 ili əzündən əvvəlki otuz illə əhatəlidir.

IV. XIX əsrin ikinci yarısında Naxçıvan ədəbi məkanında “Əncüməni-şüəra” məclisinin xüsusi yeri vardır. Bu ədəbi məclis başqa bölgələrdəki məclislər kimi, bütöv Azərbaycan ədəbiyyatı məkanını təmsil edirdi. Klassik ədəbiyyatımızın varisi olmaqla, ədəbi məclisin nümayəndələri Şərq Poetikası qanunlarına dərinlən bələd idilər və bu bələdliyə görə idi ki, onların yazdığı şeirlər, bağladıkları divanlar mükəmməl sənət nümunələri idi. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixindəki həmin ədəbi məclis üzvlərinin özünəməxsus yeri vardır.

V. Mollanəsrəddinçilik Təbriz-Naxçıvan Ruhudur. Mollanəsrəddinçilik bir üslubdur: poetikasına görə dünya üzrə üslubdur: hikmətlərin xalqa çatdırılması. Xalq ruhunu özünə təqdim etmək tərzinə görə dramatik üslubdur; habelə, bədii-ifadə lirizmi olan üslubdur.

Peziya sahəsindəki ədəbi coşğunluk klassik Şərq, o cümlədən Azərbaycan ədəbiyyatına xas olan tarixi inkişafın yeni hərəkat dalğası demək idi. Ədəbiyyat, xüsusilə poeziya XX əsrə belə bir coşğunluqla qədəm qoymuşdur

AÇAR SÖZLƏR: Naxçıvan ədəbi mühiti; XIX əsr və XX əsrin əvvəlləri; Şairlər məclisi, mollanəsrəddinçilik

NEW PERIOD (1800-1920) AZERBAIJAN LITERATURE: CLASSICAL TRADITIONS AND CLASSICAL FEATURES OF NEW LITERARY TRENDS IN THE NAKHCHIVAN LITERARY ENVIRONMENT**Assoc.Prof.Dr. EBÜLFƏZ TAHİR EZİMLİ****ABSTRACT**

I. The new period (1800-1920s) of Azerbaijani literature has broad development projections. First of all, new streams opened up in the attitude of Great Literature to life and society: literature, being based on its classical form and typism of artistic expression, acquired new literary trends, features of form and content in a special development strategy; first of all, in poetry, the realities of life and the internal-psychological and dynamic development of man came to the fore.

II. The main stimulus characterizing innovation was new content and ideas, new features of poetic expression. Within this stimulus, like other literary regions, the Nakhchivan literary world also had its own signs of development. Undoubtedly, the literary process of the early 20th century was built on the literary movement of the 19th century. This meant having a unified development structure in terms of Time and Space, national affiliation.

III. The end of the 19th century and the beginning of the 20th century are almost a single time and have a unified development pattern in terms of the literary process. Another fundamental aspect is that, from the perspective of that period, the period is a modern, contemporary time. Each modern time, approximately, covers a period of 60-70 years. Therefore, the beginning of the 20th century, for example, covers the thirty years preceding it.

IV. In the second half of the 19th century, the “Anjumani-shuara” assembly had a special place in the literary space of Nakhchivan. This literary assembly, like the assemblies in other regions, represented the entire space of Azerbaijani literature. Being the heirs of our classical literature, the representatives of the literary council were deeply familiar with the laws of Eastern Poetics, and it was because of this familiarity that the poems they wrote and the divans they compiled were perfect examples of art. The members of those literary councils have a unique place in the history of Azerbaijani literature.

V. Mollanasraddinism is the Tabriz-Nakhchivan Spirit. Mollanasraddinism is a style: according to its poetics, it is a world style: the delivery of wisdom to the people. It is a dramatic style according to the way it presents the people's soul; as well as a style with artistic-expressive lyricism.

The literary enthusiasm in the field of poetry meant a new wave of movement of historical development, characteristic of the classical East, including Azerbaijani literature. Literature, especially poetry, entered the 20th century with such enthusiasm

KEYWORDS: Nakhchivan literary environment; 19th century and the beginning of the 20th century; Poets' Assembly, Mullah Nasreddinism

GİRİŞ

Yeni dövr (1800-1920-ci illər) Azərbaycan ədəbiyyatı geniş inkişaf proyeksiyalarına malikdir. Hər şeydən əvvəl, Böyük Ədəbiyyatın həyata və cəmiyyətə münasibətində yeni axarlar açıldı: ədəbiyyat öz klassik forma və bədii ifadə tipizmi üzərində köklənməklə yeni ədəbi meylləri, forma və məzmun xüsusiyyətləri xüsusi inkişaf strategiyasına qovuşurdu; hər şeydən əvvəl, poeziyada həyatın və insanın daxili-psixoloji və dinamik inkişafındakı gerçəklikləri ön plana çıxırdı.

Yeniliyi səciyyələndirən əsas stimulyen yeni məzmun və ideya, yeni poetik ifadə xüsusiyyətləri idi. Bu stimulyen daxilində başqa ədəbi bölgələr kimi, Naxçıvan ədəbi aləminin də özünəməxsus inkişaf əlamətləri var idi. Sözsüz ki, XX əsrin əvvəllərindəki ədəbi proses XIX əsr ədəbi hərəkəti üzərində boy atmışdır. Bu, Zaman və Məkan, milli mənsubluq baxımından vahid inkişaf strukturuna malik olmaq demək idi.

XX əsrin əvvəllərində istər Ordubadda, istərsə də Naxçıvan ədəbi mühitində əvvəlki coşğunluq olmadı. Belə ki, XX əsrin əvvəllərində Naxçıvan ədəbi mühitində poeziya, demək olar ki, öz əvvəlki coşğunluğunu itirmişdir. Lakin bununla belə, ədəbi mühitdə Məmməd Səid Ordubadi, Hüseyn Cavid, Hüseyn Nədim Naxçıvani, Mirzə Cəlil Şüribi Mirzəyev, Əli Məhbus kimi şairlər yetişirdi.

Bir az da yekunlaşdırsaq, deyə bilərik ki, XX əsrin I rübü XIX əsrin ikinci yarısının ədəbi zamanına mənsubdur: XIX əsrin ikinci yarısında, yaxud sonlarında yazıb yaradan şairlərin bir qismi XX əsrin əvvəllərində yaradıcılıqlarını davam etdirmişlər. Beləliklə, XX əsrin əvvəllərinin ədəbi prosesi XIX əsrin ikinci yarısının, yaxud XIX əsrin sonuncu rübünün ədəbi prosesinin tərkib hissəsidir.

Bir az da yekunlaşdırsaq, deyə bilərik ki, XX əsrin I rübü XIX əsrin ikinci yarısının ədəbi zamanına mənsubdur: XIX əsrin ikinci yarısında, yaxud sonlarında yazıb yaradan şairlərin bir qismi XX əsrin əvvəllərində yaradıcılıqlarını davam etdirmişlər. Beləliklə, XX əsrin əvvəllərinin ədəbi prosesi XIX əsrin ikinci yarısının, yaxud XIX əsrin sonuncu rübünün ədəbi prosesinin tərkib hissəsidir.

XIX əsrin sonları haqqında Əziz Şərif belə yazırdı: **“O zaman doqquz min nəfərdən az əhalisi olan Naxçıvan şəhəri Zaqafqaziya və Azərbaycanın başqa şəhərlərlə birlikdə inkişaf edib irəliləyirdi. Naxçıvanın təkcə Zaqafqaziyaadakı iqtisadi və ticarət mərkəzi olan İrəvan, Tiflis və Bakı ilə deyil, Rusiyanın böyük şəhərləri Moskva, Peterburq, Nijni- Novqorod, Kiyev, Xarkov, Varşava və Lodz kimi şəhərlərlə ticarət və iqtisadi əlaqələri getdikcə möhkəmlənirdi”** (s.172)

Ümumilikdə, yerli əhalinin mədəni səviyyəsinə münasibətdə Əziz Şərif Naxçıvandakı vəziyyəti yanlış yanaşma ilə təqdim edir. Məsələn, Əziz Şərif yazırdı: **“İqtisadi inkişaf, ticarət əlaqələrinin genişlənməsi ilə birlikdə Naxçıvanda maarif, elmə biliyə və rus dilində təhsilə meyl də artırdı. O zaman islam dinini kor-koranə təbliğ edən ən cahil və dindar adamlar və mürtəcə ruhanilər bunun əleyhinə çıxır, “kafirlərlə” heç bir əlaqə saxlamamağa, köhnə adət və ənənələri mühafizə etməyə çağırırdılar”**(s.172)

Əziz Şərif rus təhsili alanları mütərəqqi ziyalılar hesab edir. Bu cür baxış min üç yüz illik müsəlman təhsilinə dırnaqarası yanaşmadır.

Ordubad ədəbi mühiti Naxçıvan ədəbi məkanına mənsubdur. XIX əsrdə Ordubadda Hacı Mirzə Ağarəhim Qüdsi Vənəndi, Hacı Fəqir Ordubadi, Möhtərəm Ordubadi, Məhəmmədqulu Salik Ordubadi, Mirzə Əfsər Abdullah Ordubadi, Əhməd ağa Şəm”i, Məhəmməd Tağı Sidqi, Usta Zeynalabdin Nəqqaş, Məşədi Həsən Dəbbağ, Məşədi Möhsün Saətsaz, Ağarəsul Əttar, Kəblə Əliqulu Müznib, Hacı Molla Hüseyn Bikəs, Aslanxan Gövhər, Məhəmməd Təqi Culfayi, Mirzə Mehdi Naxçıvani, Hüseyn Nadim Naxçıvani (Qədimov Ə. XIX əsr Ordubad ədəbi mühiti. Ordubadi Salik. (Divan. .səh.3) kimi şairlər, maarifçi ziyalılar, alimlər yaşayıb fəaliyyət göstərmişlər.

Ədəbi meridian baxımından, Ordubadda 1831-ci ildə təşkil edilmiş “Əncüməni-şüəra” ədəbi məclisi həm də ümumnaxçıvan ədəbi mühitinə aid idi. “Əncüməni-Şüəra” İdəbi Məclisi Kalbalı xan Kəngərliyin ortancıl oğlu Şeyxəli xan Kəngərli xan tərəfindən təşkil edilmişdir (Qədimov. Salikin Div. Ön sğz., səh.3-4). Məclisin fəaliyyəti Məhəmməd Tağı Sidqinin ölümündən sonra (1903-cü ildə) dayanmışdır..

XIX əsrin ikinci yarısında Naxçıvan ədəbi məkanında “Əncüməni-şüəra” məclisinin xüsusi yeri vardır. Bu ədəbi məclis başqa bölgələrdəki məclislər kimi, bütöv Azərbaycan ədəbiyyatı məkanını təmsil edirdi. Klassik ədəbiyyatımızın varisi olmaqla, ədəbi məclisin nümayəndələri Şərq Poetikası qanunlarına dərinlən bələd idilər və bu bələdliyə görə idi ki, onların yazdığı şeirlər, bağladıkları divanlar mükəmməl sənət nümunələri idi. Azərbaycan ədəbiyyatı tarixindəki həmin ədəbi məclis üzvlərinin özünəməxsus yeri vardır.

I.MOLLANƏSRƏDDİNÇİLİK TƏBRİZ-NAXÇIVAN RUHUDUR

Peziya sahəsindəki ədəbi coşğunluk klassik Şərq, o cümlədən Azərbaycan ədəbiyyatına xas olan tarixi inkişafın yeni hərəkət dalğası demək idi. Ədəbiyyat, xüsusilə poeziya XX əsrə belə bir coşğunluqla qədəm qoymuşdur. Bu mənada, XX əsrin əvvəllərində Naxçıvan ədəbi mühitinin inkişafının ötən əsrdəki inkişafın davamı kimi xarakterizə etmək olar. Ötən əsrin səksən doqquzuncu ilində Mirzə Cəlil Məmmədquluzadənin “Çay dəsgahı”, 1894-cü ildə “Danabaş kəndinin əhvalatları” adlı əsərlərinin yaranması ədəbi mühitdə yeni ədəbi hərəkət dalğasının gəlməsini göstərirdi. Bir neçə ildən sonra-1903-cü ildə Naxçıvan ədəbi mühitində Cəlil Məmmədquluzadənin “Poçt qutusu” adlı ikinci bir şedevr əsəri yazıldı və əsər həmin ildə “Şərqi-Rus” adlı qəzetdə dərc edildi və ədəbi aləmdə heyrlərlə qarşılandı.

Məhəmməd Tağı Sidqi həm şeir, həm də nəsr baxımından XIX əsrin sonlarında və XX əsrin ilk illərində özünəməxsus bədii ifadə özəlliklərinə məxsus bir yazıçı, şair və alim kimi diqqəti cəlb etmişdir. Onun çoxsahəli fəaliyyəti ədəbi mühitdə xüsusi bir inkişaf, hərəkət coşğunluğu yaratmışdır. Təəssüf ki, qaragüruhçu qüvvələr onun həyatına qəsd etdilər və beləliklə, o böyük insanın, qaynar yaradıcılıq enerjisinə malik olan ziyalı alim, yazıçı və şairin həyatına son qoyuldu. Bu, hər şeydən əvvəl, Azərbaycan ədəbi həyatına, maarifçilik aləminə qarşı ağır bir zərbə oldu.

Ədəbi aləmin yetirdiyi digər bir ziyalı Məhəmməd ağa Şahtaxtı idi. M.A. Şahtaxtı öz iradəsinin, dönməz əqidəsinin gücünə Tiflisə gedib orada “Şərqi-Rus” adlı mükəmməl bir qəzet çıxardı.

Ötən əsrin bədii-poetik hərəkətinin poeziya qaynarlığı XX əsrin əvvəllərində görünmədi. Bunun birinci səbəbi M.T.Sidqinin ölümündən sonra “Əncüməni-şüəra” ədəbi məclisinin fəaliyyətinin dayandırılması oldu, igər səbəbi Naxçıvana qarşı çar hökumətinin təzyiqlərinin artması oldu. Yaşayış səviyyəsi ağaəli salınmış, sərhəd qapalılıqları yaranmış, başqa bölgələrlə əlaqələr kəsilmişdir. Ona görə də gənc ziyalılar genişliyə çıxma bilmir, ən adi ədəbi-mədəni şəraitin yaranmasına qarşı maneələr törədilirdi. Halbuki həmin dövrlərdə Rusiyada onlarla mətbuat orqanları nəşr edilir, şair və yazıçıları bir yerə toplayır, onların əsərləri dərc edilir, rus ədəbiyyatında, mədəni həyatında geniş istiqamətli Ədəbiyyat İnqilabı dalğaları coşğun dəniz kimi hər yana yayılırdı.

XX əsrin əvvəllərində istər Ordubadda, istərsə də Naxçıvan ədəbi mühitində əvvəlki coşğunluq olmadı. Belə ki, XX əsrin əvvəllərində Naxçıvan ədəbi mühitində poeziya, demək olar ki, öz əvvəlki coşğunluğunu itirmişdir. Lakin bununla belə, ədəbi mühitdə Məmməd Səid Ordubadi, Hüseyn Cavid, Hüseyn Nədim Naxçıvani, Mirzə Cəlil Şüribi Mirzəyev, Əli Məhbus kimi şairlər yetişirdi.

Məmməd Səid Ordubadi görkəmli şair Hacığa Fəqir Ordubadinin oğludur. Məmməd Səid istedadı və ədəbi, ictimai-mədəni mövqeyinə görə ədəbi aləmdə mollaəsrəddinçi kimi tanınan şair idi. Məhəmməd Tağı Sidqinin 1903-cü ildə vəfatı münasibətilə Məmməd Səid Ordubadi “Müəllimi-amil mərhum Sidqinin vəfatı və tarixi barəsində” adlı şeir yazmışdır. Şeir klassik formadadır. Şair qəzəl-qəsidə formasında Sidqinin ölümünə təsirli bir ağı yazmışdır:

**Pozuldu gülşəni-eyşim, tükəndi, bülbülüm getdi,
İşim ahü fəğan, fikrü xəyalım dərdü möhnətdir.**

Şeir sanki aşiqin məşuquna söylədiyi bir həsrət nəğməsidir. Şairin dili obrazlı ifadə tərzinə görə yatımlı və təsirlidir. Klassik qəzəllərə və qəsidələrə məxus bir lirizm axarlığı vardır. Hər beyt özü-özlüyündə bir ahəng nəğməsi təsiri bağışlayır.

**Əcəb xoş vaxt imiş dünyada Sidqiylə keçən günlər.
Necə Sidqi?—Sədaqət kanıdır, dəryayi-hikmətdir.
...Yazım bu misrayı qəbrinə tarixi-vəfatından:
“Fələk, ey dil, Amanım aldı, dərdim binəhayətdir.**

Şair, Sidqi ilə keçirdiyi günlərin şirinliyi içərisində əzab çəkir. Onun üçün Sidqi “sədaqət kanı”dır, “dəryayi-hikmət”dir.

Məmməd Səid Ordubadi Ordubadda yaşayarkən satirik şeirlər yazır, “Molla Nəsrəddin” dərgisinə göndərirdi. Dərginin daimi müəlliflərindən biri olmaqla,

“Hərdəmxəyal” imzası ilə şeirləri dərc etdirmişdir: “Jurnal bütün davamı boyu “Hərdəmxəyal”sız keçinməmişdir” (“Moll. Nəs.çi şairlər, səh.217). “Molla Nəsrəddin”də ilk şeiri 1 sentyabr 1906-cı ildə (N-22) dərc edilmişdir. Şeir “Ağlar” adlanır. Dördlük-qoşma formasında olan bu beş bəndlik şeirdə şair yeni məzmun və forma, yeni ideya vardır. Bu ideya, sözsüz ki, bütün “mollanəsrəddinçilər”in, tənqidi realizm ədəbiyyatının ədəbi istiqaməti idi. Şeirdə şair millətin həyat və yaşayışının ağırlığından, müsəlmanların zülm içində yaşamaqlarından və onun doğurduğu dərdlərdən bəhs edir:

**Asudə bizik,bizləri görcək sitəm ağlar,
Qəmdidəliyim görsə, yəqin et ki, qəm ağlar,
Birdən görən əhvalımızı dəmbədəm ağlar,
İslam adı yazdıqca əlimdə qələm ağlar.**

**Yoldaş, qapını çalma, anaxtarsız açılmaz,
Çox səy”ü tələş etmə ki, qəlbində su durmaz,
Yüz top vurasan başına, bu yatmış ayılmaz,
Daşlara da mən dərdimi söyləsən, ağlar.**

**Hər töhməti bas bəğrinə, çox söyləmə, lal ol,
Saldət nə soruşsa, dilini anlama, mal ol,
Qafqazda qoyunlar kimi hər cinsə həlal ol,
Hər tayfə də şad olsa da, axır əcəm ağlar.**

Qoyma yerə boş gülməyi, aləm sənə gülsə,
Get işrətə, gər başına min qüسسə tökülsə,
Fikr eyləmə bir zərrəcə, qəddin də bükülsə,
Kafir də səni görsə, xudayə qəsəm, ağlar.

Üstün yana əl vurmayıb et bircə təvəkkül,
Sel gəlsə, durub qaçma, əgər olsa da müşgül,
Hər nə desələr, bax özünü eyləmə yüngül,
İslam adı yazdıqca əlimdə qələm ağlar.

(Molla Nəsrəddin”, 1 sentyaba 1906, N- 22).

Şeir dərginin 1 sentyabr 1906-cı il 22-ci nömrəsində əvvəli 3-cü səhifədə, davamı 6-cı səhifədə gedən “Qəlbim tutulmuşdu” yazısında verilmişdir. Həmin yazını təqdim etmək yerinə düşərdi:

“Yayın orta ayı, günortanın zamanı, qəlbim tutulmuşdu, durub dolanıb molla yoldaşımı tapdım, ərz elədim, ay molla, sən Allah. Bir az yaxşı söhbətlərdən elə, bəlkə, bir az mənim qəlbim açılsın. Pir olsun, çox fərəhli söhbət etdi, əvvəl buyurdu:

-- Görəsən, bu isti hava nədəndir? Dedim:--Bu işləri hükama yaxşı bilər. Buyurdu:--Görəsən, hamı şəhərlər bizim şəhərimiz kimi isti olar?

Dedim:

-- Molla qardaş, mənim ağlımca, Qafqaz şəhərləri bir-birindən gərək bir az təfavütlü olsun.

Dedi:

--Xeyr, mən Qafqazı demirəm, belə bir neçə yer adı var ki, indi təzə məktəbə getmiş uşaqlar sayıb sonra divardakı cızıq-cızıq kağızlarda barmaqları ilə göstərirlər, ürəyimdə bilirəm, amma dilim tutmur. Dedim:--olmaya, beş qitəni deyirsən?

Dedi:-

-Adını de, görüm.

Dedim:-

- Avropa, Asiya, filan, filan. Buyurdu:--Bunlar isti olar, yəni bizim şəhərimiz? Dedim:--Ehtimal vardır ki, Afrika çölləri isti olar. Buyurdu:--Afrikada müsəlman çoxdur, ya Qafqazda? Ərz elədim, Afrikada neçə-neçə islam hökumətləri vardır ki, Qafqazdan böyük torpağı, milyonlarca nüfusu vardır. Buyurdu:--Xub, onların idarəsi nə tövrdür, məşrutədir, müstəqildir?

Dedim:--onlar öz çörəklərini gizlin yeməkdədirlər. Buyurdu:-- Necə, necə?! Gördüm ki, çox baş-beynimi aparacaq, istədim, sakit eləyim, dedim:--Onlar da bizim Rusiya müsəlmanları kimi asudə yaşamaqdadırlar. Dedi:-- Necə, nə buyurursan? Təngə gəlib bu nəzmləri rəfiqimə oxudum”.

Satira—tənqid və ifşa, eybləri faş etmək tənqidi realizmin ədəbi, bədii-poetik mövqeyini xarakterizə edən əsas tərzdir. M.S. Ordubasdinin satirik şeirləri molla-nəsrəddinşilərin ədəbi mövqeyinin ifadəsidir. “Xristianların pasxa bayramı münasibətilə müsəlmanlara xitabı” şeiri də satirik mövqenin ən sərt bir yönümünü ifadə edir:

İç müftə şərabi, qurtarır pasxa, ay oğlan,
Yatma, ay müsəlman.
Həp evləri gəz, hər yerə gir, eyləmə nöqsan,
Çək ustola xəndan.

Hər kəs tanıyır -get, tanımır-get, genə görsün,
Həm adını sorsun.
Ev sahibinə baxma, tök-iç, qoy gözü dursun,
Dalınca tüpürsün.

Təklif eləməzlərsə, özün tök iç, utanma,
Qətrə yerə salma,
Hulquma kimi doldur, əzizim, üzə qalma,
Heç bir sözü alma.

Qat bir-birinə votkanı, şanpanı, şərabi,
İç badeyi-nabı.
Keflən, peç oxu,tans elə, həm başla rəhabı,
Çal bir-birə qabı.

Sök həm quzunun böyrünü, sardınkanı qurar,
İnsanda nədir ar?
İndeykanı, kanservanı, yaxud nə ki şey var,
Bas dünbeyi-pərgar.

Qovsun səni ev sahibi, heysiyyəti boşla,
Həm qeyrəti boşla.
Doldur şikəmi, milləti, milliyyəti boşla,
Həm fikrəti boşla.
Gülsün sənə aləm,
İç badə dəmadəm,
Lə”n etsə, yüz adəm,
Sən ibrəti boşla

Söz müxtəsər, oğlum,

Boş qeyrəti boşla!

(“Molla Nəsrəddin”, 16 aprel 1911, N- 14.

Şairin-Məmməd Səid Ordubadinin bədii hücumu tənqid hədəfinin eyiblərini açmağa deyil, onun bir insan kimi özünü ifşa etməsinin tipik mənzərəsini verməyə yönəlib. Şeir ən sərt ifşa üsulunda yazılmışdır ki, bu da M.S. Ordubadinin satirik mövqeyinin ən xarakterik cəhəti kimi diqqəti cəlb edir.

Göründüyü kimi, **şeir məsnəvi** janrında yazılmışdır. Məmməd Səid Ordubadi klassik formadan istifadə etməklə, əyyaş, gününü şərab içməklə keçirən şəxsi ifşa edir. Pasxa bayramında verilən ziyafətdən istifadə edərək qarınqululuq edən şəxsin portretini yaratmışdır.

Şeirin bədii özəlliklərindən biri də onun “artırma”-müstəzad şəklində yazılmasıdır. **Müstəzad** şeir formasından XIX əsr şairləri daha çox istifadə etmişlər. Müstəzad- artırma forması hərəkətli, dinamik, axarlı üslubda olan şeir şəkli. Məmməd Səid Ordubadi tənqid hədəfinin əhvalına uyğun olaraq bu formanı seçmişdir. Məsnəvi-müstəzad formasında az yazılmışdır. Mirzə Ələkbər Sabir bu formadan istifadə etməklə “Molla Nəsrəddin” jurnalında satirik və yumoristik bir hərəkət üslubu yaratmışdır. Məmməd Səid Ordubadinin dilində satirik ifadənin sərt və qəzəbli axarı da Sabir üslubundan gəlir. Ümumiyyətlə, Məmməd Səid ordubadi ən mübariz və barışmaz molla-nəsrəddinçilərdən biri kimi tənqidi realizmdə özünəməxsus iz açmışdır.

MİRZƏ CƏLİL ŞÜRBİ

XX əsrin əvvəllərində Naxçıvan ədəbi mühitində tanınan şairlərdən biri də **Mirzə Cəlil Şürbi Mirzəyev** olmuşdur. Lirik şeirin klassik ruhuna bağlı olan şair, əsasən, qəzəl janrında yazmışdır. Bu, hər şeydən əvvəl, onun şairanə təbiətindən irəli gəlirdi. Qəlbən həssas, ruhən gözəllik, nəciblik, səmimiyyət aşiqi olan Şürbi sözlərin kövrək və hərarətli ifadə yatımları ilə özünün daxili dünyasına xas olan lirik coşğunluğu canlandırma bilirdi. Buna görə idi ki, Mirzə Cəlil Şürbi Mirzəyev də Naxçıvan ədəbi mühitində xüsusi hörmətə, bədii yaradıcılıq özəlliklərinə malik ziyalı idi.

Dilində lirik incəlik və zəriflik onu göstərir ki, şair Şürbi klassik poetika elminə dərinlən bələd olan bir ziyalı, alim idi. “Mən” rədifli qəzəlindəki söz və üslub zərifliyi də bunu sübut edir:

Bu xərabə könlümü verdim yenə bir yarə mən,

Yaralanmış qəlbimə vurdum yenə bir yarə mən.

Düşmə eşqə, ey könül, xof eylə, olma mübtəla,

Bu bəlayə tapmadım özümdən özgə çarə mən.

...Ya yetir dildarımı, ya da məni dildarimə,

Ölməyəm, ta ki, yetişsəm bir də ol dildarə mən.

Güli-ruyində, canan, bülbul-şeyda kimi

Şürbiyəm, rüsvayi-ələm olmuşam biçarə mən.

Başqa bir qəzəldən:

**Adım Məcnun deyil, amma özüm səhradə sərgərdan,
Məni sevdəyi-eşqin eyləyib dünyadə divanə.**

**... Məzəmmət etməyin ki, mən rüsvayi-dövrənəm,
Adım Şürbi, məqamü məskənim künci-meyxanə.**

(Nümunə Mirzə Əbülqasim Sultanovun “Ədəbi nümunələr” müntəxəbatından götürdüyünü söyləyir: 5, səh.221-222).

Mirzə Cəlil Şürbinin “Elm və cəhalət” adlı şeiri də onu göstərir ki, şair yeni mövzular və yeni ideyalar axtaran maarifçi-demokrat olub. “Elm və cəhalət” şeirində iki bir-birinə zidd olan gücdən bəhs edilir, onların özlərinə məxsus xarakterləri özlərinin dilindən verdiyi sözlərlə ifadə edir:

Elm deyir:

**Milləti-islamı tənəvvür etməyə, əfsus, ah,
Parlayıb çıxdımsa da, onlar mənə etməib nigah.
Söylədim: “Böylə nəcin”? Dedi: “Bizə Molla demiş:
Milləti-islamə bəsdir tək tənəvvüc və nigah.**

Cəhl deyir:

**Hər yerə getdim, qovuldum, tapmadım mən bir pənah,
Milləti-islamı tapdım kəndimə ancaq sipah.
Afərin, ey aləmi-islam, baz əhm afərin,
Dəstbərdar olmayın məndən öluncə siz təbah.**

Müəllif elmsizliyi cahillik adlandırır. İnsanları elm öyrənmək tələbindən yayındıran şəxslər cəh- cəhalət adamıdır. Şeirdə şair dövrün cəhlə üz-üzə qalmasını millətin təhsil almaq hüquqlarının əlindən alınmasının nəticəsi kimi kimi anlatmaq istəmişdir.

ƏLİ MƏHBUS

XX əsrin əvvəllərində Naxçıvan ədəbi mühitində şeirlərinin mövzu və iodayası, ifadə tərzilə fərqlənən şairlərdən biri də **Əli Məhbus** (1844-1933) idi.

Əli Məhbusun şeirlərini bu yaxınlarda Əsgər Qədimov əldə etmiş və nəşr etdirmişdir. Ə.Məhbus haqqında ilk məlumatın Əziz Şərif verdiyini söyləyən Ə.Qədimov şairin oğlundan aldığı məlumatlara istinadən Əli Məhbusun həyatına dair yeni faktlar söyləyir. Əli Məhbus “Əlişdan” ləqəbilə Naxçıvanda tanınan şəxs olub. Cəlil Məmmədquluzadənin dayısı olan Əli Məhbus satirik şeirləri ilə xalq arasında sevilən şəxs olub.

Əli Məhbus “Tərcümeyi-hal” şeirində özü haqqında məlumatları qələmə almış və özünün həyatının ən üzücü və ağrıdıcı hallarını təqdim etmişdir. Şeirdən bir hissəni təqdim etməklə oxucuları şairin həm də xalq yaradıcılığından gələn yazı tərzini tanımaq istədik:

**Mən yazıram dərdimi çün aşkar,
Ta qala məndən sora yadigar.**

**Tərcümeyi-halimə baxsaz əgər,
Onda bilərsiz nə qəzavü qədər
Başıma gəlmiş mənim, ey fə'lələr.
Yadə salarsız məni siz hər nə var.
Ta qala məndən sora bir yadigar.**

**Öldü atam, çünki mən oldum yetim,
Qaldı ürəkdə o zaman həsrətim.
Olmadı çün, elmə gedəm, sərvətim,
Oldu günüm qarə mənim hər nə var,
Ta qala məndən sora bir yadigar.**

(7, səh.69-73)

Şair ağır həyat keçirmiş, elmsizliyin, təhsil edə bilməməyinin əzabını yaşamışdır. Elmsizlikdən gününün qara olduğunu söyləyən Əli öz dərdi-dilini şeirlərilə ifadə etmişdir. “Məhbus” təxəllüsü də onun həyatda, dünyada məhbusların halına bəhzər bir hal olduğunu göstərir.

Satirik üslub Əli Məhbusun şeirlərinin əsas xəttini təşkil edir. Çar hökumətinin Azərbaycanda törətdiyi zülm və özbaşnalıqlarını ən sərt yönərlə tənqid edən Əli Məhbus öz vətəninə və millətini dərinləndirən sevən bir vətəndaş olub.

“Rus çarı Nikolaya” şeirində Əli Məhbusun cəsarəti onun mübarizliyinin bariz nümunəsidir:

**Ata övladına zülm etməz, ey zalim, qəddar,
Sən eylədin axır nə üçün bir belə, bədkar?**

**Verdin əlinə hökmü qoburnati-xəbisin,
Saldın yola, gəldi bura iblisi-xətakar.**

**Burda aparıb eylədilər çün ona hörmət.
Evlərdə qonaq saxladılar üç gecə xanlar.**

**Sən hökm eləmişdin sən o zinakarü ləinə.
Xəlqin işinə gətirdi salıb bir belə azar,**

**Əkdi bu bəla toxmunu Qəfqasə sərəsər.
Hər yerdə qırır bir-birini pirü cəvanlar...(7, səh.76)**

12 may 1905-ci ildə yazdığı “Qoburnat” rədifli şeirdə Əli Məhbus çar hökumətinin qubernatoruna müraciət edir və onun törətdiyi fitnə-fəsadı, zülmü, zorakılığı, iblislik edərək xalqlar arasında saldıği ədavət salmağını qabarıq bir tərzdə tənqid edir:

Gəldin nə üçün qavzadın üsyanı, qoburnat?

Saldın nə səbəbdən bura dəvanı, qoburnat?

**Çıxdın bazara, qanfet alıb payladın əvvəl,
Çün şad elədin sən susub hər yanı, qoburnat.**

**Girdin şəhərə, dalda nəçəlnik və pristav,
Yığdın başına bir sürü nadanı, qoburnat.**

**Meydanda durub hökm elədin pirü cəvanə,
Nahəq yerə tökdün bu qədər qanı, qoburnat.**

**Oldun niyə bais bu qədər qanə, a zalim?
Zülmün bürüyüb ölkədə hər yanı, qoburnat!**

**Səpdin bu yola toxmunu dünyadə sərasər,
Vermişdi sənə kim belə fitvanı, qoburnat?**

**İnsafı atıb, xatirə vicdanını satdın,
Verdin oduna sən neçə min canı, qoburnat!**

**Nahəq yerə iblisə cəməət şər atırlar,
Kim, söylə. Görüb sən kimi şeytani, qoburnat?
Məhbus görüb zülmünü, od tutdu, alışdı,
Tarixini yazdı belə pünhanı, qoburnat!**

(7, səh. 78)

Əli Məhbusun “İngilis” şeiri bir bənddir, lakin onda geniş məna və məzmun vardır. Bu həm də onun poetik ifadəsidir ki, şair az sözlə daha geniş və tutarlı mənalandırmalar yapmaq bacarığına malikdir:

**Bir usan, ey bihəya, qırdırma bu insanları,
Toplar altında dağıtma bu gül tək canları,
Qoyma dünyadə oğulsuz binəva piranları,**

Sən olarsan axırda dərdə giriftar, ingilis,

Qansoran, zalım, cahanda mərdimazar ingilis! (7, səh.79).

Əli Məhbusun bədii ifadə üsulu xalq ruhuna bağlı üslubdur. Şair sadə danışiq tərzində tənqid və ifşa oxlarını hədəfə doğru sərrst tuşlayır. Məsələn, “Ürəyim qan oldu” şeirində şair insanların ağır məhrumiyyətlər içərisində yaşadığını, vəfasız, etibarsız adamların ucbatından əzab çəkdiyini ürək ağrısı ilə belə ifadə edir:

Mən bu insanlara baxdım, işim əfğan oldu,

O qədər fikr elədim, ta ürəgim qan oldu.

Durub açdım gözümü, seyr elədim dünyanı,

Kuh-səhranı dolandım belə mən, hər yanı,

Bivəfa gördüm, əzizan, o qədər insanı,

Bu səbəbdən belə dünya mənə zindan oldu,

O qədər fikr elədim, ta ürəgim qan oldu.

Olmuşam indi odur ki, belə bir sərsəri mən,

Almışam çün əlimə beylə qələm-dəftəri mən,

Yazıram dəftərə hər dərdi, müsibətləri mən,

Məni çün dərdə salan bu dili-viran oldu,

O qədər fikr elədim, ta ürəgim qan oldu.

Yedi hər kim çörəgim, dutdu qıçımdan, yıxdı,

Getdi, hər yerdə oturdu, mənə bədxah çıxdı,

Onu bildim ki, belə bircə düz insan yoxdu,

Çün əyan oldu mənə, bu belə hər an oldu,

O qədər fikr elədim, ta ürəgim qan oldu.

(7, səh.80)

Şair, müxəmməs formasından istifadə edərək, klassik ədəbi ruha bağlanmış, satirik lirizmlə öz ədəbi mövqeyinin molla-nəsrəddinçilərin ədəbi hərəkətinə bağlı olduğunu göstərmişdir.

Əli Məhbusun “Ey Vətən” rədifli qəzəli-şeyri onun vətənə məhəbbətinin ən səmimi və məhrəm duyğularının ifadəsi kimi xarakterikdir:

VƏTƏN

Hər baxanda mən sənə, bağrım olur qan, ey Vətən,

Olmusan, ayə neçün sən belə viran, ey Vətən?

Qalmayıb bir yer səlamət, hər yerin viranədir,

Od vurublar sərbəsər, eyliblər suzan, ey Vətən!

Lirik qəhrəman candan əziz sevdiyi vətəninin “viran” olduğunu söyləyir. Bu elə bir viran olmaqdır ki, onun “bir abad yeri yoxdur”; burada ali qəsrlər yerlə yeksan olub; Vətən “xərabazara dönüb”, yoxsa ondan bir insan olmayıb? Şairin suallarının hər biri səbəbləri və cavabları dərinliyə çəkib aparır:

Yoxdu bir abad yerin, səndə görübən şad olam,

Qəsri-alilər olub xak ilə yeksan, ey Vətən!

Dönmüsən sən bir xərabazarə, yox səndən nişan,

Yoxsa səndə olmayıb heç bircə insan, ey Vətən?!

Bağların bənzərdir bir səhni-gülüstanə sənin,

Əsdi hardan bəs xəzan, soldu gülüstan, ey Vətən!

Qaçdı bülbüllər, dağıldı, etdilər səndən fərar,

Qaldı bisahib, olub güllər də xəndan, ey Vətən!.. (7, səh.83)

Şeirdə ənənəvi olaraq vətəni vəsf etmək tərzini yoxdur. Vətənin faciələrini, başına gətirilən əzabları dilə gətirməklə şair bilavasitə Vətənə məhəbbət duyğularını ifadə etmişdir.

Bu gözəl Vətənin başına qəsbkarlar nə zülümlər gətirməyib. Yetmiş il erməniləri Azərbaycan torpaqlarına köçürən ruslar onları silahlandırmış və nəhayət, 1905-ci ildə Azərbaycanlıların üzərinə saldırmışdır. Digər şeirlərində olduğu kimi, 1905-cı il üsyanı barədə yazdığı “Nədir?” rədifli şeirində də şair Azərbaycanda millətə, xalqa nə qədər zülmlər edildiyini və insanların nə qədər işgəncələr içərisində əzab çəkməsini sual üslubunda dilə gətirir:

Söylə, görüm, bircə bu üsyan nədir?

Qavzamısan sən belə söhbəti-iman nədir?

Bir yaradıbsan əgər Adəmi, Həvvanı sən,

Ərməni, gürcü, urus, Serbiya, German nədir?

Aşağıdakı beytlərdə Əli Məhbusun yanlış münasibəti ifadə eləyir ki, bunlar da onun bilgisizliyindən irəli gəlir:

Adəmi xəlp eylədin, bizlərə olsun ata,

Söylə görək, ay kişi, bəs belə reytan nədir?

“Ay kişi” ifadəsi düzgün deyil.

“Adını adil qoyub” ifadəsi də cahillikdən irəli gəlir: irad tutmaqdır, Allaha müraciətlə irad tutmaq cahillik və elmsizliyin ən tünd rəngi-əlamətidir:

Adını adil qoyub, alimi xəlpəylədin,

Bəndələrindən ötür bir belə üdvən nədir?

Gərçi o zalimdi, bəs sən niyə xəlpəylədin

Bu ta ki zalim degil, ta ona böhtan nədir? (7, səh. 74)

Vətənin halına acımaq, taleyinə yanmaq Əli Məhbusun vətəndaşlıq qeyrətinin ifadəsidir. Vətən haqqında ən incə və zərif duyğuların əsintiləri altında bu tərzdə nəğmə oxumaq tərzli Əli Məhbusun lirizminin daxili yükünü, psixoloji qaynarlığını göstərir.

NƏTİCƏ OLARAQ:

XIX əsrin sonları ilə XX srin əvvəlləri, demək olar ki, vahid zamandır və ədəbi proses baxımından da vahid inkişaf simasına malikdir. Daha bir əsaslı cəhət budur ki, həmin dövr nəzərindən yanaşsaq, dövr- müasir, çağdaş zamandır. Hər bir müasir zaman, təqribən, özündə 60-70 illik bir vaxtı əhatə edir. Buna görə də, XX əsrin əvvəlləri, məsələn, 30 ili əzündən əvvəlki otuz illəri əhatəlidir

ƏDƏBİYYAT

“Molla Nəsrəddin”, 16 aprel 1911, N- 14.

Cəlil Məmmədquluzadə Əsərləri. I cild. Bakı-2006

Qədimov. Salikin Div. Ön sözl.,səh.3-4

Əziz Şərif. “Molla Nəsrəddin” necə yarandı.

Mirzə Əbülqasim Sultanovun “Ədəbi nümunələr”

Molla Nəsrəddin şairlər, Bakı- 1987. səh.217

TECHNOLOGICAL ADVANCEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATIONAL SETTINGS**Azerbaijan-Baku, Gunel Shefiyeva****Orcid id: 0000-0001-5105-2749****agakishiyeva.g@mail.ru****Azerbaijan State Pedagogical University, Faculty of Philology, Foreign Languages Center**

The rapid development of Artificial Intelligence has significantly influenced various sectors, including education. AI technologies, particularly those derived from Machine Learning and Natural Language Processing, are being integrated into classrooms to enhance both teaching and learning processes. These advancements are redefining traditional educational models by introducing adaptive, efficient, and scalable solutions.

KEY WORDS: Artificial Intelligence, Personalized Learning, Educational Technology, Data Analytics.

AI-Driven Personalized Learning

One of the most impactful applications of AI in education is personalized learning. AI systems analyze student performance data to tailor instructional content according to individual needs. Adaptive learning platforms adjust difficulty levels, recommend resources, and provide targeted feedback. This individualized approach improves student engagement and learning outcomes by accommodating diverse learning styles and paces.

Intelligent Tutoring Systems

AI-powered tutoring systems simulate one-on-one instruction, offering explanations, answering questions, and guiding students through complex problems. Platforms such as Khan Academy and Duolingo incorporate AI to deliver interactive and responsive learning experiences. These systems are particularly valuable in environments where access to human tutors is limited.

Automation of Administrative and Academic Tasks

AI technologies have streamlined administrative processes such as grading, attendance tracking, and curriculum planning. Automated grading systems, supported by Natural Language Processing, can evaluate essays and written responses efficiently. This reduces educators' workload, allowing them to focus more on instructional quality and student engagement.

Data-Driven Decision Making

AI enables the analysis of large datasets to identify trends and predict student performance. Educational institutions can use these insights to implement early interventions for at-risk students and optimize curriculum design. Data analytics enhances institutional efficiency and supports evidence-based policy-making.

Enhancing Accessibility and Inclusion

AI plays a critical role in making education more inclusive. Tools such as speech recognition, real-time translation, and text-to-speech systems support students with disabilities and those from diverse linguistic backgrounds. These innovations help bridge educational gaps and promote equal learning opportunities.

Challenges and Ethical Considerations

Despite its benefits, the integration of AI in education presents several challenges. Concerns regarding data privacy, algorithmic bias, and academic integrity must be addressed. Additionally, over-reliance on AI

tools may hinder the development of critical thinking skills. Ethical frameworks and regulatory policies are essential to ensure responsible AI deployment.

Artificial Intelligence is revolutionizing educational settings by enhancing personalization, efficiency, and accessibility. While AI offers significant advantages, its successful implementation depends on balancing technological innovation with ethical responsibility. Educators and policymakers must collaborate to ensure that AI serves as a supportive tool rather than a replacement for human instruction.

AZERBAIJAN DİLİ DERS KİTABINDAKİ MODERN METİNLERİN ÖĞRETİMİ VE ÖĞRENCİ MOTİVASYONU

Baş müəllim, Lale MUSAYEVA

Azerbaycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Azerbaycan dili ve öğretim teknolojisi bölümü,
lala.musayeva.adpu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7701-5716

Özet

Modern eğitim sisteminde Azerbaycan dili ders kitaplarında sunulan metinlerin seçimi ve öğretimi, öğrencilerin dil becerilerinin gelişiminde ve motivasyonlarının oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle modern metinlerin – yani öğrencilerin günlük hayatlarına, ilgi alanlarına ve sosyal gerçekliklere uygun materyallerin – kullanılması, öğretim sürecinin verimliliğini artırmaktadır. Bu bakımdan modern metinlerin öğretimi, yalnızca dil öğretme aracı değil, aynı zamanda öğrencilerin düşünme, analiz ve iletişim becerilerinin geliştirilmesi için etkili bir araç olarak işlev görmektedir. Azerbaycan dili ders kitaplarında modern metinler farklı türlerde sunulmaktadır: gazete metinleri, bilgi verici makaleler, hikâyeler, diyaloglar vb. Bu metinler, öğrencilere gerçek hayat durumlarını anlama, sosyal problemler üzerinde düşünme ve kendi fikirlerini ifade etme imkânı sağlamaktadır. Modern metinlerin temel avantajı, öğrenciler için güncel ve ilgi çekici olmalarıdır. Bu da öğrencilerin derse aktif katılımını ve okuma sürecine ilgilerinin artmasını sağlamaktadır.

Öğrenci motivasyonu, öğretim sürecinin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Motivasyon, öğrencinin öğrenmeye ilgisini, etkinliğini ve sonuç alma isteğini belirlemektedir. Modern metinlerin doğru seçimi ve etkili öğretimi, öğrencilerin içsel motivasyonunu güçlendirmektedir. Örneğin, teknoloji, sosyal medya, çevre, arkadaşlık ve aile gibi konulara ilişkin metinler öğrencilerin dikkatini daha fazla çekmekte ve onların derse olan ilgisini artırmaktadır. Modern metinlerin öğretiminde öğretmenin rolü özel bir öneme sahiptir. Öğretmen, yalnızca metnin içeriğini açıklamakla yetinmemeli, aynı zamanda interaktif yöntemlerden yararlanmalıdır. Grup çalışması, tartışma, münazara, rol yapma oyunları ve yaratıcı görevler, öğrencilerin metin üzerinde etkin bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmektedir. Bununla birlikte, modern metinlerin öğretiminde dijital teknolojilerin kullanımı da büyük önem taşımaktadır. Video materyalleri, interaktif platformlar ve multimedya araçları, ders sürecini daha ilgi çekici ve cazip hâle getirmektedir. Bu, özellikle modern öğrencilerin dikkatini çekmek için etkili bir araçtır.

Sonuç olarak belirtmek gerekir ki, Azerbaycan dili ders kitaplarında modern metinlerin kullanılması, öğrenci motivasyonunun artırılmasında ve dil becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu sürecin başarılı olması için metinlerin doğru seçilmesi, interaktif öğretim yöntemlerinin uygulanması ve öğretmenin yaratıcı yaklaşımı temel şartlardır.

Anahtar Kelimeler: modern metinler, Azerbaycan dili öğretimi, öğrenci motivasyonu, interaktif yöntemler, okuma becerileri, öğrenme stratejileri

TEACHING OF MODERN TEXTS IN THE AZERBAIJANI LANGUAGE TEXTBOOK AND STUDENT MOTIVATION**Senior lecturer, Lala MUSAYEVA****Azerbaijan State Pedagogical University, Department of Azerbaijani Language and Educational Technology, lala.musayeva.adpu@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7701-5716****Abstract**

In the modern educational system, the selection and teaching of texts presented in Azerbaijani language textbooks play an important role in the development of students' language skills and the formation of their motivation. The use of modern texts – that is, materials relevant to students' daily lives, interests, and social realities – particularly increases the effectiveness of the teaching process. In this regard, the teaching of modern texts functions not only as a means of language instruction but also as an effective tool for developing students' thinking, analytical, and communicative abilities. In Azerbaijani language textbooks, modern texts are presented in various genres: journalistic texts, informative articles, short stories, dialogues, etc. These texts enable students to understand real-life situations, reflect on social issues, and express their own opinions. The main advantage of modern texts is that they are relevant and interesting to students. This, in turn, leads to students' active participation in lessons and increased interest in the reading process.

Student motivation is considered one of the key components of the teaching process. Motivation determines the student's interest in learning, level of engagement, and desire to achieve results. The appropriate selection and effective teaching of modern texts strengthen students' intrinsic motivation. For example, texts on topics such as technology, social media, the environment, friendship, and family attract students' attention more effectively and increase their interest in the lesson. The role of the teacher is particularly important in the teaching of modern texts. The teacher should not be content with merely explaining the content of the text but should also make use of interactive methods. Group work, discussion, debate, role-playing, and creative tasks ensure that students actively engage with the text. This approach develops students' critical thinking and problem-solving skills. Furthermore, the use of digital technologies in teaching modern texts is also of great importance. Video materials, interactive platforms, and multimedia tools make the lesson process more engaging and appealing. This is an especially effective means of capturing the attention of today's students.

In conclusion, it can be stated that the use of modern texts in Azerbaijani language textbooks plays a significant role in increasing student motivation and developing language skills. For this process to be successful, the correct selection of texts, the application of interactive teaching methods, and the teacher's creative approach are essential conditions.

Keywords: modern texts, Azerbaijani language teaching, student motivation, interactive methods, reading skills, learning strategies

AŞIQ YARADICILIĞI ƏDƏBİYYATŞÜNASLIQ TƏHLİLLƏRİNDƏ**ASHIG CREATIVITY IN LITERARY ANALYSIS****Dr. Ülker Bahşıyeva****ADPU-nun Filoloji fakültesinin****Edebiyatın tədrisi texnologisi****bölmünün baş öyrətım üyesi**ulker.baxsiyeva@mail.ru**ORCID İD 0000-0002-5994-2356****ÖZET**

Mirzə İbrahimova görə, aşiq – öz sənəti və sənətkar şəxsiyyəti ilə xalqa bağlı, xalqın bağrından qopmuş, onun arzu və istəklərini ifadə edən yaradıcı varlıqdır. Əsl aşıqlar xalqın həyatında sözün və sazın rolunu dərinədən başa düşmüş, xalqın mübarizəsində onları kəsərli silah hesab etmişlər. Ustad və kamil aşıqlar sözə və saza yüngül baxanlara, onu əyləncə, ucuz şöhrət və gəlir vasitəsi hesab edənlərə nifrət bəsləmişlər. Əsl sənətkarların sazi və sözü xalq ruhunun tərcümanı olmuş, xalqın şirin arzularından, romantik xəyallarından, odlu həsrətlərindən, sevinc və kədərindən yaranmışdır. Həqiqi aşiq sazını sinəsinə basıb, oba-oba, kənd-kənd vətəninin hər bucağını dolanmış, aralarında, dağında olmuş, kəndlilərin daxmasında, taya dibində, şum qırağında, çobanların arasında çalib-oxumuşdur. Duzlu sözü və sazi ilə xalqın ruhunu oxşamış, zəhmətkeş adamlara havadar çıxmışdır. Təsədüfi deyil ki, əsrlər boyu Azərbaycan kəndlisinin aşıqsız keçən bir toyu-bayramı olmamışdır. Kəndli xoş günündə evinin yuxarı başında aşığı oturtmuşdur.

Anahtar kelimələr: Mirzə İbrahimov, aşiq, şeir, xalq, milli

ABSTRACT

According to M.Ibrahimov, ashig is a creative being who is connected to the people with his art and artistic personality, separated from the heart of the people, expressing their wishes and desires. True lovers deeply understood the role of words and music in the life of the people, and considered them to be a sharp weapon in the struggle of the people. The master and the perfect lovers hated those who looked down on words and music, those who considered it a means of entertainment, cheap fame and income. The music and words of the real artists have become the interpreter of the people's spirit, they have emerged from the people's sweet dreams, romantic dreams, fiery longings, joys and sorrows.

A real lover pressed his sazi to his chest, traveled from village to village, from village to village in every corner of his homeland, in the fields, in the mountains, played and sang in the huts of the peasants, at the bottom of the haystack, in the plowshare, among the shepherds. He caressed the soul of the people with his salty words and voice, and he became friendly to the hardworking people. It is not by chance that for centuries there has not been a wedding-holiday of an Azerbaijani peasant without a lover. On his auspicious day, the villager placed the ash on the top of his house.

Key words: Mirza Ibrahimov, ashug, poetry, people, national

GİRİŞ

Aşıq sənətinin tarixi qədim və zəngindir. Aşıq ədəbiyyatı janr və mövzu zənginliyi ilə hər zaman ədəbiyyatşünas alimlərin, oxucuların diqqətini cəlb etmişdir. Bu mənada bir çox ədəbiyyatşünas alimlərin tədqiqlərində aşıq yaradıcılığı mövzu, janr aspektindən, poetik xüsusiyyətlər baxımından təhlil olunmuş, eyni zamanda aşıq sənətinin təsnifi və s. məsələlərə də toxunulmuşdur. Akademik Mirzə İbrahimova görə, aşıq – öz sənəti və sənətkar şəxsiyyəti ilə xalqa bağlı, xalqın bağrından qopmuş, onun arzu və istəklərini ifadə edən yaradıcı varlıqdır: “Əsl aşıqlar xalqın həyatında sözün və sazın rolunu dərindən başa düşmüş, xalqın mübarizəsində onları kəsərli silah hesab etmişlər. Ustad və kamil aşıqlar sözə və saza yüngül baxanlara, onu əyləncə, ucuz şöhrət və gəlir vasitəsi hesab edənlərə nifrət bəsləmişlər. Əsl sənətkarların sazı və sözü xalq ruhunun tərcümanı olmuş, xalqın şirin arzularından, romantik xəyallarından, odlu həsrətlərindən, sevinc və kədərindən yaranmışdır. Həqiqi aşıq sazını sinəsinə basıb, oba-oba, kənd-kənd vətəninin hər bucağını dolanmış, aralarında, dağında olmuş, kəndlilərin daxmasında, taya dibində, şum qırağında, çobanların arasında çalib-oxumuşdur. Duzlu sözü və sazı ilə xalqın ruhunu oxşamış, zəhmətkeş adamlara havadar çıxmışdır. Təsadüfi deyil ki, əsrlər boyu Azərbaycan kəndlisinin aşıqsız keçən bir toyu-bayramı olmamışdır. Kəndli xoş günündə evinin yuxarı başında aşığı oturtmuşdur” (3, 388).

Müəllifin aşıq haqqında böyük sevgi və vurğunluqla yazdığı bu fikirlərdə, aşıq sənətinin bütün sosial mahiyyəti ifadə olunmuşdur. Ədibin xüsusilə “əsl aşıqlar xalqın həyatında sözün və sazın rolunu dərindən başa düşmüş, xalqın mübarizəsində onları kəsərli silah hesab etmişlər” fikrini heç də mübaliğə saymaq olmaz. Azərbaycan xalqı “Aşıq elin anasıdır” demişdir. Bu cəhətdən aşıq həm də elin ağsaqqalı, öndə gedəni, onun sözünü deyəndir. Aşıq yaradıcılığı təkcə sevgi lirikasından ibarət deyildir. Aşığın bədii söz yaradıcılığının əhəmiyyətli hissəsini ictimai lirika təşkil edir.

Paşa Əfəndiyev göstərir ki, aşıq poeziyasının ənənəvi mövzuları üç əsas istiqaməti əhatə edir:

1. Məhəbbət lirikası;
2. İctimai-siyasi lirika,
3. Dini mövzular (2, 241-242).

Mürşəl Həkimov da orta əsrlər aşıq lirikasının mövzu baxımından «məhəbbət lirikası» və «ictimai-siyasi motivlər» olaraq iki qrupda səciyyələndirmişdir. Qara Namazov da aşıq yaradıcılığında ictimai mövzularla yanaşı, məhəbbət və təbiət mövzularından da bəhs etmişdir. Həmçinin Nazilə Məmmədova Aşıq Hüseyn Şəmkirinin poeziyasının tematik xüsusiyyətlərindən danışarkən iki qrupu qeyd etmişdir: məhəbbət lirikası və ictimai-fəlsəfi motivli şeirlər.

M.İbrahimov da hələ 1960-cı ildə yazır ki, “əsrlər uzununu yaranıb inkişaf etmiş aşıq yaradıcılığı istər məzmunu, istər forması etibarilə zəngin və rəngarəngdir. Burada həm sevgi, həm ictimai-siyasi, həm də əxlaqi-fəlsəfi mövzular işlənmişdir. Burasını xüsusi olaraq qeyd etmək lazımdır ki, sevgi motivləri aşıq yaradıcılığında nə qədər çox yer tutsa da, xalqın həyatı, gələcək haqqındakı xəyalları, fəlsəfi və estetik görüşləri, zalımlara nifrəti, bəylər, xanlar, burjua soyğunçuları və xarici işğalçılarla mübarizəsi öz əksini tapmışdır. Məhz buna görə də xalqın nəzərində aşığın səsi haqqın səsi olmuşdur”(3, 389).

Bütün bunlar göstərir ki, M.İbrahimovun “əsl aşıqların saz və sözdən xalqın mübarizəsində kəsərli silah kimi istifadə etmələri” haqqındakı fikri tarixi gerçəkliyi ifadə edir. Aşıq yaradıcılığında ictimai mövzuların əsas yer tutması bunun sübutudur. Ədibin öz ifadəsindən istifadə etsək, “əsl aşıqlar” həmişə haqsızlığa qarşı çıxmış, xeyiri, haqqı tərənnüm edib, şəri, nahaqqı, zülmü pisləmişlər. P.Əfəndiyev də yazır ki, “Azərbaycan xalqının həyatında, mübarizə tarixində elə bir əhəmiyyətli, təsirli hadisə olmamışdır ki, aşıqlar ona öz münasibətini bildirməsinlər. Aşıq poeziyasında xalqın misilsiz qəhrəmanlıq hünəri, azadlıq uğrunda mübarizəsi, dünyagörüşü, həyat və məişəti, istək və arzuları, gələcəyə inamı öz bədii əksini tapmışdır. Aşıq həmişə el içində məclislərdə oxumuşdur. Xalqın xoşuna gəlməyən heç bir qoşma aşıq tərəfindən ikinci dəfə oxunmamışdır, çünki aşıq

məclisdə dinləyicilərin arzusu, xahişi ilə hərəkət edir, onların zövqünü oxşayır, sifarişini yerinə yetirir” (2, 241).

KAYNAKLAR

1. Beqdeli Q. Məhəmmədhüseyn Şəhriyar. (monoqrafiya). Bakı: Azərnəşr, 1963, 39s.
2. Əfəndiyev P. Azərbaycan şifahi xalq ədəbiyyatı. Bakı: Maarif, 1992, 480 s.
3. İbrahimov M. Əsərləri, 10 cildə, IX cild, Bakı: Yazıçı, 1982, 664 s.
4. İbrahimov M. Aşıq poeziyasında realizm. Bakı: Elm, 1966, 81 s.
5. İsmayilov H. Tanrı Misgini – Haqq Carçısı (ön söz) / Misgin Abdal. Toplayanı, ön söz, qeyd və izahların müəllifi H.İsmayilov. Bakı: Səda, 2001, s.3-22
6. Qasımlı M. Aşıq sənəti. Bakı: Ozan, 1996, 260 s.
7. Təhmasib M.H. Azərbaycan xalq dastanları (orta əsrlər). Bakı: Elm, 1972, 399 s.

MƏMMƏD ARAZ YARADICILIĞINDA İNSAN VƏ TƏBİƏT HARMONİYASI**KAMAL CAMALOV****Pedaqogika elmləri doktoru,****Naxçıvan Müəllimlər İnstitutunun professoru,****Azərbaycan Respublikasının Əməkdar müəllimi,****“Qızıl Qələm” mükafatı laureatı**

Məmməd Araz hələ balaca yaşlarından həssas bir təbiət vurğunu olmuş və sanki təbiətin dilini bilmişdir. O, ana vətənin gözəlliyindən vəcdə gəlmiş, onun dağlarına, düzlərinə mahnılar oxumuş, tərənnüm etmişdir. Vətən təbiətinin hər guşəsi, hər daşı, uzaq dərələr döşündə şırıl-şırıl axan tənha bulaqlar belə, ona dünyalar qədər əziz görünmüşdür. Görkəmli şair, söz xiridarı Məmməd Araz uşaqlıq illərini “Yaşa, ucal, doğma torpaq” adlı məqaləsində belə xatırlayır: “Araz sahilində dünyaya göz açmışam. Araz sahilindən dünyaya baxmışam. Hərdən mənə elə gəlir ki, bu torpaqda hər çayın, hər bulağın dilini bilirəm; hər daşın, hər qayanın tərcümeyi-halına bələdəm. Üçqardaşdan, Keçəldağdan, Dərələyəz silsiləsindən üzəaşağı – Araza doğru nə qədər qaçmışam, küləklərlə gizlinpaç, şimşəklərlə çilingağac oynamışam. Aydın, təmiz cənub gecələrinin göylərinə nə qədər sapand atıb, “ulduz endirmişəm”. Uşaq alayımız səhərlər gündöğana, axşamlar günbatana nə qədər at çapıb, günəşə yetmək, onu səhərlər dağ başından bir qədər tez qaldırmaq, axşamlar batmağa qoymaq istəməmişik... Bəlkə neçə min il əvvəllər də bu torpaqda insanlar günəşsevər olublar; uşaqlarla günəşin dostluğundan bu yerə bu qədər işıq ələnib” [1, s.36].

Xalqımızın görkəmli xalq şairi Məmməd Araz zəngin yaradıcılıq dövrü keçmişdir. Onun “Üç oğul anası” (1961), “Araz axır” (1964), “Anamdan yadigar nəğmələr” (1966), “Ömür karvanı” (1967), “Atamın kitabı” (1974), “Dünya sənin, dünya mənim” (1983), “Qayalara yazılan səs”, “Daş harayı” və s. kimi onlarla əsəri artıq ədəbiyyatımızın və pedaqoji fikir tariximizin qızıl fonduna daxil olmuş və şairi respublikamızın hüdudlarından çox-çox uzaqlarda tanıtmışdır. Mərhum akademik Bəkir Nəbiyev qeyd edir ki, Məmməd Araz “yeganə şairdir ki, əsərləri belə geniş və bu qədər də səxavətlə nəşr olunur” [2, səh.3]. Məmməd Araz mənsub olduğu xalqın həyatını, mənəvi aləmini, psixologiyasını, adət-ənənələrini yaxşı bilən şairlərimizdən biri olmuşdur. Onun hər bir şeirində xalqın təfəkküründən qidalanan nikbinlik, təbiilik hakimdir. Xəlqilik, xalq ruhunun inikası onun əsərlərinin daxili məzmunundan, ümumi ruhundan, bədii, estetik keyfiyyətlərindən doğur. O, qələmə aldığı mühitin, hadisənin mahiyyətinə, məzmununa nüfuz etməyi, qəhrəmanlarının daxili aləmini, xarakterini açmağı, onları öz həyat tərzlərinə, dünyagörüşlərinə uyğun şəkildə təsvir etməyi, danışdırmağı bacaran, fikirlərini yığcam, lakonik ifadə edən orijinal üsluba, xüsusi dəsti-xəttə malik bir şairdir.

Uzaqdan-uzağa xoşuna gəlsəm,

Məni dindirməyə tələsmə hələ.

Tanımaq istəsən məni əzəl sən

Tanış ol bu kiçik şeirlərimlə.

Gözəl təklifdir. Şairin mənəvi aləmi ilə tanış olmaq üçün, oxucular onun ürək oxşayan şeirlərini dönə-dönə, yorulmadan oxuyurlar. Hər şeydən əvvəl şair yaradıcılıq ehtirası ilə coşan, həyat və mübarizə sevgisi ilə yaşayan nikbin bir vətəndaşdır. Məmməd Araz hədəf keçən günləri və saatları ömür hesab etmir, həyatın qiymətini ömrün mənalı keçən anları ilə ölçür:

Səhərlər yuxudan tez oyat məni.

Qoyma axşamlar da tez yatım, ana.

Bir qara daş bilər bu həyat məni,

Yuxularda keçsə həyatım, ana!

Dahi alman şairi və filosofu İ.V.Höte şairliyin mahiyyətindən bəhs edərək deyir: “Nə qədər ki, bir qələm sahibi özünün xırda subyektiv duyğularını ifadə edir, hələ ona şair demək olmaz. Lakin mühitini, gerçəkliyi qavrayıb onu ifadə etməyin yolunu tapanda həmin adam şairə çevrilir”. Bu mənada Məmməd Araz “Üç oğul anası”, “Mən də insan oldum”, “Atamın kitabı”, “Kəndim, balacasan, çox balacasan”, “Qoca arıçı ilə söhbət” və s. poema və şeirlərində mühiti, gerçəkliyi, sevinci, kədəri, ümid və istəkləri, dövrün şirinli-acılı həqiqətlərini əks etdirməyi layiqincə bacaran bir şair olmuşdur.

Məmməd Arazın “Üç oğul anası” poemasında canlı insan ehtirasları, real həyat lövhələri ilhamla verilmişdir. Şairin qəhrəmanı mərd oğullar anasıdır. Ananın övlad fərağı, oğlanları itkin düşəndən sonra keçirdiyi iztirablar, nəhayət, onun ölüm səhnəsi, habelə anaya el qayğısı və s. elə təsvir edilmişdir ki, sanki müəllif bu hadisələrin şəxsən iştirakçısı olmuş, o da ana ilə birlikdə günlərlə, aylarla uzaq yollara göz dikib heç zaman qayıtmayacaq əsgər oğullarının yolunu gözləmişdir. Faşizmin törətdiyi qanlı cinayətlərin ana ürəyindəmi, yoxsa şair ürəyindəmi daha artıq həyəcan doğurduğunu söyləmək çətindir. Çünki şairlə, onun subyektiv aləmilə mövzu qaynayıb qarışmış, bir sintezə çevrilmişdir. Buna görə poema bir növ “Şairin öz özünü ifadə etməsidir” (Belinski). Şair, ana surətinin xarakter cizgilərini əsasən intizar və ölüm səhnələrinin təsvirində aydınlaşdırır. Müəllif, hadisələrin sonunu poemanın əvvəlində təsvir etsə də əsərə qarşı maraq daha da artır. Poemada ananın fərdi nisgili dünyəvi mahiyyət daşıyan ictimai narahatlıq fonunda açılır.

Bu ananın qəzəbi məhəbbətindən, məhəbbəti isə qəzəbindən daha dərin və daha güclüdür. O, ölümdən belə qorxmur. Ölümə qarşı aciz, ümitsiz bir ana kimi yox, üsyankar kimi dayanmışdır. Ölümə xitabən ananın dediyi sözlərə diqqət yetirək:

Qıy vursam dağlar da düşər lərzəyə,

Bu saatca külün sovrular göyə.

Yetməzmi zəhrimar yağıdı dilindən?

Bir gün də yaxşılıq gəlsin əlindən.

Demirəm yaşayım beş yüz il, min il;

Mənə ömür deyil, möhlət gərəkdir.

İtil gözlərimdən, ey ölüm, itil,

Gülsənəm oğulsuz ölməyəcəkdir...

Bir kəndə, bir elə etibarım var;

Mənim dağlar yıxan oğullarım var.

Qara yel əsəndə çöllərimizə,

Ölüm gətirəndə yağılar bizə,

Onları göndərdim ölümə qarşı.

Onda tökülmədi mənim göz yaşım;

Götür qılıncını, məndən uzaq gəz,

Ölüm öldürənin anası ölməz.

İtil, Gülsənəmi tək qarı bilmə! [3, s.34-35]

Bəlli olur ki, ana qəlbinin nifrəti də şəfqəti qədər tükənməz imiş.

Şair, sanki analarımıza şəxsən bəslədiyi sonsuz ehtiramı ifadə etmək üçün bu obrazı yaratmışdır.

Müharibə ananın arzuyla, ümidlə böyütdüyü oğlanlarını məhv edir. Ana xalq məhəbbəti və qayğısı ilə əhatə olunsada, bu həsrət ananın saçlarını ağardır, qəddini əyir. Ananı öldürən həsrət duyğularını şair coşğun bir ilhamla təsvir edir:

Yandı sınıq qəlbi, yandı yenə də,
Nə yaxın, nə də ki, uzaq eşitdi.
Yandı ümidi də, təsəllini də.
Ürək eşitmədi, qulaq eşitdi [3, s.30].
...Günlər atlı oldu, günlər tez ötdü,
Nə vaxtsız, vədəsiz qocaldı arvad!
Gözünün yağıyla oğul böyütdü,
Ocaqlar başında tək qaldı arvad [3, s.32].

Dünyaya gəlmiş oğullar ali məqsəd naminə Dunay sahilində şəhid olurlar. Bu oğlanların hərəsinin özünə məxsus məhəbbət tarixçəsi var idi və şair bunu yığcam şəkildə təsvir etmişdir. Beləliklə “Üç aslan biləkli oğul anası özgülər çiyində gora gedir”. Lakin ananın ölümü bizi nə qədər pərişan etsə də bədbinliyə qapılmırıq. Çünki burada sanki ana öz ölümü ilə ölümə qələbə çalır. Ümumiyyətlə, ana surəti poemada mərdlik və paklıq simvolu kimi verilmişdir. Hər bir oxucuda dosta məhəbbət, düşməne nifrət hissləri tərbiyə edən bu poema, insan iztirablarının təsvirini versə də, bütövlükdə xeyirxah qüvvələrin mənfur qüvvələr üzərində qələbəsinin təsdiqidir.

Şair, bu əsəri nəcib bir məqsədlə qələmə almışdır.

Şimşəklər qanadım, sellər ilhamım,
Küləklər nəfəsim qoy olsun bu gün!
Qəlbimin bu sadə şeiriyyətindən
Bir ana heykəli qoyulsun bu gün! [3, s.37]

Poemanın mərkəzində duran əsas ideya “Müharibə olmasa” şeirində tamamlanmışdır. Elə bil ki, bu şeir “Üç oğul anası” poemasının düşündürücü xülasəsi, mənalı sonluğudur.

Sevənlər aləmində
Nə qəm, nə həsrət olar.
Bəşərin gülləsi – söz,
Sözü – məhəbbət olar, -
Müharibə olmasa! [2, s.90]

Göründüyü kimi, şair bəşəriyyətin sülh və əmin-amanlıq arzusunu təbii boyalarla təsvir etmişdir.

Yekun olaraq demək olar ki, Məmməd Arazın tərbiyə ilə bağlı fikirləri tam və sistemli bir yanaşmanı əks etdirir. O, şəxsiyyətin formalaşmasında tərbiyənin rolunu, insanın mənəvi aləminin inkişafını və

özünüdərkətmə prosesində əhəmiyyətini yüksək qiymətləndirmişdir. Şairin yaradıcılığında etik-əxlaqi normalar, böyüyən nəslin mənəvi tərbiyəsi ilə bağlı dərin düşüncələr onun şeir fəlsəfəsinin əsas sütunlarını təşkil edir.

Məmməd Araz əsərlərində əxlaq tərbiyəsinin həm fərdi, həm də ictimai həyatdakı rolunu mühüm və köklü problemlər prizmasından təhlil etmiş, gənc nəslin inkişafında yüksək əxlaqi keyfiyyətlərin formalaşması üçün konkret və praktik yolları göstərmişdir. Onun şeirlərində tərbiyə yalnız nəsihət deyil, həm də həyatın dərin anlamı, insana yol göstərən bir prinsip kimi təqdim olunur. Məmməd Araz gənc nəslə yalnız bilik sahibi etməyi deyil, həm də onu yüksək mənəvi və etik dəyərlərə, insanlığa, təbiətə və cəmiyyətə hörmətlə yanaşmağa ruhlandırır.

Beləliklə, Məmməd Arazın tərbiyə anlayışı yalnız məktəb və dərslər çərçivəsində qalmır, həm də əxlaqi, mənəvi və fəlsəfi ölçülərlə zənginləşərək, gənc nəslin həm ruhunu, həm də düşüncə tərzini formalaşdıran hərtərəfli bir sistem kimi çıxış edir. Onun yaradıcılığı tərbiyəni yalnız vətənə, cəmiyyətə xidmət vasitəsi kimi yox, həm də insanın daxili dünyasının inkişafı üçün əsas amil kimi təqdim edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Məmməd Araz. Yaşa, ucal, doğma torpaq. "Ulduz" jurnalı, 1974, №9.
2. Məmməd Araz. Seçilmiş əsərləri. Dörd cildə, I cild, Bakı, "Ozan", 2003.
3. Məmməd Araz. Seçilmiş əsərləri. Dörd cildə, IV cild, Bakı, "Ozan", 2003.

HARMONY OF HUMANITY AND NATURE IN THE CREATIVE WORK OF MAMMAD ARAZ**KAMAL JAMALOV****Doctor of Pedagogical Sciences,****Professor of the Nakhchivan Teachers' Institute,****Honored Teacher of the Republic of Azerbaijan,****Laureate of the “Golden Pen” Award****SUMMARY**

The article analyzes the harmony between man and nature in the work of the people's poet of Azerbaijan, Mammad Araz. It is noted that Mammad Araz's ideas on education reflect a complete and systematic approach. He highly appreciated the role of education in the formation of personality, the development of the spiritual world of man and its importance in the process of self-awareness. In the poet's work, ethical and moral norms, deep thoughts on the spiritual education of the growing generation constitute the main pillars of his poetic philosophy. In his works, Mammad Araz analyzed the role of moral education in both individual and social life from the perspective of important and deep-rooted problems, and showed concrete and practical ways for the formation of high moral qualities in the development of the younger generation. In his poems, education is presented not only as advice, but also as a deep meaning of life, a principle that guides a person. Mammad Araz inspires the younger generation not only to acquire knowledge, but also to respect high spiritual and ethical values, humanity, nature and society.

TERMINOLOGIYA SİSTEMİ: NƏZƏRİ ƏSASLAR VƏ ELMİ ÜNSİYYƏTDƏ ROLU**Qasimova Nigar Azad****Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, müəllim Azərbaycan, Bakı****email: gasimovanigar90@gmail.com****<https://orcid.org/0000-0002-2458-2469>**

Dil cəmiyyətin ən mühüm ünsiyyət vasitəsi olmaqla yanaşı, həm də elmi biliklərin toplanması, saxlanması və ötürülməsi üçün əsas alətdir. Elmin və texnologiyanın inkişafı ilə dilin xüsusi bir sahəsi — terminologiya meydana gəlmişdir. Terminologiya sistemi müəyyən elm və ya fəaliyyət sahəsində işlədilən terminlərin sistemli şəkildə təşkil olunmuş məcmusudur. Bu sistem yalnız sözlərin toplusu deyil, həm də anlayışlar arasında məntiqi münasibətləri əks etdirən strukturlaşdırılmış bir modeldir. Terminologiya sistemi dedikdə konkret bir sahəyə aid terminlərin qarşılıqlı əlaqədə olduğu, müəyyən prinsiplərə əsaslanaraq təşkil edildiyi dil vahidləri sistemi başa düşülür. Bu sistemdə hər bir termin müəyyən anlayışı ifadə edir və digər terminlərlə semantik və məntiqi əlaqədə olur. Bu baxımdan terminologiya sistemi yalnız leksik səviyyədə deyil, həm də konseptual səviyyədə fəaliyyət göstərir. Terminologiya sistemi dilin ümumi leksikasından bir sıra xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir. Əgər ümumi leksika çoxmənalılıq və emosional-ekspressivliklə xarakterizə olunursa, terminoloji sistemdə əsas prinsip dəqiqlik, sabitlik və bir mənalılıqdır. Terminlərin bu xüsusiyyətləri elmi ünsiyyətin effektivliyini təmin edir.

Açar sözlər: terminologiya sistemi, terminologiya sisteminin əsas xüsusiyyətləri, terminologiya sisteminin tərkibi, terminologiya sisteminin formalaşma yolları, terminologiya sisteminin əhəmiyyəti

Key words : terminological system, main features of terminological system, structure of terminological system, ways of forming a terminological system, importance of terminological system

Terminologiya sisteminin ən mühüm xüsusiyyətlərindən biri sistemlilikdir. Terminlər təsadüfi şəkildə deyil, müəyyən iyerarxiya və struktur daxilində yerləşir. Məsələn, hər hansı bir elm sahəsində ümumi anlayışlardan xüsusi anlayışlara doğru ardıcılıq müşahidə olunur. İkinci əsas xüsusiyyət dəqiqlik və monosemantiklikdir (bir mənalılıq). Termin yalnız bir anlayışı ifadə etməlidir. Bu xüsusiyyət elmi mətnlərin anlaşılmasını asanlaşdırır və yanlış interpretasiyanın qarşısını alır. Digər mühüm xüsusiyyət stabillikdir. Terminlər uzun müddət dəyişmədən istifadə olunur. Lakin elmin inkişafı ilə yeni terminlərin yaranması və bəzi köhnə terminlərin sıradan çıxması da mümkündür. Normativlik də terminologiya sisteminin ayrılmaz xüsusiyyətidir. Terminlər müəyyən standartlara və qaydalara uyğun şəkildə yaradılır və təsdiqlənir. Bu proses adətən elmi qurumlar və terminoloji komissiyalar tərəfindən həyata keçirilir. Beynəlmillik isə terminologiyanın başqa mühüm cəhətidir. Bir çox terminlər müxtəlif dillərdə oxşar formada işlənir ki, bu da beynəlxalq elmi ünsiyyəti asanlaşdırır.

Terminologiya sistemi müxtəlif tipli terminlərdən ibarətdir. Bunlara sadə terminlər, mürəkkəb terminlər və terminoloji söz birləşmələri daxildir. Sadə terminlər bir sözlə ifadə olunur, mürəkkəb terminlər isə bir neçə komponentdən ibarət olur. Terminoloji söz birləşmələri isə daha mürəkkəb anlayışları ifadə etmək üçün istifadə edilir. Bu struktur daxilində terminlər arasında sinonimiya, antonimiya və iyerarxik münasibətlər mövcud ola bilər. Lakin terminologiyada sinonimiya arzuolunan hal hesab edilmir, çünki bu, anlaşılmaqlıq yarada bilər. Terminologiya sisteminin yaranması və inkişafı müxtəlif yollarla həyata keçirilir. Bu prosesdə dilin daxili imkanları mühüm rol oynayır. Şəkilçilər vasitəsilə yeni terminlərin yaradılması geniş yayılmış üsullardandır.

Digər mühüm yol alınma terminləridir. Xüsusilə latın, yunan və müasir dövrdə ingilis dili terminologiyanın zənginləşməsində böyük rol oynayır. Bu, elmin beynəlxalq xarakteri ilə bağlıdır.

Terminləşmə prosesi də geniş yayılmışdır. Bu zaman ümumi leksikaya aid söz xüsusi elmi məna qazanaraq terminə çevrilir. Məsələn, gündəlik dildə işlənən bəzi sözlər müxtəlif sahələrdə termin kimi istifadə olunur. Kalkalaşma, yəni başqa dillərdəki terminlərin tərcümə yolu ilə yaradılması da terminologiyanın inkişafında mühüm rol oynayır.

Terminologiya sistemi elmi biliklərin sistemləşdirilməsi və ötürülməsi baxımından əvəzsizdir. O, müxtəlif sahələrdə çalışan mütəxəssislər arasında vahid anlayış sisteminin formalaşmasına xidmət edir. Bu iş elmi ünsiyyəti daha səmərəli və dəqiq edir. Təhsil sahəsində terminologiya sistemi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Şagird və tələbələrin elmi anlayışları düzgün mənimsəməsi terminlərin düzgün izahı və sistemli təqdimatı ilə birbaşa bağlıdır. Bundan əlavə, terminologiya sistemi dilin inkişafına da təsir göstərir. Yeni terminlərin yaranması dilin leksik tərkibini zənginləşdirir və onun funksional imkanlarını genişləndirir.

Terminologiya sistemi dilin xüsusi və mühüm sahəsi olmaqla, elmi biliklərin ifadəsi və ötürülməsi üçün əsas vasitələrdən biridir. Onun sistemli quruluşu, dəqiqliyi və normativliyi elmi ünsiyyətin effektivliyini təmin edir. Müasir dövrdə elmin və texnologiyanın sürətli inkişafı terminologiya sistemlərinin daha da zənginləşməsinə və təkmilləşməsinə səbəb olur. Bu baxımdan terminologiyanın öyrənilməsi və inkişaf etdirilməsi həm dilçilik, həm də digər elm sahələri üçün mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Terminological System: Theoretical Foundations and Its Role in Scientific Communication

Language is not only the primary means of communication in society but also a fundamental tool for the accumulation, preservation, and transmission of scientific knowledge. With the development of science and technology, a specialized domain of language—terminology has emerged. A terminological system is the systematically organized set of terms used within a particular field of science or professional activity. This system is not merely a collection of words but a structured model that reflects logical relationships between concepts. A terminological system refers to a set of terms belonging to a specific field, organized according to certain principles and functioning in interrelation. Each term in this system represents a particular concept and is semantically and logically connected with other terms. Therefore, a terminological system operates not only at the lexical level but also at the conceptual level. This system differs from general vocabulary in several ways. While general vocabulary is often characterized by polysemy (multiple meanings) and emotional expressiveness, a terminological system is based on precision, stability, and unambiguity. These features ensure the effectiveness of scientific communication.

One of the most important features of a terminological system is systematicity. Terms are not used randomly; they are arranged within a specific hierarchy and structure. For instance, in any scientific field, there is often a progression from general concepts to more specific ones. Another key feature is precision and monosemy (single meaning). A term should represent only one concept. This characteristic facilitates understanding and prevents misinterpretation in scientific texts. Stability is also an essential feature. Terms tend to remain unchanged over long periods, although scientific progress may lead to the creation of new terms and the obsolescence of others. Normativity is an integral aspect of terminological systems. Terms are created and standardized according to established rules, often by academic institutions and terminological commissions. Internationality is another important feature. Many terms are similar across different languages, which facilitates global scientific communication.

A terminological system consists of different types of terms, including simple terms, complex terms, and terminological word combinations. Simple terms are expressed by a single word, whereas complex terms consist of multiple components. Terminological phrases are used to express more complex concepts. Within this structure, semantic relationships such as synonymy, antonymy, and hierarchical relations may exist. However, synonymy is generally undesirable in terminology, as it may lead to ambiguity. The formation and development of terminological systems occur through various means. One of the primary methods is the use of internal

linguistic resources, such as affixation. Another important method is borrowing from other languages. Latin and Greek have historically played a major role, while English is highly influential in modern terminology. This reflects the international nature of scientific development. Terminologization is also widely used. In this process, a common word acquires a specialized meaning and becomes a term. Calquing, or loan translation, is another productive method, whereby terms are translated directly from other languages.

Terminological systems are essential for organizing and transmitting scientific knowledge. They help establish a unified conceptual framework among specialists in various fields, making scientific communication more precise and efficient. In education, terminological systems are particularly important. The correct understanding of scientific concepts by students largely depends on the accurate explanation and systematic presentation of terms. Furthermore, terminological systems contribute to language development. The creation of new terms enriches the vocabulary and expands the functional capacity of a language.

A terminological system is a vital and specialized component of language that plays a key role in expressing and transmitting scientific knowledge. Its systematic organization, precision, and normativity ensure the effectiveness of scientific communication. In the modern era, the rapid development of science and technology continues to enrich and refine terminological systems. Therefore, the study and development of terminology remain of great importance for both linguistics and other scientific disciplines.

MICROPLASTICS DEGRADATION: CHEMICAL, PHOTOCATALYTIC, AND ENZYMATIC APPROACHES**Maryam Nasidi Nuhu****Chemistry Department Sa'adatu Rimi college of Education, Kano****Corresponding author; maryamnasidinuhu@gmail.com****Abstract**

Microplastic pollution has emerged as a persistent environmental challenge due to the recalcitrance of conventional plastics and their accumulation in aquatic and terrestrial ecosystems. This review examines current advances in the degradation of microplastics through chemical, photocatalytic, and enzymatic pathways. Chemical degradation methods, including pyrolysis, hydrolysis, and oxidation, are evaluated for their efficiency in breaking polymer chains and the formation of secondary products. Photocatalytic approaches utilizing TiO_2 , ZnO , and novel composite catalysts under UV and visible light are discussed in terms of reaction mechanisms, degradation rates, and scalability. Enzymatic degradation, driven by hydrolases and oxidoreductases derived from bacteria and fungi, is assessed for its specificity, mild operating conditions, and potential for integration into bioremediation systems. Comparative analysis highlights that while chemical and photocatalytic methods achieve faster degradation, enzymatic processes offer greater selectivity and lower energy input. The review also identifies key limitations, including catalyst deactivation, low enzyme stability, and incomplete mineralization leading to toxic intermediates. Future research directions emphasize hybrid systems, catalyst design, and standardized testing protocols to enable practical application at scale.

Keywords: Microplastics, Photocatalysis, Enzymatic degradation, Polymer breakdown, Environmental remediation

1. Introduction

Microplastics are increasingly recognized as one of the most persistent and widespread pollutants in modern ecosystems. These particles are commonly defined as plastic fragments, fibers, beads, or films measuring less than 5 mm in diameter and are generated through both industrial activities and environmental degradation processes. The growing global demand for plastic materials in packaging, textiles, agriculture, medicine, and consumer products has significantly increased the release of plastic waste into the environment, leading to the extensive accumulation of microplastics in natural and human-associated systems. Due to their minute size, durability, and resistance to degradation, microplastics can easily disperse across long distances and persist for prolonged periods in environmental compartments (Rao et al., 2025).

Microplastics are generally categorized into primary and secondary forms based on their origin. Primary microplastics are intentionally manufactured at microscopic sizes for commercial applications such as cosmetic exfoliants, industrial abrasives, pharmaceutical carriers, and cleaning agents. These particles are directly introduced into wastewater systems during use and frequently escape conventional treatment processes because of their extremely small dimensions. In contrast, secondary microplastics originate from the fragmentation of larger plastic materials through physical, chemical, and biological weathering processes. Environmental factors such as ultraviolet radiation, thermal oxidation, wave action, abrasion, and microbial activity gradually break down macroplastics into progressively smaller particles (Osman et al., 2023; Vethaak & Legler, 2021). Recent studies indicate that secondary microplastics currently represent the dominant form detected in environmental systems because of the continuous accumulation and degradation of plastic waste worldwide.

The major sources and formation pathways of microplastics are highly diverse and interconnected. Urban runoff, industrial discharge, wastewater treatment effluents, agricultural activities, tire wear, synthetic textile fibers, and improper solid waste disposal collectively contribute to their widespread release into aquatic and terrestrial ecosystems. Wastewater treatment plants, despite functioning as important pollution control systems, are often unable to completely remove microscopic plastic particles, thereby allowing substantial quantities to enter rivers, lakes, and coastal waters. Atmospheric transport has also emerged as an important pathway, where microplastic fibers and fragments become airborne and are deposited over distant environments through wind currents and precipitation (Senthilkumar et al., 2025; Tochi, 2026). Consequently, microplastics have been detected in remote polar regions, deep ocean sediments, freshwater systems, agricultural soils, and even indoor environments, demonstrating their extensive global distribution.

The environmental and human health implications of microplastic contamination have become a major scientific concern. In marine and freshwater ecosystems, microplastics are readily ingested by plankton, fish, mollusks, and other aquatic organisms due to their small size and resemblance to natural food particles. Their accumulation within organisms may interfere with feeding behavior, nutrient absorption, reproductive performance, and physiological functioning. In terrestrial systems, agricultural soils contaminated through sewage sludge application, irrigation, and plastic mulching can experience altered soil structure, reduced microbial diversity, and impaired nutrient cycling. Atmospheric microplastics further contribute to inhalation exposure, especially in densely populated urban areas.

Beyond their physical presence, microplastics also function as carriers of hazardous chemical contaminants. Their hydrophobic surfaces can adsorb heavy metals, pesticides, persistent organic pollutants, and endocrine-disrupting compounds from surrounding environments, thereby facilitating the transport and bioavailability of toxic substances across ecosystems (Mishra & Ahmaruzzaman, 2022; Sancak et al., 2025). Through bioaccumulation and trophic transfer, these particles can move progressively through food chains and eventually reach human populations via contaminated seafood, drinking water, and agricultural products. Recent evidence has identified microplastics in human tissues, blood, lungs, and digestive systems, raising concerns regarding chronic exposure and long-term biological effects (Singh et al., 2021; Walker et al., 2026).

Potential human health risks associated with microplastic exposure include oxidative stress, inflammatory responses, endocrine disruption, cellular toxicity, and immune dysfunction (Ankita, 2025).

Despite growing awareness of these risks, effective removal and remediation of microplastics remain highly challenging. Their persistence is largely attributed to the stable chemical structure of synthetic polymers, which resist natural degradation processes. Conventional mechanical and physical removal methods, including filtration and sedimentation, often exhibit limited efficiency, particularly for nanoscale particles and dispersed contaminants. Additionally, the wide diversity of polymer types, shapes, and chemical additives complicates the development of universal treatment technologies (Ghosh et al., 2023; Zhang et al., 2026). As a result, increasing attention is being directed toward advanced degradation approaches capable of transforming microplastics into less harmful or mineralized products. Emerging strategies such as photocatalytic oxidation, chemical depolymerization, and enzymatic biodegradation are therefore considered promising alternatives for sustainable microplastic remediation (Kumar et al., 2025).

2. CHEMICAL DEGRADATION OF MICROPLASTICS

Chemical degradation represents one of the most promising strategies for the remediation of persistent microplastic contaminants in environmental systems. Unlike physical removal techniques that merely separate plastic particles from water or soil matrices, chemical degradation technologies aim to alter or completely destroy the polymeric structure of plastics through controlled abiotic reactions. These processes are designed to destabilize the molecular architecture of synthetic polymers, transforming them into smaller compounds, oligomers, or fully mineralized end products such as carbon dioxide and water (Bacha et al., 2021; Chen et al., 2022). As global plastic accumulation continues to intensify, chemically driven degradation approaches have attracted considerable attention because of their potential to provide permanent remediation rather than temporary containment.

2.1 Principles of Chemical Degradation

The fundamental principle underlying chemical degradation involves the cleavage of long polymer chains into lower molecular weight fragments through oxidation, hydrolysis, catalytic transformation, or radical-mediated reactions. Most synthetic plastics possess highly stable carbon–carbon or carbon–heteroatom bonds that resist natural environmental degradation. Therefore, external chemical stimuli are required to initiate bond scission and destabilize the polymer framework (An et al., 2024). These reactions reduce polymer crystallinity, weaken intermolecular interactions, and increase susceptibility to further decomposition.

Polymer chain cleavage is commonly initiated through oxidative reactions involving highly reactive radical species. Reactive oxygen species (ROS), including hydroxyl radicals ($\bullet\text{OH}$), sulfate radicals ($\text{SO}_4^{\bullet-}$), and superoxide radicals, attack vulnerable sites within polymer chains, causing hydrogen abstraction, chain scission, and oxidation of functional groups. This oxidative breakdown gradually converts large polymer molecules into smaller oxidized intermediates, thereby facilitating depolymerization and eventual mineralization (Reddy et al., 2025). Depolymerization mechanisms are particularly important for condensation polymers such as polyethylene terephthalate (PET), where ester linkages can be chemically cleaved into monomeric units suitable for recycling or further treatment.

The effectiveness of chemical degradation largely depends on the accessibility of reactive sites within the polymer structure, environmental conditions, and the intensity of oxidizing agents. Factors such as temperature, pH, catalyst concentration, and exposure duration significantly influence degradation efficiency and product formation. The ultimate objective of these approaches is not only fragmentation but also complete mineralization, thereby preventing the generation of secondary plastic residues that may persist in ecosystems (Tursi et al., 2022).

2.2 Major Chemical Degradation Approaches

2.2.1 Advanced Oxidation Processes (AOPs)

Advanced oxidation processes (AOPs) are among the most extensively investigated chemical degradation techniques for microplastic remediation. These processes rely on the generation of highly reactive radicals capable of non-selectively oxidizing organic contaminants. Hydroxyl radicals are particularly effective because of their extremely high oxidation potential and ability to rapidly attack polymer surfaces. During oxidation, these radicals initiate chain cleavage reactions that weaken the polymer backbone and facilitate progressive degradation.

Sulfate radical-based oxidation has also emerged as a highly efficient degradation pathway. Sulfate radicals possess greater selectivity and longer lifetimes than hydroxyl radicals, enabling sustained oxidative degradation under a wider range of environmental conditions. These radicals are commonly generated through the activation of persulfate compounds using heat, ultraviolet irradiation, or transition metal catalysts. The synergistic interaction between hydroxyl and sulfate radicals often enhances degradation efficiency and accelerates the mineralization of resistant polymers.

2.2.2 Ozonation and Fenton-Based Processes

Ozonation is another effective chemical strategy for degrading microplastics. Ozone functions as a powerful oxidizing agent capable of directly attacking unsaturated bonds and reactive functional groups within polymer structures. In aqueous systems, ozone decomposition additionally generates hydroxyl radicals, thereby enhancing oxidation efficiency. The combined effects of direct ozone oxidation and radical-mediated reactions contribute to polymer fragmentation, surface oxidation, and increased hydrophilicity, which further promote degradation.

Fenton and photo-Fenton reactions are widely applied oxidation systems that utilize hydrogen peroxide and iron catalysts for the generation of hydroxyl radicals. In the classical Fenton process, ferrous ions react with hydrogen peroxide to produce hydroxyl radicals capable of rapidly oxidizing polymer chains. Photo-Fenton systems incorporate ultraviolet or visible light irradiation to regenerate ferrous ions continuously, thereby sustaining radical production and improving degradation performance. These processes have demonstrated substantial effectiveness against various microplastic polymers because of their strong oxidative potential and operational simplicity.

Recent developments in electrochemical oxidation technologies have further enhanced chemical degradation efficiency by generating reactive oxidants such as hydroxyl radicals and ozone directly within treatment systems. This in situ generation minimizes the need for hazardous chemical storage and improves process controllability while reducing secondary chemical contamination (Osman et al., 2023).

2.2.3 Hydrolytic and Catalytic Degradation

Hydrolytic degradation primarily targets polymers containing hydrolyzable functional groups such as esters, amides, and urethanes. Acidic and alkaline hydrolysis reactions cleave these functional linkages, converting polymers into smaller soluble molecules or monomeric compounds. Polyethylene terephthalate is particularly susceptible to hydrolytic depolymerization because of its ester-based structure.

Catalytic degradation involves the use of metal catalysts, zeolites, or heterogeneous catalytic systems to accelerate polymer decomposition under controlled conditions. Catalysts reduce activation energy requirements and promote selective bond cleavage, thereby improving degradation efficiency and reducing energy consumption. Catalytic depolymerization can additionally facilitate the conversion of plastic waste into value-added products such as fuels, waxes, or chemical feedstocks.

2.3 Advantages and Limitations

Chemical degradation technologies offer several important advantages for microplastic remediation. These approaches can achieve rapid degradation rates, high mineralization efficiency, and broad applicability across different polymer types. Advanced oxidation systems are particularly effective for degrading resistant plastics because of their strong oxidative capacity. In addition, catalytic and hydrolytic processes may enable resource recovery through monomer regeneration and chemical recycling.

However, several limitations restrict the large-scale implementation of these technologies. Many chemical degradation methods require substantial energy input, elevated temperatures, or expensive reagents, which increase operational costs. The generation and handling of oxidizing chemicals may also pose environmental and safety concerns. Furthermore, incomplete degradation can produce secondary pollutants, including toxic intermediates, nanoplastics, and oxidized by-products that may remain environmentally hazardous. Consequently, ongoing research focuses on improving degradation selectivity, reducing energy demand, and developing greener chemical systems capable of achieving sustainable and complete microplastic mineralization.

3. PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF MICROPLASTICS

Photocatalytic degradation has emerged as an advanced and sustainable strategy for the remediation of microplastic pollution in aquatic and terrestrial environments. Unlike conventional treatment methods that primarily remove or transfer contaminants between environmental compartments, photocatalytic systems aim to permanently transform polymeric pollutants into carbon dioxide, water, and smaller organic intermediates through light-driven oxidation reactions. This approach integrates principles of semiconductor chemistry, nanotechnology, and environmental engineering to achieve efficient degradation under relatively mild operating conditions (Li et al., 2023; Mohamadpour & Amani, 2024). In addition to pollutant removal, photocatalytic technologies have gained considerable attention because of their potential to convert plastic waste into valuable products such as fuels and chemical feedstocks, thereby supporting circular economy initiatives and sustainable resource recovery (Chu et al., 2022; Wu et al., 2025).

3.1 Fundamentals of Photocatalysis

Photocatalysis is fundamentally based on the excitation of semiconductor materials upon exposure to light energy. When photons with sufficient energy strike the surface of a semiconductor photocatalyst, electrons within the valence band absorb energy and migrate to the conduction band, leaving positively charged holes in the valence band. This process generates electron-hole pairs that participate in a series of oxidation and reduction reactions at the catalyst surface.

The photogenerated holes are strong oxidizing agents capable of reacting with water molecules or hydroxide ions to produce hydroxyl radicals, while the excited electrons reduce dissolved oxygen molecules to form superoxide radicals. These reactive oxygen species (ROS) are highly unstable and possess strong oxidative potentials that enable them to attack polymer chains, induce chain scission, and initiate oxidative degradation pathways. The continuous generation of ROS leads to progressive oxidation, fragmentation, and eventual mineralization of microplastic polymers into smaller molecules and inorganic end products.

Semiconductor photocatalysis is particularly attractive because it utilizes light as the primary energy source, reducing dependence on hazardous chemical reagents and energy-intensive treatment systems. Solar irradiation further enhances the sustainability of photocatalytic degradation by enabling environmentally friendly pollutant transformation using renewable energy resources (Zhou et al., 2024). Consequently, photocatalytic systems are increasingly recognized as promising alternatives for large-scale microplastic remediation.

3.2 Photocatalytic Materials

3.2.1 Metal Oxide Photocatalysts

Metal oxide semiconductors represent the most extensively studied photocatalysts for microplastic degradation because of their chemical stability, strong oxidation capability, and relatively low cost. Titanium dioxide (TiO_2) remains the most widely investigated photocatalyst owing to its high photostability, non-toxicity, and excellent oxidative performance. Upon ultraviolet irradiation, TiO_2 efficiently generates electron–hole pairs that facilitate the formation of reactive oxygen species responsible for polymer oxidation and degradation. Surface oxidation initiated by TiO_2 can progressively weaken polymer chains, resulting in fragmentation and eventual mineralization.

Zinc oxide (ZnO) is another important metal oxide photocatalyst with properties comparable to TiO_2 . ZnO exhibits high electron mobility and strong photocatalytic activity under ultraviolet irradiation. Its ability to generate large quantities of hydroxyl radicals enhances degradation efficiency against several polymeric materials. However, ZnO may experience photocorrosion under prolonged irradiation, which can reduce its long-term operational stability.

3.2.2 Emerging Photocatalysts

Recent research has focused on the development of emerging photocatalytic materials capable of utilizing visible light more effectively than conventional ultraviolet-responsive semiconductors. Graphitic carbon nitride ($\text{g-C}_3\text{N}_4$) has attracted significant interest because of its narrow band gap, visible-light activity, thermal stability, and metal-free composition. This material enables solar-driven degradation processes with reduced energy requirements, thereby improving environmental sustainability.

Nanocomposite and hybrid photocatalysts have also demonstrated enhanced degradation performance through synergistic interactions between multiple materials. These systems combine semiconductors, carbon-based nanomaterials, metal nanoparticles, or heterojunction structures to improve charge separation efficiency, expand light absorption ranges, and suppress electron–hole recombination. Enhanced photocatalytic efficiency achieved through these modifications significantly improves the degradation of resistant microplastic polymers and facilitates selective conversion into useful chemical products (Chen et al., 2023; Kan et al., 2023).

3.3 Mechanisms and Performance Factors

Photocatalytic degradation of microplastics generally begins with the adsorption of polymer particles onto the catalyst surface, where reactive oxygen species initiate oxidative attack. Surface oxidation introduces oxygen-containing functional groups such as carbonyl and hydroxyl groups into polymer chains, weakening their structural integrity and increasing susceptibility to fragmentation. Continuous oxidation promotes chain cleavage, molecular weight reduction, and eventual decomposition into smaller organic intermediates and inorganic products.

Several operational factors significantly influence photocatalytic performance. Light intensity and wavelength determine the efficiency of electron excitation and reactive oxygen species generation. Higher catalyst loading increases the availability of active surface sites; however, excessive catalyst concentrations may reduce light penetration and limit reaction efficiency. Environmental pH also plays a crucial role by affecting catalyst surface charge, pollutant adsorption, and radical generation dynamics. Temperature, dissolved oxygen concentration, and the presence of competing contaminants can further alter degradation kinetics and mineralization efficiency.

3.4 Strengths and Challenges

Photocatalytic degradation offers several important advantages for microplastic remediation. The technology can operate under ambient conditions while utilizing solar energy as a renewable and sustainable power source. Its ability to achieve complete mineralization or convert plastic waste into valuable fuels and chemical intermediates distinguishes photocatalysis from conventional waste management approaches (Wu et al., 2025). Furthermore, photocatalytic systems can simultaneously degrade adsorbed organic pollutants and pathogens, enhancing overall environmental treatment efficiency.

Despite these benefits, several challenges remain. Recovery and reuse of nanoscale photocatalysts are often difficult, potentially leading to secondary environmental contamination and nanotoxicity concerns. Some photocatalysts exhibit limited visible-light activity or rapid electron-hole recombination, reducing degradation efficiency under natural sunlight conditions. Additionally, large-scale implementation is constrained by high material costs, reactor design complexities, and limited long-term operational stability. Consequently, ongoing research aims to develop more efficient, recyclable, and environmentally benign photocatalytic systems capable of supporting practical large-scale microplastic remediation and sustainable resource recovery.

4. ENZYMATIC DEGRADATION OF MICROPLASTICS

Enzymatic degradation has emerged as an environmentally sustainable approach for the remediation of persistent microplastic pollution. Unlike conventional chemical and physical treatment methods, enzymatic degradation relies on naturally occurring biological catalysts capable of selectively attacking polymer structures under relatively mild environmental conditions. This field primarily investigates how microorganisms and their associated enzymes facilitate the depolymerization of synthetic plastics into smaller and less harmful compounds that may subsequently enter natural metabolic pathways (Choi et al., 2024; Rafeeq et al., 2026). Because biological systems operate with high substrate specificity and low energy requirements, enzymatic degradation is increasingly considered a promising green technology for addressing long-term plastic accumulation in environmental systems.

4.1 Overview of Enzymatic Degradation

Enzymatic degradation is fundamentally based on biodegradation processes in which microorganisms utilize plastic-derived compounds as carbon or energy sources. During this process, extracellular enzymes secreted by microbes interact with polymer surfaces and catalyze the cleavage of chemical bonds within polymer chains. These enzymatic reactions gradually reduce polymer molecular weight and convert complex macromolecules into oligomers, dimers, monomers, and ultimately carbon dioxide and water through microbial metabolism (Gao et al., 2024).

Enzyme-mediated polymer hydrolysis is particularly important for plastics containing hydrolyzable functional groups such as ester, urethane, or amide bonds. Hydrolase enzymes catalyze the addition of water molecules across these bonds, resulting in chain scission and depolymerization. The degradation process generally begins at the polymer surface, where enzymes interact with accessible functional groups before progressively penetrating deeper into the polymer matrix. However, many conventional plastics such as polyethylene and polypropylene possess highly stable carbon-carbon backbones that exhibit strong resistance to enzymatic attack. Consequently, enzymatic degradation efficiency is often influenced by polymer structure, surface properties, and pretreatment conditions.

4.2 Microorganisms and Enzymes Involved

4.2.1 Microbial Systems

A wide range of microorganisms have demonstrated the capacity to degrade microplastics under laboratory and environmental conditions. Bacterial species are among the most extensively studied organisms because of their rapid growth, metabolic diversity, and adaptability to contaminated environments. Several bacterial genera have shown the ability to colonize plastic surfaces and secrete enzymes capable of degrading polyester-based plastics and other synthetic polymers.

Fungi also play an important role in plastic biodegradation because of their extensive extracellular enzymatic systems and strong hyphal penetration abilities. Fungal species can physically invade polymer matrices while simultaneously secreting oxidative and hydrolytic enzymes that facilitate polymer breakdown. Their ability to survive under diverse environmental conditions further enhances their relevance for large-scale bioremediation applications.

Microbial consortia consisting of multiple bacterial and fungal species often exhibit greater degradation efficiency than individual strains. In such systems, synergistic metabolic interactions enable sequential degradation pathways in which intermediate products generated by one microorganism serve as substrates for others. These cooperative interactions improve overall mineralization efficiency and broaden the range of degradable polymers.

1) 4.2.2 Key Plastic-Degrading Enzymes

Among the most important enzymes involved in plastic degradation are PETase and MHETase, which are specifically associated with polyethylene terephthalate (PET) degradation. PETase catalyzes the hydrolysis of ester bonds within PET polymers, generating intermediate degradation products such as mono(2-hydroxyethyl) terephthalate (MHET). MHETase subsequently hydrolyzes these intermediates into terephthalic acid and ethylene glycol, which can be further metabolized by microorganisms.

Laccases are multicopper oxidase enzymes commonly produced by fungi and certain bacteria. These enzymes catalyze oxidative reactions involving phenolic and aromatic compounds and contribute to the degradation of complex polymer structures through radical-mediated oxidation mechanisms. Similarly, cutinases and peroxidases participate in the hydrolysis and oxidation of synthetic polymers by attacking ester linkages and facilitating surface oxidation.

Recent advances in enzyme discovery and protein engineering have expanded the range and efficiency of plastic-degrading enzymes. Novel biocatalysts identified through microbial bioprospecting and metagenomic analyses continue to improve understanding of polymer biodegradation pathways and enhance opportunities for industrial application (Colachis et al., 2024).

4.3 Mechanisms and Influencing Factors

The enzymatic degradation of microplastics generally begins with microbial attachment and surface colonization. Microorganisms form biofilms on plastic surfaces, enabling close contact between extracellular enzymes and polymer substrates. This colonization process increases enzyme concentration at the polymer interface and promotes localized degradation reactions.

Enzyme adsorption onto polymer surfaces is a critical step that determines degradation efficiency. Once adsorbed, enzymes catalyze hydrolytic or oxidative cleavage of polymer chains, progressively reducing molecular weight and structural integrity. Surface oxidation often enhances hydrophilicity and increases susceptibility to further enzymatic attack.

Several environmental and physicochemical factors strongly influence enzymatic degradation rates. Temperature affects enzyme activity, microbial metabolism, and polymer flexibility, while pH regulates enzyme stability and catalytic efficiency. Polymer crystallinity is particularly important because highly crystalline regions limit enzyme accessibility to internal polymer chains. Consequently, amorphous and pretreated plastics are generally more susceptible to biodegradation than highly crystalline polymers (Jesus & AlKendi, 2023; Jiao et al., 2026).

4.4 Opportunities and Constraints

Enzymatic degradation offers significant environmental advantages because it operates under mild conditions without requiring harsh chemicals or excessive energy input. The process is generally eco-friendly, highly selective, and capable of converting plastic waste into biologically assimilable compounds. Furthermore, enzymatic systems can potentially support circular economy models through monomer recovery and biological recycling.

Despite these benefits, several limitations restrict practical large-scale application. Natural enzymatic degradation is often slow because of limited enzyme stability, low substrate accessibility, and the recalcitrant nature of many synthetic polymers. High polymer crystallinity and hydrophobicity further reduce enzymatic efficiency, making complete degradation difficult under natural conditions.

To overcome these challenges, recent research has increasingly focused on enzyme engineering, microbial strain improvement, and enzyme immobilization technologies. Protein engineering approaches aim to enhance catalytic activity, substrate affinity, and thermal stability, while immobilization techniques improve enzyme reusability and operational durability. In addition, multi-omics analyses, molecular docking, and computational modeling are providing valuable insights into enzyme structure–function relationships, facilitating the rational design of more efficient and robust plastic-degrading biocatalysts (Dhali et al., 2024; Gupta et al., 2025). These advances are expected to significantly improve the feasibility of enzymatic microplastic remediation in future environmental and industrial applications.

5. COMPARATIVE EVALUATION

The increasing severity of microplastic pollution has stimulated the development of multiple degradation technologies aimed at achieving effective and sustainable remediation. Chemical, photocatalytic, and enzymatic degradation approaches each offer distinct mechanisms for disrupting polymer structures and reducing environmental persistence. However, their efficiencies, operational requirements, environmental impacts, and scalability vary considerably. Comparative evaluation of these approaches is therefore essential for identifying the most suitable technologies for long-term environmental management and industrial implementation. Current research increasingly emphasizes integrated systems capable of combining the advantages of abiotic and biotic degradation pathways while minimizing the formation of harmful secondary pollutants (Chen et al., 2022; Sutkar et al., 2023).

5.1 Comparative Assessment of Degradation Approaches

2) Efficiency and Degradation Rates

Chemical degradation methods generally exhibit the fastest degradation rates because of their reliance on highly reactive oxidizing agents capable of rapidly cleaving polymer chains. Advanced oxidation processes and Fenton-based systems can achieve substantial polymer mineralization within relatively short treatment periods. However, complete degradation often depends on reaction conditions, polymer composition, and oxidant concentration. In some cases, incomplete oxidation may generate smaller plastic fragments or toxic intermediates that remain environmentally hazardous.

Photocatalytic degradation also demonstrates considerable efficiency, particularly when highly active semiconductor catalysts are combined with ultraviolet or visible-light irradiation. These systems utilize reactive oxygen species generated through photocatalytic reactions to oxidize polymer surfaces and induce fragmentation. While photocatalytic processes can achieve effective degradation and partial mineralization, prolonged treatment durations are often necessary for complete breakdown of highly crystalline polymers. Additionally, catalyst deactivation and electron–hole recombination may reduce overall efficiency.

Enzymatic degradation generally exhibits slower degradation kinetics compared with chemical and photocatalytic approaches because biological catalysts operate under milder conditions and require direct enzyme–substrate interactions. Nevertheless, enzymatic systems provide greater substrate specificity and environmentally compatible degradation pathways. The ability of enzymes to convert polymers into metabolically assimilable compounds without harsh reaction conditions represents a significant advantage for sustainable remediation applications.

3) *Environmental Sustainability*

Environmental sustainability is a critical consideration in evaluating microplastic degradation technologies. Enzymatic degradation is widely regarded as the most environmentally benign approach because it operates under mild conditions without generating large quantities of hazardous byproducts. Biological systems generally require lower energy inputs and avoid the use of aggressive chemical oxidants, thereby minimizing ecological disruption.

Photocatalytic degradation offers additional sustainability benefits because it can utilize solar energy as a renewable power source. The integration of visible-light-responsive catalysts further enhances the environmental compatibility of these systems. However, photocatalytic oxidation may generate toxic intermediates or reactive residues capable of affecting aquatic organisms if degradation pathways are not properly controlled (Adeleye et al., 2024). Concerns regarding nanomaterial release and catalyst toxicity also remain important environmental considerations.

Chemical degradation methods, particularly advanced oxidation processes, are highly effective but may require substantial chemical inputs and energy consumption. Oxidants, catalysts, and acidic or alkaline reagents can contribute to secondary pollution if not properly managed. Furthermore, sludge generation and disposal associated with some oxidation systems present additional environmental challenges (Sanjeev et al., 2025).

4) *Economic Feasibility*

Economic viability strongly influences the practical implementation of microplastic degradation technologies. Chemical oxidation systems often involve high operational costs because of reagent consumption, energy demand, and reactor maintenance requirements. Similarly, photocatalytic systems may require expensive catalyst materials and specialized irradiation equipment, limiting large-scale affordability.

Enzymatic degradation currently faces economic constraints associated with enzyme production, purification, and stability. However, advances in biotechnology, recombinant enzyme production, and immobilization technologies are gradually reducing these costs. The possibility of enzyme recycling and biological resource recovery may further improve economic feasibility in future industrial applications.

5) *Technology Readiness and Scalability*

Among the available technologies, chemical degradation methods currently exhibit the highest level of technological readiness because many oxidation systems are already utilized in wastewater treatment and industrial remediation. Photocatalytic technologies remain primarily at laboratory and pilot scales, although increasing progress in catalyst engineering and solar reactor design continues to improve scalability.

Enzymatic degradation technologies are comparatively less mature because of limitations related to slow degradation rates, enzyme instability, and polymer accessibility. Nevertheless, rapid advances in synthetic biology, metabolic engineering, and microbial biotechnology are significantly accelerating the development of scalable biological treatment systems.

5.2 Emerging and Hybrid Technologies

To overcome the limitations of individual degradation strategies, recent research increasingly focuses on hybrid systems that integrate multiple treatment mechanisms. Photo-enzymatic systems combine photocatalytic oxidation with enzymatic biodegradation to enhance overall degradation efficiency. In such systems, photocatalytic pretreatment increases polymer hydrophilicity and surface oxidation, thereby improving enzyme accessibility and accelerating biological degradation.

Electrochemical-assisted degradation has also emerged as a promising technology because of its ability to generate reactive oxidants directly within treatment systems. Electrochemical oxidation offers improved process control, reduced chemical consumption, and minimized byproduct formation compared with conventional oxidation methods (Xiang et al., 2023). The integration of electrochemical systems with photocatalytic or biological processes may further enhance degradation performance and sustainability.

Nanotechnology is playing an increasingly important role in improving degradation efficiency through the development of advanced catalysts, nanozymes, and multifunctional nanocomposites. Simultaneously, artificial intelligence (AI) and machine learning tools are being applied to optimize catalyst design, predict degradation pathways, and improve reactor operating conditions. These computational approaches provide valuable support for accelerating material discovery and improving process efficiency.

5.3 Research Gaps and Future Directions

Despite significant progress, several major challenges continue to limit the large-scale implementation of microplastic degradation technologies. One important research gap involves the lack of standardized protocols for evaluating degradation efficiency and environmental safety. Differences in experimental conditions, polymer types, and analytical methods make it difficult to compare results across studies.

Future research should prioritize the development of environmentally friendly catalysts and highly stable enzymes capable of operating efficiently under natural environmental conditions. Green synthesis approaches, recyclable catalytic systems, and engineered enzymes with enhanced substrate specificity will be critical for improving sustainability.

Additionally, most current studies remain confined to laboratory-scale investigations using simplified experimental conditions. Greater emphasis is therefore required on pilot-scale demonstrations and industrial implementation strategies capable of treating complex environmental matrices containing mixed contaminants and variable polymer compositions.

6. CONCLUSION

Microplastic pollution represents a major global environmental challenge because of the persistence, widespread distribution, and potential health impacts of synthetic polymer contaminants. Chemical, photocatalytic, and enzymatic degradation technologies each provide distinct pathways for reducing microplastic accumulation and facilitating polymer breakdown.

Chemical degradation methods offer rapid and highly effective oxidation capabilities but may involve significant energy demand and secondary pollutant generation. Photocatalytic systems provide sustainable light-driven degradation pathways with additional opportunities for resource recovery, although catalyst stability and toxicity concerns remain important limitations. Enzymatic degradation represents the most environmentally

compatible approach because of its specificity and mild operating conditions; however, slow degradation kinetics and limited polymer accessibility currently restrict large-scale application.

Among emerging strategies, hybrid systems integrating photocatalytic, electrochemical, and enzymatic mechanisms appear particularly promising for achieving efficient and sustainable microplastic remediation. Continued advances in catalyst engineering, synthetic biology, nanotechnology, and artificial intelligence are expected to significantly improve degradation efficiency, operational feasibility, and environmental safety. Ultimately, the successful implementation of integrated and scalable degradation technologies will play a critical role in mitigating global microplastic pollution and supporting sustainable environmental management.

References

Ankita, A. (2025). Microplastics: Current Status in the Environment and Human Health Risks: A Comprehensive Review. *International Journal of Environmental Sciences*, 426–438. <https://doi.org/10.64252/wn613j96>

Ghosh, S., Sinha, J. K., Ghosh, S. K., Vashisth, K., Han, S. S., & Bhaskar, R. (2023). Microplastics as an Emerging Threat to the Global Environment and Human Health. *Sustainability*, 15(14), 10821–10821. <https://doi.org/10.3390/su151410821>

Kumar, M., Chaudhary, V., Kumar, R., Chaudhary, V. B., & Srivastav, A. L. (2025). Microplastics, their effects on ecosystems, and general strategies for mitigation of microplastics: A review of recent developments, challenges, and future prospects. *Environmental Pollution and Management*, 2, 87–105. <https://doi.org/10.1016/j.epm.2025.03.001>

Mishra, S. R., & Ahmaruzzaman, Md. (2022). Microplastics: Identification, Toxicity and Their Remediation from Aqueous Streams. *Separation and Purification Reviews*, 52(4), 283–304. <https://doi.org/10.1080/15422119.2022.2096071>

Osman, A. I., Hosny, M., Eltaweil, A. S., Omar, S., Elgarahy, A. M., Farghali, M., Yap, P., Wu, Y. S., Nagandran, S., Batumalaie, K., Gopinath, S. C. B., John, O. D., Sekar, M., Saikia, T., Karunanithi, P., Hatta, M. H. M., & Akinyede, K. A. (2023). Microplastic sources, formation, toxicity and remediation: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(4), 2129–2169. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01593-3>

Rao, A. V. R., Bora, P., Gour, Channamma. S., Mahalle, P. R., Şahin, D., & Pimple, Prof. Dr. N. S. (2025). Microplastics In The Environment Pathways, Impacts, And Removal Technologies. *International Journal of Environmental Sciences*, 1038–1051. <https://doi.org/10.64252/bz0smp69>

Sancak, Ş., Şimşek, A., & Bakan, G. (2025). Microplastics: An Overview of Sources, Distribution, and Removal Methods. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 8(5), 1659–1673. <https://doi.org/10.34248/bsengineering.1760593>

Senthilkumar, V., Anu, M., Sameerabanu, P., & Karunakaran, I. (2025). Micro Plastic Contamination: A Comprehensive Review of Risks and Sustainable Solutions. *Oriental Journal Of Chemistry*, 41(4), 1168–1176. <https://doi.org/10.13005/ojc/410411>

Singh, S., Kalyanasundaram, M., & Diwan, V. (2021). Removal of microplastics from wastewater: available techniques and way forward. *Water Science & Technology*, 84(12), 3689–3704. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.472>

Tochi. (2026). Microplastics in Aquatic Environments: Sources, Environmental Impacts, Detection Methods, Mitigation Strategies, and Policy Development — A Systematic Review. *OSF Preprints*. <https://doi.org/10.17605/osf.io/a97yx>

- Vethaak, A. D., & Legler, J. (2021). Microplastics and human health. *Science*, 371(6530), 672–674. <https://doi.org/10.1126/science.abe5041>
- Walker, I., Santeli, A. V., & Neal-Walthall, N. (2026). Tracking Microplastics From Source to Impact: A Review of Environmental Presence, Exposure, Remediation, and Health Risks. *Current Environmental Health Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1007/s40572-026-00531-z>
- Zhang, Q., Wang, Q., Xu, J., & Liu, J. (2026). Detection and Fate of Microplastics and Nanoplastics and Technologies for Their Removal. *Molecules*, 31(4), 613–613. <https://doi.org/10.3390/molecules31040613>
- An, Y., Padermshoke, A., Nguyen, T. V., & Takahara, A. (2024). Surface Chemistry in Environmental Degradation of Polymeric Solids. *Langmuir*, 40(18), 9336–9344. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.4c00731>
- Choi, J., Kim, H. B., Ahn, Y., Kim, M., Yu, S., Kim, N., Lim, S. Y., Park, J., Ha, S., Lim, K. S., & Kim, H. (2024). Recent advances in microbial and enzymatic engineering for the biodegradation of micro- and nanoplastics. *RSC Advances*, 14(14), 9943–9966. <https://doi.org/10.1039/d4ra00844h>
- Colachis, M., Lilly, J. L., Trigg, E. B., & Kucharzyk, K. H. (2024). Analytical tools to assess polymer biodegradation: A critical review and recommendations. *Science of The Total Environment*, 955, 176920. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176920>
- Dhali, S. L., Parida, D., Kumar, B., & Bala, K. (2024). Recent trends in microbial and enzymatic plastic degradation: a solution for plastic pollution predicaments. *Biotechnology for Sustainable Materials*, 1(1). <https://doi.org/10.1186/s44316-024-00011-0>
- Gao, W., Xu, M., Zhao, W., Yang, X., Xin, F., Dong, W., Jia, H., & Wu, X. (2024). Microbial Degradation of (Micro)plastics: Mechanisms, Enhancements, and Future Directions. *Fermentation*, 10(9), 441–441. <https://doi.org/10.3390/fermentation10090441>
- Gupta, G. K., Dixit, M., Chot, E., & Shukla, P. (2025). Insights into Microbial Enzymatic Biodegradation of Plastics and Microplastics: Technological Updates. *ACS Environmental Au*, 5(6), 520–542. <https://doi.org/10.1021/acsenvironau.5c00033>
- Jesus, R. D., & AlKendi, R. (2023). A minireview on the bioremediative potential of microbial enzymes as solution to emerging microplastic pollution. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1066133>
- Adeleye, A. T., Bahar, M. M., Megharaj, M., Fang, C., & Rahman, M. M. (2024). The Unseen Threat of the Synergistic Effects of Microplastics and Heavy Metals in Aquatic Environments: A Critical Review. *Current Pollution Reports*, 10(3), 478–497. <https://doi.org/10.1007/s40726-024-00298-7>
- Chen, J., Wu, J., Sherrell, P. C., Chen, J., Wang, H., Zhang, W., & Yang, J. (2022). How to Build a Microplastics-Free Environment: Strategies for Microplastics Degradation and Plastics Recycling. *Advanced Science*, 9(6). <https://doi.org/10.1002/advs.202103764>
- Sanjeev, N. O., Manjunath, S. V., & Rabi, R. R. L. (2025). Nanotechnology-based approaches for the removal of microplastics from wastewater: a comprehensive review. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 16, 1607–1632. <https://doi.org/10.3762/bjnano.16.114>
- Sutkar, P. R., Gadewar, R. D., & Dhulap, V. P. (2023). Recent trends in degradation of microplastics in the environment: A state-of-the-art review. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 11, 100343. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100343>
- Xiang, P., Zhang, T., Wu, Q., & Li, Q. (2023). Systematic Review of Degradation Processes for Microplastics: Progress and Prospects. *Sustainability*, 15(17), 12698–12698. <https://doi.org/10.3390/su151712698>

- Jiao, H., Al-Tohamy, R., Xiong, M., Schagerl, M., Reinthaler, T., Al-Zahrani, M., Sun, J., & Ali, S. S. (2026). Microplastic biodegradation and environmental safety: From microbial mechanisms to engineered systems and circular bio-based implementation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 313, 120016. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2026.120016>
- Rafeeq, H., Mehmood, Y., Zia, M. A., Khokhar, A. M., Saeed, M. M., Husnain, M., Rehman, K. ur, Afsheen, N., Jabeen, Z., & Rameez, M. (2026). Microbial enzyme power: Breaking down microplastics for a cleaner planet. *Journal of Hazardous Materials Plastics*, 2, 100038. <https://doi.org/10.1016/j.hazmp.2026.100038>
- Bacha, A.-U.-R., Nabi, I., & Zhang, L. (2021). Mechanisms and the Engineering Approaches for the Degradation of Microplastics. *ACS ES&T Engineering*, 1(11), 1481–1501. <https://doi.org/10.1021/acsestengg.1c00216>
- Reddy, C. S. S., S, B. G., & Sivakamavalli, J. (2025). From Pollution to Solution: Scalable Approaches to Microplastic Degradation and Sustainability: A Review. *Asian Journal of Chemistry*, 37(10), 2355–2365. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2025.34421>
- Tursi, A., Baratta, M., Easton, T., Chatzisyneon, E., Chidichimo, F., Biase, M. D., & Filpo, G. D. (2022). Microplastics in aquatic systems, a comprehensive review: origination, accumulation, impact, and removal technologies. *RSC Advances*, 12(44), 28318–28340. <https://doi.org/10.1039/d2ra04713f>
- Chen, Y., Bai, L., Peng, D., Wang, X., Wu, M., & Bian, Z. (2023). Advancements in catalysis for plastic resource utilization. *Environmental Science Advances*, 2(9), 1151–1166. <https://doi.org/10.1039/d3va00158j>
- Chu, S., Zhang, B., Zhao, X., Soo, H. S., Wang, F., Xiao, R., & Zhang, H. (2022). Photocatalytic Conversion of Plastic Waste: From Photodegradation to Photosynthesis. *Advanced Energy Materials*, 12(22). <https://doi.org/10.1002/aenm.202200435>
- Kan, M., Meng, T., Zhuang, W., Wu, S., Ye, Z., & Zhang, J. (2023). Systemically Understanding Aqueous Photocatalytic Upgrading of Microplastic to Fuels. *Solar RRL*, 7(17). <https://doi.org/10.1002/solr.202370171>
- Li, W., Zhao, W., Zhu, H., Li, Z., & Wang, W. (2023). State of the art in the photochemical degradation of (micro)plastics: from fundamental principles to catalysts and applications. *Journal of Materials Chemistry A*, 11(6), 2503–2527. <https://doi.org/10.1039/d2ta09523h>
- Mohamadpour, F., & Amani, A. M. (2024). Photocatalytic systems: reactions, mechanism, and applications. *RSC Advances*, 14(29), 20609–20645. <https://doi.org/10.1039/d4ra03259d>
- Wu, Y., Yi, R., Wang, Y., Zhang, C., Zheng, J., Ning, P., Shan, D., & Wang, B. (2025). Light-driven degradation of microplastics: Mechanisms, technologies, and future directions. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 17, 100628. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2025.100628>
- Zhou, G., Xu, H., Song, H., Yi, J., Wang, X., Chen, Z., & Zhu, X. (2024). Photocatalysis toward Microplastics Conversion: A Critical Review. *ACS Catalysis*, 14(11), 8694–8719. <https://doi.org/10.1021/acscatal.4c01449>

ELECTROCHEMICAL CO₂ REDUCTION TO VALUE-ADDED CHEMICALS: CATALYST DESIGN AND REACTION MECHANISMS**Maryam Nasidi Nuhu****Chemistry Department Sa'adatu Rimi college of Education, Kano****Corresponding author; maryamnasidinuhu@gmail.com****Abstract**

Electrochemical CO₂ reduction offers a promising route to convert carbon dioxide into fuels and chemical feedstocks while utilizing renewable electricity. This review examines recent progress in catalyst design and reaction mechanisms for selective CO₂ conversion to C1 and C2+ products. The performance of copper-based, single-atom, molecular, and bimetallic catalysts is analyzed in relation to active site structure, binding energy, and product distribution. Advances in-situ spectroscopic techniques have provided mechanistic insights into key intermediates and rate-determining steps, clarifying pathways toward methane, ethylene, ethanol, and acetate formation. Challenges such as low selectivity, catalyst deactivation, limited current density, and energy efficiency are critically discussed. The review also compares electrolyte effects, reactor configurations, and operational parameters that influence performance. Emerging strategies including strain engineering, defect control, and tandem catalysis are highlighted as pathways to improve activity and stability. Bridging fundamental mechanistic understanding with scalable reactor design remains essential for advancing electrochemical CO₂ reduction toward industrial application.

Keywords: CO₂ electroreduction, Electrocatalysis, Catalyst design, Reaction mechanism, Carbon utilization

1. Introduction

The accelerating accumulation of atmospheric carbon dioxide (CO₂) has become one of the most pressing environmental challenges of the 21st century. This rise is primarily attributed to the large-scale combustion of fossil fuels in power generation, transportation, and industrial activities, which continues to intensify despite global mitigation efforts (Guo et al., 2023). As a consequence, the global carbon balance has been severely disrupted, contributing to climate instability, rising global temperatures, and increased frequency of extreme weather events. Recent estimates indicate that annual CO₂ emissions have reached approximately 36.6 gigatonnes, highlighting the urgency of developing effective carbon management and conversion strategies (Pathak et al., 2025; Rhimi et al., 2024). In addition to atmospheric warming, elevated CO₂ levels have also led to secondary environmental impacts such as ocean acidification and accelerated glacial melting, both of which threaten biodiversity and long-term ecosystem resilience (Li et al., 2021; Sun, 2023).

Global CO₂ emissions are dominated by energy-intensive sectors, particularly fossil fuel-based electricity generation, heavy manufacturing, and transportation systems. Despite increasing commitments toward renewable energy integration, the rate of emissions reduction remains insufficient to meet global carbon neutrality targets. The continued reliance on carbon-based fuels underscores the need for complementary technologies that can actively remove or convert CO₂ rather than solely reducing emissions. The urgency of this transition is reinforced by the growing disparity between emission reduction pledges and actual atmospheric CO₂ accumulation trends (Guo et al., 2023; Pathak et al., 2025).

Electrochemical carbon dioxide reduction (CO₂RR) has emerged as a promising strategy for converting CO₂ into valuable chemical products under relatively mild reaction conditions. The process involves the use of electrical energy, often derived from renewable sources, to drive the reduction of CO₂ at electrocatalyst surfaces, enabling the formation of reduced carbon species. From a thermodynamic perspective, CO₂ is a highly stable molecule, requiring significant energy input for activation. Kinetic barriers further complicate the reaction, necessitating highly efficient catalysts to lower overpotential and enhance reaction rates. Compared to conventional CO₂ utilization technologies such as thermochemical conversion or biological fixation, CO₂RR offers the advantage of direct electricity-to-chemical energy conversion, enabling better integration with intermittent renewable energy sources (Wang et al., 2021). Furthermore, its ability to operate under ambient temperature and pressure conditions reduces overall process energy demands and system complexity.

A key advantage of CO₂RR lies in its ability to produce a wide range of value-added chemicals that have significant industrial and energy applications. These include carbon monoxide (CO), formic acid/formate, methanol, ethanol, and higher-order hydrocarbons. Carbon monoxide serves as a critical feedstock for syngas production and Fischer–Tropsch synthesis, while formate compounds are widely used in chemical and pharmaceutical industries. Methanol represents a versatile fuel and chemical intermediate, whereas ethanol and other multi-carbon products offer potential as sustainable liquid fuels. The generation of hydrocarbons and syngas further expands the applicability of CO₂RR in synthetic fuel production and chemical manufacturing. By converting waste CO₂ into high-value products, this technology contributes not only to emission reduction but also to the development of a circular carbon economy (Chang et al., 2023; Wang et al., 2023).

Despite its promise, the practical implementation of electrochemical CO₂RR faces several critical challenges. One major limitation is the requirement for high overpotentials to overcome the thermodynamic stability of CO₂, which reduces overall energy efficiency. Additionally, achieving high selectivity toward desired products remains difficult due to competing reaction pathways that generate a mixture of products. Catalyst instability and deactivation over time, often caused by surface poisoning or structural degradation, further limit long-term operational performance. Another significant challenge is the competitive hydrogen evolution reaction (HER), which occurs under similar electrochemical conditions and reduces the efficiency of CO₂ conversion by consuming electrons that would otherwise be directed toward CO₂ reduction. Moreover, scaling up laboratory

systems to industrial-level reactors introduces engineering complexities, including mass transport limitations and system integration issues, which must be addressed before widespread commercialization becomes feasible (Li et al., 2022; She et al., 2022).

2. Fundamentals and Reaction Mechanisms of CO₂ Electroreduction

Electrochemical carbon dioxide reduction (CO₂RR) provides a strategic route for transforming renewable electricity into valuable chemical feedstocks, thereby contributing to carbon cycle rebalancing and sustainable energy storage. By coupling electrochemical processes with intermittent renewable energy sources such as solar and wind, CO₂RR enables the simultaneous mitigation of atmospheric CO₂ and the conversion of electrical energy into storable chemical forms (Wang et al., 2021; Li et al., 2021). Although thermodynamically challenging, the inherent redox flexibility of carbon in CO₂ allows its conversion into a wide range of hydrocarbons, oxygenates, and chemical intermediates under suitable catalytic conditions (Guo et al., 2023; Jin et al., 2021).

2.1 Thermodynamics and Electrochemical Principles

The electrochemical reduction of CO₂ is fundamentally governed by its high thermodynamic stability. CO₂ is a linear, highly symmetric molecule with strong C=O double bonds, making it energetically difficult to activate. Its reduction requires substantial energy input to overcome both thermodynamic and kinetic barriers. Electron transfer processes at the electrode–electrolyte interface are typically coupled with proton transfer steps, forming proton-coupled electron transfer (PCET) pathways that dictate reaction efficiency and selectivity. These pathways enable stepwise reduction of CO₂ into reactive intermediates while minimizing unwanted side reactions. However, the multielectron nature of CO₂ conversion introduces complexity, as multiple competing pathways may be thermodynamically accessible under similar electrochemical potentials, requiring precise catalyst design and potential control (Guo et al., 2023; Li et al., 2023).

2.2 Reaction Pathways and Intermediates

CO₂RR proceeds through a series of surface-adsorbed intermediates that determine product distribution. Key intermediates include COOH (carboxyl), OCHO (formate pathway), and CO (carbon monoxide), which serve as branching points toward different product channels. The COOH intermediate typically leads to CO formation, while OCHO favors formate production. Further reduction of CO can result in a wide spectrum of hydrocarbons and oxygenated products depending on catalyst surface properties and reaction conditions.

A critical distinction exists between C₁ and C₂⁺ product formation pathways. C₁ products include CO, formate, methanol, and methane, while C₂⁺ products such as ethylene, ethanol, and higher hydrocarbons arise from more complex reaction sequences involving carbon–carbon (C–C) coupling. The formation of C–C bonds is considered the key rate-determining step for multicarbon product generation and requires optimized adsorption energies and surface coverage of intermediates. Efficient C–C coupling typically occurs through the dimerization of CO species on catalytic surfaces, making catalyst structure and electronic properties crucial for selectivity control (Bagchi et al., 2022; Chang et al., 2023).

2.3 Electrochemical Cell Configurations

The performance of CO₂RR systems is strongly influenced by reactor design and cell configuration. H-type cells are commonly used in laboratory-scale studies due to their simplicity and ease of operation; however, they are limited by poor mass transport and low current densities. Flow cells improve reactant delivery by continuously supplying CO₂ to the catalyst surface, enabling higher reaction rates and improved efficiency.

Membrane electrode assemblies (MEAs) represent a more advanced configuration, integrating catalyst layers directly with ion-exchange membranes to reduce resistance and enhance system compactness. These systems

are particularly suitable for scale-up applications. In contrast, solid oxide electrolysis cells (SOECs) operate at high temperatures, enabling faster reaction kinetics and higher energy efficiency, although they require specialized materials and thermal management systems.

2.4 Factors Influencing CO₂RR Performance

Several operational parameters significantly influence CO₂RR efficiency and product distribution. Electrolyte composition and pH play a central role in determining proton availability and intermediate stabilization. Acidic, neutral, and alkaline environments each favor different reaction pathways and selectivity outcomes. Applied potential is another critical factor, as it directly affects reaction thermodynamics and the activation of competing reactions.

Mass transport limitations, particularly CO₂ diffusion to the catalyst surface, can restrict performance at high current densities. Additionally, elevated current density is essential for industrial relevance but often leads to reduced selectivity due to intensified side reactions. Temperature also influences reaction kinetics, adsorption strength of intermediates, and overall system efficiency, with higher temperatures generally accelerating reaction rates but potentially destabilizing selectivity.

2.5 In Situ and Operando Characterization Techniques

Understanding CO₂RR mechanisms at the molecular level requires advanced characterization techniques capable of monitoring reaction intermediates in real time. Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy is widely used to identify adsorbed species and surface functional groups during electrochemical reactions. Raman spectroscopy provides complementary vibrational information, enabling detection of transient intermediates and structural changes in catalysts under operating conditions.

X-ray absorption spectroscopy (XAS) offers insights into the electronic structure and oxidation states of catalytic materials, making it valuable for studying dynamic changes during CO₂RR. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) is used to evaluate charge transfer resistance, double-layer capacitance, and reaction kinetics at the electrode interface. Together, these in situ and operando techniques provide a comprehensive understanding of reaction mechanisms, enabling rational catalyst design and performance optimization.

The fundamentals of CO₂ electroreduction are governed by complex thermodynamic constraints, multi-step reaction pathways, and highly sensitive system parameters. A deep mechanistic understanding of these processes, supported by advanced characterization methods, is essential for improving efficiency, selectivity, and scalability of CO₂RR technologies.

3. Catalyst Design for Electrochemical CO₂ Reduction

Catalyst design plays a central role in determining the efficiency, selectivity, and stability of electrochemical CO₂ reduction (CO₂RR) systems. Recent advances in materials science have shifted the focus from simple catalyst identification to a more integrated strategy involving microenvironment modulation, interfacial engineering, and atomic-scale control of active sites. This mechanism-oriented framework enables researchers to decouple complex surface interactions and address key limitations such as poor CO₂ activation, low selectivity, and competing hydrogen evolution reactions (HER) (Wang et al., 2023; Yang & Gao, 2023). By tailoring catalyst structure and reaction environments, it becomes possible to optimize adsorption–desorption behavior of intermediates and enhance reaction pathways toward valuable products (Tan et al., 2024; Zheng et al., 2025).

3.1 Metal-Based Catalysts

Metal-based catalysts remain the most widely studied class for CO₂RR due to their tunable electronic properties and well-understood reaction mechanisms.

3.1.1 Noble Metal Catalysts

Noble metals such as gold (Au), silver (Ag), and palladium (Pd) exhibit high catalytic activity, particularly for the selective production of carbon monoxide (CO). Au and Ag are especially effective in stabilizing the COOH intermediate, which promotes CO formation with high Faradaic efficiency. Palladium, on the other hand, shows unique hydrogen absorption properties that influence hydrogenation pathways, although this can sometimes lead to competing HER activity. Despite their excellent selectivity, the high cost and limited abundance of noble metals restrict their large-scale application.

3.1.2 Transition Metal Catalysts

Transition metals such as copper (Cu), nickel (Ni), zinc (Zn), and tin (Sn) offer a more cost-effective alternative with diverse product selectivity. Copper is particularly notable as the only metal capable of producing significant quantities of multi-carbon (C₂⁺) products such as ethylene and ethanol. Nickel typically favors hydrogen evolution and CO formation depending on surface conditions. Zinc and tin are highly selective toward formate production due to their favorable stabilization of the OCHO intermediate. These metals provide a versatile platform for tuning reaction pathways through surface modification and alloying strategies.

3.2 Nanostructured and Morphology-Controlled Catalysts

Nanostructuring catalysts significantly enhances their surface area, active site exposure, and electronic properties. Nanoparticles offer high surface-to-volume ratios, improving catalytic activity by increasing the number of accessible active sites. Nanowires and nanosheets provide directional electron transport pathways and enhanced catalytic interfaces, which can improve charge transfer efficiency. Additionally, porous and defect-rich structures introduce unsaturated coordination sites that can strongly bind reaction intermediates, thereby influencing selectivity and lowering activation barriers. Morphology control is therefore a powerful tool for optimizing CO₂RR performance at the nanoscale.

3.3 Carbon-Based and Metal-Free Catalysts

Carbon-based materials such as graphene and carbon nanotubes have gained attention due to their excellent conductivity, chemical stability, and tunable surface chemistry. While intrinsically less active than metal catalysts, their performance can be significantly enhanced through nitrogen doping and heteroatom engineering. Nitrogen-doped carbon materials introduce localized charge density variations, which improve CO₂ adsorption and activation. Incorporation of heteroatoms such as boron, sulfur, or phosphorus further modifies electronic properties, enabling improved catalytic activity and selectivity. These metal-free systems offer a sustainable and cost-effective alternative for specific CO₂RR pathways.

3.4 Single-Atom and Bimetallic Catalysts

Single-atom catalysts (SACs) represent a frontier in catalyst design, where isolated metal atoms are dispersed on supportive matrices. This atomic-level dispersion maximizes metal utilization efficiency and creates highly uniform active sites with unique electronic structures. SACs often exhibit enhanced selectivity due to their well-defined coordination environments.

Bimetallic and alloy catalysts introduce synergistic interactions between two metals, enabling electronic modulation and optimized binding energies for reaction intermediates. Core-shell structures further enhance performance by combining surface activity with subsurface electronic tuning. These configurations allow

precise control over catalytic pathways, particularly for multi-electron transfer reactions such as CO₂RR (Zheng et al., 2025).

3.5 Catalyst Support and Interface Engineering

Catalyst supports play a crucial role in stabilizing active sites and improving charge transfer. Conductive substrates such as carbon cloth, carbon paper, and metal foams enhance electron mobility and ensure efficient current distribution. Interface engineering between the catalyst and electrolyte significantly influences local reaction environments, including pH, ion concentration, and intermediate stabilization.

Surface functionalization strategies further improve catalytic performance by introducing chemical groups that modulate adsorption energies and reaction pathways. By engineering the catalyst–electrolyte interface, researchers can effectively regulate local CO₂ concentration and proton availability, thereby improving selectivity toward desired products (Chang et al., 2023).

3.6 Stability and Deactivation Mechanisms

Despite advances in catalyst design, long-term stability remains a major challenge in CO₂RR systems. Catalyst reconstruction under electrochemical conditions can lead to changes in morphology and active site distribution, affecting performance consistency. Surface poisoning by strongly adsorbed intermediates or impurities can block active sites and reduce catalytic efficiency.

Additionally, nanoparticle agglomeration leads to a reduction in active surface area over time, while corrosion processes, particularly in aqueous environments, can degrade catalyst structure. These deactivation mechanisms highlight the importance of developing robust catalyst architectures capable of maintaining structural and functional integrity under prolonged operation.

In summary, catalyst design for CO₂ electroreduction has evolved toward highly engineered systems that integrate nanoscale structuring, atomic precision, and interfacial control. These advancements are essential for overcoming kinetic barriers, improving selectivity, and enabling durable and scalable CO₂RR technologies for sustainable chemical production.

4. Emerging Technologies and Performance Optimization

The advancement of electrochemical CO₂ reduction (CO₂RR) toward industrial relevance requires not only improved catalyst systems but also the integration of innovative reactor designs, digital technologies, renewable energy coupling, and holistic performance evaluation frameworks. This comprehensive approach aligns material innovation with system-level engineering to overcome persistent challenges such as mass transport limitations, energy inefficiency, and poor long-term stability (Lai et al., 2022; Wang et al., 2023). By bridging nanoscale catalyst design with macroscopic reactor architecture, CO₂RR technologies can move closer to scalable and economically viable deployment (Li et al., 2025; Zhang et al., 2025).

4.1 Electrolyte and Reactor Engineering

Electrolyte composition and reactor configuration are critical determinants of CO₂RR performance. Ionic liquid electrolytes have gained significant attention due to their high CO₂ solubility, wide electrochemical stability window, and ability to suppress competing hydrogen evolution reactions. These properties enhance CO₂ availability at the catalyst interface and improve selectivity toward desired products.

Gas diffusion electrodes (GDEs) represent a major advancement in reactor engineering, enabling efficient transport of gaseous CO₂ directly to the catalytic sites. This design minimizes diffusion limitations associated with aqueous-phase systems and supports high current densities required for industrial applications. Flow reactor systems further enhance performance by continuously supplying reactants and removing products,

thereby maintaining steady-state operation and improving overall conversion efficiency. Optimization of flow dynamics, electrode architecture, and electrolyte circulation is essential for maximizing system productivity.

4.2 AI and Machine Learning in Catalyst Discovery

Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) are transforming the discovery and optimization of CO₂RR catalysts. Computational catalyst screening allows rapid evaluation of thousands of material candidates based on predicted adsorption energies, electronic structures, and reaction energetics. This significantly reduces the time and cost associated with experimental trial-and-error approaches.

Predictive reaction modeling using ML algorithms enables the identification of structure–property relationships that govern catalytic performance. Data-driven optimization further refines catalyst design by integrating experimental datasets with simulation outputs to predict optimal compositions and morphologies. These approaches accelerate the development of high-performance catalysts and support rational design strategies for selective CO₂ conversion pathways.

4.3 Coupling CO₂RR with Renewable Energy

The integration of CO₂RR with renewable energy sources is essential for achieving a sustainable and carbon-neutral energy system. Solar-driven electrochemical systems utilize photovoltaic energy to directly power CO₂ conversion processes, enabling the production of fuels and chemicals using sunlight as the primary energy input. Similarly, wind-powered electrolysis systems harness intermittent wind energy to drive CO₂ reduction reactions, providing a flexible and scalable energy conversion platform.

These integrated systems enable the storage of renewable electricity in chemical bonds, addressing the intermittency challenges of solar and wind energy. By coupling CO₂RR with renewable energy infrastructure, it becomes possible to establish closed carbon loops that significantly reduce dependence on fossil fuels while producing valuable chemical commodities.

4.4 Hybrid and Tandem Catalytic Systems

Hybrid and tandem catalytic systems represent an emerging frontier in CO₂RR technology. Photoelectrochemical (PEC) systems combine light absorption and electrochemical conversion in a single platform, enabling direct solar-to-chemical energy conversion. These systems offer the potential for improved energy efficiency by minimizing intermediate energy losses.

Tandem catalysis strategies are specifically designed to enhance C₂⁺ product formation by sequentially optimizing reaction steps across multiple catalytic interfaces. This approach allows different catalysts to specialize in intermediate formation and carbon–carbon coupling, thereby improving overall selectivity and yield of multicarbon products. Additionally, bio-electrochemical systems integrate biological components such as enzymes or microbial catalysts with electrochemical platforms, enabling novel reaction pathways and improved product specificity under mild conditions.

4.5 Techno-Economic and Environmental Assessment

Comprehensive techno-economic analysis (TEA) and life-cycle assessment (LCA) are essential for evaluating the viability of CO₂RR technologies. Energy efficiency analysis provides insight into the overall conversion efficiency and identifies key sources of energy loss within the system. Economic feasibility studies assess capital costs, operational expenses, and potential market value of CO₂-derived products.

Life-cycle assessment evaluates the environmental impact of CO₂RR systems across all stages, including material production, operation, and end-of-life processes. Carbon footprint evaluation further quantifies the net environmental benefit by comparing CO₂ consumption with total emissions generated during system operation.

Together, these assessments provide a holistic framework for determining the sustainability and scalability of emerging CO₂RR technologies.

5. Challenges, Future Perspectives and Conclusion

The advancement of electrochemical CO₂ reduction (CO₂RR) toward industrial deployment represents a key pillar in the development of a circular carbon economy. However, despite significant progress in catalyst design, reactor engineering, and system integration, several fundamental and engineering limitations continue to hinder large-scale commercialization. Addressing these challenges requires coordinated efforts across materials science, electrochemical engineering, and systems-level optimization to bridge the gap between laboratory-scale demonstrations and industrial feasibility (Chang et al., 2023; She et al., 2022).

5.1 Current Challenges

One of the most persistent challenges in CO₂RR is product selectivity. Although a wide range of valuable chemicals can be produced, controlling reaction pathways to favor a single desired product remains difficult due to competing multi-electron transfer processes and similar reaction energetics. This often results in product mixtures, reducing overall process efficiency and downstream separation feasibility.

Scale-up and commercialization barriers further limit progress, as systems that perform efficiently under laboratory conditions often fail to maintain performance at larger scales. A major contributing factor is the low current density typically achieved under industrially relevant conditions, which reduces productivity and economic viability. Additionally, long-term catalyst stability remains a critical issue, as many catalysts undergo structural degradation, surface reconstruction, or deactivation over extended operation periods, limiting their practical lifespan.

5.2 Future Research Directions

Future progress in CO₂RR will depend heavily on rational catalyst design strategies that integrate atomic-level understanding with macroscopic system requirements. This includes tailoring electronic structures, optimizing adsorption energies, and engineering catalyst interfaces to enhance selectivity and efficiency. Advanced operando characterization techniques will also play a central role in revealing reaction mechanisms under real operating conditions, enabling more accurate correlation between structure and performance.

The development of green and low-cost catalysts is essential for ensuring economic viability and sustainability. This involves reducing reliance on noble metals and focusing on earth-abundant materials with high catalytic activity and durability. Furthermore, industrial-scale reactor integration, particularly through improved membrane electrode assembly (MEA) designs, is crucial for achieving high current densities, efficient mass transport, and stable long-term operation (Navarro-Jaén et al., 2021; Rhimi et al., 2024; Shen & Wang, 2023).

5.3 Prospects for Sustainable Carbon Utilization

CO₂RR holds strong potential for enabling a circular carbon economy in which carbon dioxide is continuously recycled into fuels and chemicals rather than being emitted as waste. This approach supports the transformation of CO₂ from an environmental liability into a valuable feedstock for industrial processes. The generation of renewable fuels such as methanol, ethanol, and synthetic hydrocarbons further strengthens the role of CO₂RR in decarbonizing the energy sector.

In addition, integration with carbon capture technologies provides a pathway for closing the carbon loop by linking CO₂ sequestration directly with its conversion into useful products. Such integrated systems can significantly reduce net emissions while supporting sustainable industrial development.

6. Conclusion

Electrochemical CO₂ reduction has emerged as a promising and versatile platform for converting greenhouse gas emissions into value-added chemicals and fuels. Major advances in catalyst design, including noble metals, transition metals, nanostructured materials, single-atom systems, and interface-engineered architectures, have significantly improved reaction efficiency and selectivity. Similarly, innovations in reactor design, electrolyte engineering, and renewable energy integration have expanded the operational capabilities of CO₂RR systems.

Comparatively, catalyst systems such as copper-based materials for multicarbon products and gold/silver-based systems for CO production represent the most studied and promising pathways for industrial application. However, their performance is still constrained by issues related to stability, scalability, and energy efficiency under real operating conditions.

Ultimately, the most promising route toward industrial CO₂ electroreduction lies in the convergence of advanced catalyst engineering, durable MEA-based reactor systems, standardized testing protocols, and real-world validation under industrial emission streams. Achieving this integration will be essential for translating CO₂RR from a laboratory-scale innovation into a cornerstone technology for global carbon management and sustainable chemical production.

References

- Barecka, M. H., & Ager, J. W. (2022). Towards an accelerated decarbonization of the chemical industry by electrolysis. *Energy Advances*, 2(2), 268–279. <https://doi.org/10.1039/d2ya00134a>
- Bagchi, D., Roy, S., Sarma, S. Ch., & Peter, S. C. (2022). Toward unifying the mechanistic concepts in electrochemical CO₂ reduction from an integrated material design and catalytic perspective. *Advanced Functional Materials*, 32(51). <https://doi.org/10.1002/adfm.202209023>
- Chang, B., Pang, H., Raziq, F., Wang, S., Huang, K., Ye, J., & Zhang, H. (2023). Electrochemical reduction of carbon dioxide to multicarbon (C₂⁺) products: challenges and perspectives. *Energy & Environmental Science*, 16(11), 4714–4758. <https://doi.org/10.1039/d3ee00964e>
- Chang, B., Pang, H., Raziq, F., Wang, S., Huang, K., Ye, J., & Zhang, H. (2023). Electrochemical reduction of carbon dioxide to multicarbon (C₂⁺) products: challenges and perspectives. *Energy & Environmental Science*, 16(11), 4714–4758. <https://doi.org/10.1039/d3ee00964e>
- Guo, Z., Yang, F. F., Li, X., Zhu, H., Do, H., Fow, K. L., Hirst, J. D., Wu, T., Ye, Q., Peng, Y., Wu, H. B., Wu, A., & Xu, M. (2023). Electrocatalytic CO₂ reduction to C₂H₄: From lab to fab. *Journal of Energy Chemistry*, 90, 540–564. <https://doi.org/10.1016/j.jechem.2023.11.019>
- Jin, S., Hao, Z., Zhang, K., Yan, Z., & Chen, J. (2021). Advances and challenges for the electrochemical reduction of CO₂ to CO: From fundamentals to industrialization. *Angewandte Chemie International Edition*, 60(38), 20627–20648. <https://doi.org/10.1002/anie.202101818>
- Lai, W., Qiao, Y., Zhang, J., Lin, Z., & Huang, H. (2022). Design strategies for markedly enhancing energy efficiency in the electrocatalytic CO₂ reduction reaction. *Energy & Environmental Science*, 15(9), 3603–3629. <https://doi.org/10.1039/d2ee00472k>
- Li, C., Ji, Y., Wang, Y., Liu, C., Chen, Z., Tang, J., Hong, Y., Li, X., Zheng, T., Jiang, Q., & Xia, C. (2023). Applications of metal–organic frameworks and their derivatives in electrochemical CO₂ reduction. *Nano-Micro Letters*, 15(1). <https://doi.org/10.1007/s40820-023-01092-8>
- Li, J., Abbas, S. U., Wang, H., Zhang, Z., & Hu, W. (2021). Recent advances in interface engineering for electrocatalytic CO₂ reduction reaction. *Nano-Micro Letters*, 13(1). <https://doi.org/10.1007/s40820-021-00738-9>
- Li, L., Li, X., Sun, Y., & Xie, Y. (2022). Rational design of electrocatalytic carbon dioxide reduction for a zero-carbon network. *Chemical Society Reviews*, 51(4), 1234–1252. <https://doi.org/10.1039/d1cs00893e>

- Li, Q., You, X., Wu, J., & Tang, Z. (2025). Scaling CO₂ electroreduction revolution: pathways from laboratory breakthroughs to industrial implementation. *Advanced Functional Materials*, 35(50). <https://doi.org/10.1002/adfm.202508825>
- Navarro-Jaén, S., Virginie, M., Bonin, J., Robert, M., Wojcieszak, R., & Khodakov, A. Y. (2021). Highlights and challenges in the selective reduction of carbon dioxide to methanol. *Nature Reviews Chemistry*, 5(8), 564–579. <https://doi.org/10.1038/s41570-021-00289-y>
- Pathak, B., Sarma, N., Handique, K. C., Das, H., Saikia, P., & Kalita, P. K. (2025). Nanomaterials for electrochemical CO₂ conversion: mechanistic insights and emerging hybrid strategies. *Emergent Materials*. <https://doi.org/10.1007/s42247-025-01283-6>
- Rhimi, B., Zhou, M., Yan, Z., Cai, X., & Jiang, Z. (2024). Cu-based materials for enhanced C₂⁺ product selectivity in photo-/electro-catalytic CO₂ reduction: challenges and prospects. *Nano-Micro Letters*, 16(1). <https://doi.org/10.1007/s40820-023-01276-2>
- Segets, D., Andronescu, C., & Apfel, U. (2023). Accelerating CO₂ electrochemical conversion towards industrial implementation. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43762-6>
- Shen, J., & Wang, D. (2023). How to select heterogeneous CO₂ reduction electrocatalyst. *Nano Research Energy*, 3. <https://doi.org/10.26599/nre.2023.9120096>
- She, X., Wang, Y., Xu, H., Tsang, S. C. E., & Lau, S. P. (2022). Challenges and opportunities in electrocatalytic CO₂ reduction to chemicals and fuels. *Angewandte Chemie International Edition*, 61(49). <https://doi.org/10.1002/anie.202211396>
- Sun, Z. (2023). Renewably powered electrochemical CO₂ reduction toward a sustainable carbon economy. *RSC Sustainability*, 1(8), 1908–1911. <https://doi.org/10.1039/d3su90049e>
- Tan, X., Zhu, H., He, C., Zhuang, Z., Sun, K., Zhang, C., & Chen, C. (2024). Customizing catalyst surface/interface structures for electrochemical CO₂ reduction. *Chemical Science*, 15(12), 4292–4312. <https://doi.org/10.1039/d3sc06990g>
- Wang, G., Chen, J., Ding, Y., Cai, P., Yi, L., Li, Y., Tu, C., Hou, Y., Wen, Z., & Dai, L. (2021). Electrocatalysis for CO₂ conversion: from fundamentals to value-added products. *Chemical Society Reviews*, 50(8), 4993–5061. <https://doi.org/10.1039/d0cs00071j>
- Wang, Z., Zhou, Y., Qiu, P., Xia, C., Fang, W., Jin, J., Huang, L., Deng, P., Su, Y., Crespo-Otero, R., Tian, X., You, B., Guo, W., Tommaso, D. D., Pang, Y., Ding, S., & Xia, B. Y. (2023). Advanced catalyst design and reactor configuration upgrade in electrochemical carbon dioxide conversion. *Advanced Materials*, 35(52). <https://doi.org/10.1002/adma.202303052>
- Xia, Q., Zhang, K., Zheng, T., An, L., Xia, C., & Zhang, X. (2023). Integration of CO₂ capture and electrochemical conversion. *ACS Energy Letters*, 8(6), 2840–2857. <https://doi.org/10.1021/acsenergylett.3c00738>
- Yang, P., & Gao, M. (2023). Enrichment of reactants and intermediates for electrocatalytic CO₂ reduction. *Chemical Society Reviews*, 52(13), 4343–4380. <https://doi.org/10.1039/d2cs00849a>
- Zhang, G., Li, S., Du, X., Zhang, Y., Wang, T., Zhang, P., & Gong, J. (2025). From molecules to modules: pathways toward scalable electrochemical CO₂ reduction. *Accounts of Chemical Research*, 58(21), 3223–3234. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.5c00416>
- Zheng, M., Sun, Q., Lin, Z., Zhang, Y., Bao, Y., You, J., Wang, K., Li, H., Wang, S., Nie, Y., Xie, Y., Yao, D., & Bi, S. (2025). Interfacial engineering toward local environment modulation for selective CO₂ electroreduction. *Carbon Neutralization*, 5(1). <https://doi.org/10.1002/cnl2.70073>