WOSCON

III.Uluslararası Şirvanşahlar Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi KONGRE KİTABI







22-23 KASIM 2025

Bakü-AZERBAYCAN

https://www.wosconkongreleri.com

BİLSEL YAYINCILIK

3. INTERNATIONAL ŞİRVANŞAHLAR SCIENTIFIC RESEARCHES AND INNOVATION CONGRESS BOOK

22-23 November 2025, AZERBAIJAN

EDITOR
Assoc. Prof. Dr. EBÜLFƏZ EZİMLİ

ISBN: 978-625-8531-04-6

08.12.2025
by BILSEL PUBLISHING

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://www.wosconkongreleri.com/

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

3. INTERNATIONAL ŞİRVANŞAHLAR SCIENTIFIC RESEARCHES AND INNOVATION CONGRESS,

DATE and PLACE

22-23 November 2025, Azerbaijan

ORGANIZATION

Bilgiseli Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Strateji Geliştirme Kongre ve Org.Hizm.Tic.Ltd.Şti

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman of the Organizing Committee

Assoc. Prof. Dr. EBÜLFƏZ EZİMLİ

University Academician Representative

Doç. Dr. Adem YOLCU
Kafkas Üniversitesi

Doç. Dr. Mutlu Melis ÖZGERİŞ
Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Çağatay YAMÇIÇIER
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Doç. Dr. Adem DOĞAN
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Gülay KARAHAN
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Members

Prof. Dr. Abdelkarim BOUA
Prof. ADJLANE Sabah
Prof.Dr. Elman Guliyev
Prof. Dr. Marinescu Valentina
Prof. Dr. Froilan D. Mobo
Doç. Dr. Mehmet Veysi BABAYİĞİT
Doç. Dr. Özlem ONÜK NATONSKI
Assoc. Prof. Dr. Irina Teodora MANOLESCU
Assoc. Prof. Dr. Naseem Akhter
Assoc. Prof. Dr. Henry Akpojubaro Efegbere
Doç. Dr. Asaf Tolga ÜLGEN
Assoc. Prof. Dr. Valbona Habili Sauku
Doç. Dr. Irmak KARADUMAN ER
Assoc. Prof. Dr. Seyed Mehdi Talebi
Doç. Dr. Afina BARMANBAY
Dr. Ayça Yılmaz
Dr. Bahar ALTUNOK
Dr. Mustafa KAVGACI
Dr. Beloufa NABIL
Dr. Mansoor Ahmed
Dr. Drita AVDYLI
Dr. Ülker Baxşiyeva

PARTICIPANTS COUNTRY

Azerbaijan/Kazakhstan/India/Romania/Tunisia
Nigeria/Algeria/Morocco/France/Indonesia/Georgia/Pakistan

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr Mehmet ILKIM

İnönü Üniversitesi

Prof. Habil. Dr. Laura Diaconu Maxim,

Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania

Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Prof. Dr. Gürcan YILDIRIM

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Prof.Dr. Gülsüm YALDIZ

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Froilan D. Mobo

Philippine Merchant Marine Academy

Prof.Dr.Perihan ÜNÜVAR

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Prof. Dr. Khiari Reguia,

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

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. Elman Guliyev

Azerbaycan Devlet Pedogoji

Prof. Dr. Hassan ZARIOUH

Mohammed I University, Oujda Morocco

Prof. Dr. Ivan Pavlovic

Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. Iheanyı Omezuruıke Okonko

Unıversıty Of Port Harcourt, Nıgerıa

Prof. Dr. Karim KREIT

Cadi Ayyad University, Moracco

Prof. Dr. Mohammed Waheeb

Hashemite University,Jordan

Prof. Dr.Nana Jincharadze

European University Georgia

Prof. Dr. Shemsije Demiri

Hıgh Economıc School- Gostivar North Macedonia

Prof. Dr. Tinatin Mshvidobadze

Gori State University (Georgia)

Prof. Dr.Valbon Ademi

University of Tetovo, North Macedonia

Prof. Dr. Valentina Marinescu

University of Bucharest

Doç. Dr. Irmak KARADUMAN ER

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç. Dr. Mutlu Melis ÖZGERIŞ

Atatürk Üniversitesi

Doç. Dr. Gülay KARAHAN

Çankırı Karatekin Üniversitesi

Doç.Dr.Şahin ÇETİNKAYA

Aksaray Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan Gökhan GÜNDOĞDU

Anadolu Üniversitesi

Doç. Dr. Ufuk MERCAN YÜCEL

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Assoc. Prof. PhD. Irina Teodora MANOLESCU

Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania

Assoc. Prof. Dr. Naseem Akhter

Shaheed Benazir Bhutto Women University, Pakistan

Assoc. Prof.Dr. Mohammad Jafar Chamankar,

Urmia University, Iran

Assoc. Prof. Dr. Girija Shankar Panigrahi

KIIT Deemed to be University,India

Assoc. Prof. Dr. Vakeel Ahmad Khan

Aligarh Muslim University, India

Doc. Dr. Sci. Džana Rahimić Ramić

University of Sarajevo,Bosna-Hersek

Assoc. Prof. Dr. Mokhtar NEBAB

University of Boumerdes ALGERIA

Assoc. Prof. Gergana Gozanska Plovdiv

University "Paisii Hilendarski", Bulgaria

Assoc. Prof. 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. Məmmədova Könül Ələddin qızı

ADPU-Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. John Noel S. Nisperos

Don Mariano Marcos Memorial State University- Philippines

Assoc.Prof. Dr. Daniela Matušíková

University of Prešov, Slovakia

Assoc. Prof. Dr. Abderrahmane Raji

Sultan Moulay Slimane University,Morocco

Asoc. Prof. Enida KUME

Aleksander Moisiu" University, Durrës, Albania

Assoc. Prof. Dr. BELOUFA

Nabil,IHFR, Algeria

Doç.Dr. Ebülfəz Ezimli

Naxçıvan Devlet Universiteti

Assoc. Prof. Dr. Farida Safaraliyeva

Azerbaijan State Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Kamal Koohi

University of Tabriz,Iran

Assoc. Prof. Dr. Ghizlane Bouazza

Ministry of Health, Morocco

Assoc. Prof. Dr. Postolache Victoria

Alecu Russo Balti State University, Moldova

Dr. Cevriye ÖZDEMİR

Kayseri Üniversitesi

Dr. İpek ÇİMRİN

Çukurova Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi ZİLA ÖZLEM KIRBAŞ

Bayburt Üniversitesi

Dr. Özgür ERDAĞ

Kafkas Üniversitesi

Dr. Barış ERGÜL

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Dr. Fulya KAHRIMAN

Kocaeli Üniversitesi

Dr. Solomon Uchechukwu Eze

Nnamdi Azikiwe University, Awka, Nigeria

Dr. Anıtha Rajasekaran

Botany,Bharathı Womens College , Indıa

Ph.D Devi Raman,

Dr. Beloufa NABIL

Hydrometeorological Institute for Training and Research IHFR Oran Algeria

Dr. Mansoor Ahmed

Government College University,Pakistan

Dr. Ramona Marinache

University of Bucharest,Romania

Dr. Iosefina Blazsani-Batto

Teacher's Training Center Sibiu under Romanian Ministry of Education Romania

Dr. Mirjeta Cenaj

Sports University of Tirana, Albania

Dr. Vıncent Abıodun Mıcheal,

The Federal Polytechnıc, Bıda, Nıgerıa

Dr. Israr Ali Khan

Institute of Numerical Sciences KUST, Pakistan

Dr. Ananda Majumdar

Brander Garden After School Parents

3. INTERNATIONAL ŞİRVANŞAHLAR SCIENTIFIC RESEARCHES AND INNOVATION CONGRESS

22-23 November 2025 Azerbaijan

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting ID: 829 2532 6412

Passcode: 720329

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/82925326412?pwd=8HikOiCP04Kbwd1UVabfWoabeVH0Wq.1

PARTICIPATING COUNTRIES

Azerbaijan/Kazakhstan/India/Romania/Tunisia
Nigeria/Algeria/Morocco/France/Indonesia/Georgia/Pakistan

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 kullanılabilmelidir.
- Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir.

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

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:30

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. İnan KAYNAK

SESSION-1 HALL-1

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr. Berat ÇİÇEK *Doç. Dr. İnan KAYNAK*	*Malatya Turgut Özal Üniversitesi,* *Muş Alparslan Üniversitesi*	*TAMAMLANMIŞ KARİYER SORUNU: İŞE ÖZLEM*
Doç. Dr. İnan KAYNAK *Doç. Dr. Berat ÇİÇEK*	*Muş Alparslan Üniversitesi,* *Malatya Turgut Özal Üniversitesi*	*ALGILANAN SOSYAL DESTEĞİN İŞ DOYUMUNA ETKİSİNDE PSİKOLOJİK DAYANIKLILIĞIN ROLÜ*
Prof. Dr., Rahmi YÜCEL *Araş. Gör., Fatih EROĞLU*	*Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*	*MUHASEBEDE DİJİTAL ARAÇLARIN KURUMSAL DEĞER KATKISI: TEKNOLOJİ, VERİ YÖNETİŞİMİ VE ETİK YOĞUNLUK İLİŞKİSİ*
Prof. Dr., Rahmi YÜCEL *Araş. Gör., Fatih EROĞLU*	*Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi*	*TEKNOLOJİK GELİŞMELERİN MUHASEBE DALLARINA ETKİLERİ*
Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN	*Ege Üniversitesi*	*YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİNİN PAZARLAMA İLETİŞİMİNDEKİ ROLÜ*
Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN	*Ege Üniversitesi*	*COVID-19 PANDEMİSİNDE EĞİTİMCİ VE ÖĞRENCİ İLİŞKİSİNİN DÖNÜŞÜMÜ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA*
AYSUN SEVİNÇ	*Fırat Üniversitesi*	*BATI SİNEMASINDA MÜSLÜMAN KADIN TEMSİLİ: ŞEYH, KIZIM OLMADAN ASLA, ZORAKİ RADİKAL FİLMLERİ ÖRNEĞİ*
ŞEYMA KÜRÜM	*Fırat Üniversitesi*	*SOSYAL MEDYA VE SİYASİ İLETİŞİMİN SEÇMEN ALGISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: BASKİL ÖRNEĞİ*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:15

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Enver KENDAL

SESSION-1 HALL-2

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Deniz CEYLAN *Prof. Dr. Nagehan Desen KÖYCÜ*	*Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi*	*SARIMSAKTA Fusarium spp. HASTALIKLARININ MÜCADELESİNDE MİKORİZAL FUNGUSLARIN VE YEŞİL GÜBRELEMENİN ROLÜ*
Doç.Dr. Tuğba GÜRKÖK TAN *Dr.Öğr.Üyesi Gülşen GÜÇLÜ*	*Çankırı Karatekin Üniversitesi,* *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi*	*KİMYASALSIZ TIBBİ VE AROMATİK BİTKİ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE EKOLOJİK YABANCI OT YÖNETİMİ: YEREL UYGULAMALAR*
Doç.Dr. Tuğba GÜRKÖK TAN *Prof.Dr. Hülya SİPAHİ* *Dr.Öğr.Üyesi Gülşen GÜÇLÜ*	*Çankırı Karatekin Üniversitesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,* *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi*	*XTH GEN AİLESİ: HÜCRE DUVARI DİNAMİĞİNİN ANAHTAR OYUNCULARI VE BİTKİLERDEKİ ROLLERİ*
Öğr. Gör. Dr. Tuğba ÇAKIR *Doç. Dr. Hasan MARAL*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi*	*GELECEĞİN BİYOPESTİSİTLERİ: UÇUCU YAĞLARIN TARIMSAL KULLANIMI*
Doç. Dr. Hasan MARAL *Öğr. Gör. Dr. Tuğba ÇAKIR*	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi*	*KOZMETİK VE PARFÜMERİ SEKTÖRÜNDE UÇUCU YAĞLARIN KULLANIMI*
Prof. Dr. Enver KENDAL	*Mardin Artuklu Üniversitesi*	*EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN BİPLOT ANALİZ YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI*
Ali Rıza ARCAGÖK *Prof. Dr. Enver KENDAL*	*Mardin Artuklu Üniversitesi*	*GÜNEYDOĞU GEÇİT BÖLGESİNDE YAZLIK OLARAK BAZI NOHUT ÇEŞİTLERİNİN PERFORMANSININ BELİRLENMESİ*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:15

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Gürcan Yıldırım

SESSION-1 HALL-3

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr, Asaf Tolga Ülgen Assoc. Prof. Dr, Mustafa Burak Türköz Assoc. Prof. Dr. Ümit Erdem Prof. Dr. Gürcan Yıldırım	*Şırnak University, Karabük University, Kırıkkale University, Bolu Abant İzzet Baysal University*	*INTEGRATED DFT/HF STUDY ON SPECTROSCOPİC, VİBRATİONAL SİGNATURES, AND ELECTRONİC REACTİVİTY OF M-ACETAMİDOBENZOTRİFLUORİDE*
Assoc. Prof. Dr, Asaf Tolga Ülgen Assoc. Prof. Dr, Mustafa Burak Türköz Assoc. Prof. Dr. Ümit Erdem Prof. Dr. Ali Serol Ertürk	*Şırnak University, Karabük University, Kırıkkale University, Adıyaman University*	*SPECTROSCOPİC IDENTİFİCATİON OF M-ACETAMİDOBENZOTRİFLUORİDE VİA QUANTUM MECHANİCAL CALCULATİON METHODS*
Metalurji ve Malzeme Müh. Şevval YILMAZ Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL Makine Müh. Cihat ARDA	*Subor Boru San. Tic. A. Ş., Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,*	*MAKRO –BOYUTLU CAM BİLYA (40–70 µm) KATKILI POLİMER KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE FARKLI KATKI ORANLARININ ETKİSİ*
Makine Müh. Mert SELMANOĞLU Prof.Dr. Hüseyin ÜNAL Metalürji ve Malzeme Müh. Nisan YEŞİL	*Subor Boru San. Tic. A. Ş., Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,*	*E-CAM ELYAF KEÇE İLE TAKVİYE EDİLMİŞ DOYMAMIŞ POLYESTER KOMPOZİTLERİN EĞİLME ÖZELLİKLERİ*
Öğr.Gör., Halil İbrahim ÖZDEMİR Dr.Öğr.Üyesi, Serkan BUDAK Dr.Öğr. Üyesi İsmail BACAK Öğr.Gör. Fatih ULUKAYA	*Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi*	*MULTİDİSİPLİNER BAKIŞ AÇISIYLA MENTAL SAĞLIKTA SOSYAL MEDYA, GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI*
Ece ÜSTÜN Fatma HEPSAĞ	*Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi*	*HAVA KURUTMA VE DONDURARAK KURUTMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI*
Ece ÜSTÜN Fatma HEPSAĞ	*Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi*	*NEM VE SU AKTİVİTESİNİN (AW) GIDA GÜVENLİĞİNE VE KURUTMA SÜRECİNE ETKİSİ*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Doçent, Fatma HASTAOĞLU

SESSION-1 HALL-4

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Saadet TİRYAKİ Dr. Öğretim Üyesi Fatma Banu DEMİRDAŞ	*Bağımsız Araştırmacı, Malatya Turgut Özal Üniversitesi*	*GERONTOLOJİK PERSPEKTİFTEN MÜZİK: YAŞLILARDA MÜZİK MÜDAHALELERİ*
Dr. Öğretim Üyesi Fatma Banu DEMİRDAŞ Dr. Saadet TİRYAKİ	*Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Bağımsız Araştırmacı*	*YAŞLA DEĞİL, ALGIYLA SAVAŞ: MODERN DÜNYADA GÖRÜNMEYEN EŞİTSİZLİKLER*
Doçent, Fatma HASTAOĞLU	*Sivas Cumhuriyet Üniversitesi*	*YAŞLIDA GIDA SEÇİMİNDE RENK ALGISI VE MALNÜTRİSYON İLİŞKİSİ*
Doçent, Fatma HASTAOĞLU	*Sivas Cumhuriyet Üniversitesi*	*İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SAĞLIKLI YAŞLANMAYA ETKİSİ*
Dr. Öğr. Üyesi, Merve TUNÇDEMİR Uzm. Fzt., Ahmet Burak MAVUŞ Dr. Öğr. Üyesi, Ömer DURSUN	*Bitlis Eren Üniversitesi, İzzet Baysal Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi,*	*İNMELİ HASTALARDA DENGE CİHAZI KULLANIMINA YÖNELİK MEMNUNİYETİN DEĞERLENDİRİLMESİ*
Doç.Dr.Nazlı Gülriz ÇERİ Fatmanur UÇAK	*Aydın Adnan Menderes Üniversitesi,*	*SERVİKAL MYOFASYAL ORGANİZASYON SİSTEMİNİN TEMEL PRENSİPLERİ VE KLİNİK ÖNEMİ*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. Selçuk USTA

SESSION-1 HALL-5

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç. Dr., Menekşe ŞAHİN Serap DİKMEN Öğr. Gör. Dr., Muhammed DİKMEN	*Hitit Üni., Kilis 7 Aralık Üniv.,*	*MESLEKİ EĞİTİM KURUMLARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ: BİR MESLEK YÜKSEKOKULUNDA İSG RİSK ANALİZİ ÇALIŞMASI*
Doç. Dr., Menekşe ŞAHİN Serap DİKMEN Öğr. Gör. Dr., Muhammed DİKMEN	*Hitit Üni., Kilis 7 Aralık Üniv.*	*MESLEKİ EĞİTİM ALANLARI İÇİN RİSK DEĞERLENDİRMESİ: BİR DERLEME*
Fatih GÖK Doç. Dr. Fulya ZARALI	*Kayseri Üniversitesi,*	*BULANIK AHP-TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ*
Doç. Dr., Gökhan KÜLEKÇİ Seyfullah NERGİZ	*Gümüşhane Üniversitesi, İş Sağ. İş Sağlığı ve Güvenliği Özel Eğitim,*	*MADENLERDE YANGIN VE YANGIN ÖNLEME SİSTEMLERİ*
Berke Bilgenur Kandemir Şener Mustafa Akkaya	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi*	*YEŞİL SENTEZLENEN ZNO NANOPARÇACIKLARININ KARAKTERİZASYONU VE NANOAKIŞKAN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN TEORİK DEĞERLENDİRİLMESİ*
Berke Bilgenur Kandemir Şener Mustafa Akkaya	*Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi*	*SNO VE MNO NANOPARÇACIKLARININ YEŞİL SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE NANOLUBRİKANT POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ*
Seyfullah NERGİZ Doç. Dr., Gökhan KÜLEKÇİ	*İş Sağ. İş Sağlığı ve Güvenliği Özel Eğitim, Gümüşhane Üniversitesi*	*HASTANE DEPOLARINDA FİNE-KİNNEY METODUYLA YANGIN RİSK ANALİZİ: MEMORIAL ANTALYA ÖRNEĞİ*
Doç. Dr. Selçuk USTA	*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi*	*THORNTHWAITE İKLİM SINIFLANDIRMA YÖNTEMİNE GÖRE TRABZON İLİ İKLİM SINIFININ VE SU BİLANÇOSUNUN BELİRLENMESİ*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Doç. Dr. M. Fatih ADIGÜZEL

SESSION-1 HALL-6

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nisa Nur DALKIRAN *Ayten Pınar BAL*	*Çukurova Üniversitesi,*	*FİNLANDİYA VE TÜRKİYE MATEMATİK ÖĞRETİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETMEN YETİŞTİRME SÜREÇLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ*
Nisa Nur DALKIRAN *Ayten Pınar BAL*	*Çukurova Üniversitesi*	*2021–2025 YILLARI ARASINDA TÜRKİYE'DE MATEMATİK VE STEM TEMELLİ LİSANSÜSTÜ TEZLERİNİN BETİMSEL ANALİZİ*
Yüksek Lisans Öğrencisi, Zehra KOYUNCU *Yüksek Lisans Öğrencisi, Elif Şule CANOL* *Arş. Gör. Yavuz Selim KARASU*	*Kırıkkale Üniversitesi*	*2013 VE 2024 OKUL ÖNCESİ EĞİTİM PROGRAMLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ BAĞLAMINDA BİR İNCELEME*
Yüksek Lisans Öğrencisi, Özlem KILIÇASLAN *Yüksek Lisans Öğrencisi, Hale Nur DEMİR* *Arş. Gör. Yavuz Selim KARASU*	*Kırıkkale Üniversitesi*	*ÇOCUKLUK KAVRAMI VE ALGISININ TARİHSEL, DİNSEL VE TOPLUMSAL BOYUTLARI*
Doç. Dr. M. Fatih ADIGÜZEL	*Mersin Üniversitesi*	*DRINKING TIME AND SOWING TEARS: CONCEPTUAL METAPHORS AND BLENDS OF EXISTENTIAL REGRET IN THE TURKISH ARABESK SONG "HABERİMIZ YOK"*
Doç. Dr. M. Fatih ADIGÜZEL	*Mersin Üniversitesi*	*PROFILING NEAR-SYNONYMY: A CORPUS-DRIVEN ANALYSIS OF THE TURKISH ADJECTIVES BÜYÜK, İRİ, AND KOCA*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Salih AKBUDAK

SESSION-1 HALL-7

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Adem YOLCU *Taha Yasin ÖZTÜRK*	*Kafkas University*	*A PYTHAGOREAN FUZZY SOFT COPRAS APPROACH FOR EVALUATING SMART HEALTHCARE TECHNOLOGIES*
Adem YOLCU *Taha Yasin ÖZTÜRK*	*Kafkas University*	*AN INTUITIONISTIC FUZZY SOFT VIKOR APPROACH FOR SELECTING POST-DISASTER TEMPORARY EDUCATION AREAS*
Prof. Dr. Salih AKBUDAK *Prof. Dr. Abdullah CANDAN*	*Adıyaman Üniversitesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi*	*PrPtBi YARI-HEUSLER BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELASTİK VE FONON ÖZELLİKLERİNİN TEORİK İNCELENMESİ*
Prof. Dr. Salih AKBUDAK *Prof. Dr. Abdullah CANDAN*	*Adıyaman Üniversitesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi,*	*BİRİNCİ İLKE HESAPLAMALARI İLE TmIr 2 LAVES FAZININ YAPISAL, MEKANİK VE FONON ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI*
Prof. Dr. Ali Özhan AKYÜZ *Öğr. Gör. Kazım KUMAŞ* *Öğr. Gör. Durmuş TEMİZ* *Öğr. Gör. Mustafa AYAN*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi*	*DENSITY MEASUREMENT AND ERROR ANALYSIS SIMULATION: AN INTERACTIVE LEARNING TOOL FOR PHYSICS LABORATORIES*
Prof. Dr. Ali Özhan AKYÜZ *Öğr. Gör. Kazım KUMAŞ* *Öğr. Gör. Durmuş TEMİZ* *Öğr. Gör. Mustafa AYAN*	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi*	*WAVE PROPAGATION IN A 2D ACOUSTIC PHANTOM: FDTD SIMULATION AND SOUND VELOCITY CHARACTERIZATION USING QUANTITATIVE TIME-OF-FLIGHT*
Öğretim Görevlisi Doktor, Osman ÖZDAMAR *Doç. Dr. Burak ÖZTÜRK*	*Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi*	*7000 ERİSİ ALÜMİNYUM ALAŞIMININ MEKANİK PERFORMANSI ÜZERİNDE DÖKÜM EKSTRÜZYON VE T6 ISIL İŞLEMİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ*
Öğretim Görevlisi Doktor, Osman ÖZDAMAR	*Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi*	*FDM TABANLI 3D YAZICILARDA ÜRETİM PARAMETRELERİNİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ*



23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Dr. Öğr. Üyesi Selman ÇELİK

SESSION-1 HALL-8

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Arş. Gör. Dr., Numan BADEMLİ	*Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi*	*DİŞ HEKİMLİĞİ EĞİTİMİNDE YAŞAM BECERİLERİNİN ULUSAL VE ULUSLARARASI STANDART BELGELER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ*
Yüksek Lisans Öğrencisi Ayşe ŞENGÜL Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN	*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi*	*GEBELİKTE TOKOFOBİ (DOĞUM KORKUSU): NEDENLERİ, SONUÇLARI VE BAŞ ETME YÖNTEMLERİ*
Yüksek Lisans Öğrencisi Ayşe ŞENGÜL Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN	*Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi*	*HAMİLELİKTE YAŞAM KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER: FİZİKSEL, PSİKOLOJİK VE SOSYAL BOYUTLARIN İNCELENMESİ*
Hacer İrem GÜMÜŞ SAPANCA Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN	*Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi*	*YENİDOĞAN TERMOREGÜLASYONU ÜZERİNE BİLİMSEL EĞİLİMLER: BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ*
Hacer İrem GÜMÜŞ SAPANCA Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN	*Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi*	*POSTPARTUM DÖNEMİNDE EŞ DESTEĞİ ÇALIŞMALARININ EĞİLİMLERİ: BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME*
Dr. Öğr. Üyesi Selman ÇELİK Devrim TURAN Yasin ÇELİK Beyza YILMAZTÜRK	*Yeditepe University*	*LEVEL OF KNOWLEDGE ABOUT ASBESTOS AND ASBESTOS POİSONİNG OF NURSİNG STUDENTS STUDYİNG AT A FOUNDATİON UNİVERSİTY*
Dr. Öğr. Üyesi Selman ÇELİK Büşra KABA	*Yeditepe University*	*THE LEVEL OF KNOWLEDGE OF NURSİNG DEPARTMENT STUDENTS ABOUT SEXUALLY TRANSMİTTED DİSEASES AT A FOUNDATİON UNİİVERSİTY AND THEİR BEHAVİOR TOWARDS PROTECTİON*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Dr. Ülker Bahşiyeva

SESSION-1 HALL-9

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Ülker Bahşiyeva	*ADPU,Azerbaijan*	*THE 'KİTABİ-DEDE KORKUT' EPİC İN THE SCHOLARLY RESEARCH OF M. IBRAHİMOV*
Məmmədova Könül Ələddin qızı	*ADPU,Azerbaijan*	*İNŞA YAZILARDA BURAXILAN SƏHVLƏRİN ARADAN QALDIRILMASI YOLLARI*
Sheza Aura NAFASYA Alifa Rahma OKTANTIA Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*TRUST GOVERNANCE AND ECONOMİC ETHİCS İN STRENGTHENİNG SOCİOECONOMİC COHESİON AMONG MUSLİM AND NON-MUSLİM COMMUNİTİES İN INDONESİA*
Putri Amelia Andini Juhaida Valda Fida Putri Nainawa	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE STRATEGIC ROLE OF DIGITAL FINANCIAL ECOSYSTEMS IN ACCELERATING INCLUSIVE AND SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH IN DEVELOPING COUNTRIES*
Askar Aimukatov	*Aktobe Regional University, Kazakhstan*	*PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PREVENTION OF ADOLESCENT DEVIANT BEHAVIOR*
Ulduz Fərhad Qəhrəmanova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*"ROMANTİK SASPENS" JANRI SUBJANR KİMİ*
Aynur Bədəlova	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universite*	*BƏDİİ DÜŞÜNCƏNİN İNKIŞAFINDA NAĞILLAR VƏ OXUNUN TƏDRİS MƏQSƏDLƏRİ*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Nana Jincharadze

SESSION-1 HALL-10

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Niharika Kumari Dr. R. Devi Dr. R. Srinivasan	*Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamil Nadu, India.*	*THERAPEUTİC NANOPARTİCLES: RECENT DEVELOPMENTS AND THEİR TARGETED-DELİVERY APPLİCATİONS*
Mrs.E.Elavarasi J.Jayadurka Ardhra Sunil Sudharsan.C Karthik.S	*Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India*	*TEA LEAVES ETHANOLIC EXTRACTS AS DIETARY CHEMOPREVENTIVE AGENTS AGAINST COLON CANCERS*
Dr.R.Srinivasan Yuvaraj AR Prasanth Snehamayee Mahapatra	*Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India*	*MIMOSA PUDICA L.: A REVIEW OF ANTIBACTERIAL ACTIVITY*
V.Ranjani Dr. R. Srinivasan Dr. R. Devi	*Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamil Nadu, India.*	*PHARMACOKINETICS AND PHARMACODYNAMICS OF ORAL DRUG DELIVERY SYSTEMS*
Meenaloshini D Meenatchi V,	*Takshashila University, Ongur,*	*MOLECULAR PATHOGENESİS, EARLY DETECTİON, AND THERAPEUTİC APPROACHES FOR COLON CANCER*
Nana Jincharadze	*Professor of European University, Tbilisi, Georgia*	*THE ROLE OF FLUORİDE İN THE PREVENTİON OF DENTAL CARİES İN CHİLDREN*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Dr Anitha Nallasivam

SESSION-1 HALL-11

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr, Feriel Ghribi Dr, Safa Bejaoui Dr, Wafa Trabelsi Dr, Imene Chetoui Dr, Nejla Soudani	*University of Tunis El Manar 2092 El Manar, Tunis, Tunisia*	*OXİDATİVE STRESS RESPONSES İN THE GİLLS OF OREOCHROMİS NİLOTİCUS EXPOSED TO LİTHİUM UNDER CONTROLLED LABORATORY CONDİTİONS*
Dr, Feriel Ghribi Dr, Imene Chetoui Dr, Safa Bejaoui Dr, Dhouha Boussoufa	*University of Tunis El Manar 2092 El Manar, Tunis, Tunisia.*	*LİPİD MOBİLİZATİON AND FATTY ACİD VARİABİLİTY İN ARCA NOAE FROM THE BİZERTE LAGOON (NORTHERN TUNİSİA)*
Musa yahaya Abubakar Mohammed Alhaji Usman Ansar Bilyamin Adam	*Federal University wukari Taraba State, Umar Suleiman College of Education Gashua, Yobe State, Nigeria.*	*NEXT-GENERATİON BİOPOLYMERS: DESİGN, SYNTHESİS, AND FUNCTİONALİZATİON FOR SUSTAİNABLE MATERİAL FUTURES*
Dr Anitha Nallasivam Dr Dinesh VJP	*Surana College Autonomous Bangalore*	*SOLAR ENERGY İN INDİA: ASSESSİNG CURRENT CAPACİTY, GOVERNMENT SCHEMES, AND FUTURE OPPORTUNİTİES*
K. Rajeshkumar Assistant Professor,	*Takshashila university*	*ROLE OF SILVER NANOPARTICLES IN WOUND HEALING: A COMPREHENSIVE REVIEW*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Nadia TEBBAL

SESSION-1 HALL-12

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Saira *Dr. Fawad Ullah*	*Kohat University, Kohat*	*TERBİUM DOPED $SR_3LU(BO_3)_3O$ PHOSPHORS FOR LED APPLİCATİONS*
Fazeela Begum *Dr. Fawad Ullah*	*Kohat University, Kohat*	*EXPLORİNG LUMİNESCENCE PROPERTİES OF DY^{3+} DOPED $SR_3LU(BO_3)_3$ FOR ENHANCED WHİTE LED APPLİCATİONS*
Nadia TEBBAL *Mekki Maza* *Zine El Abidine RAHMOUNI* *Messaouda BELOUADAH* *Siham AIT YAHIA* *Zoubir DJENDI*	*M'sila university, M'sila (28000), Algeria.* *University M'Hamed Bougara of Boumerdes , Algeria.*	*VALORİZATİON OF GLASS WASTE İN THE FORMULATİON OF CEMENTİTİOUS MATERİALS*
El Mahdi Bouabdalli *Mohamed El Jouad* *Samira Touhtouh* *Nathalie Gaumer* *Mostapha Siniti* *Abdelowahed Hajjaji*	*Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco,* *Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco,* *Université d'Angers, 2 Bd Lavoisier, F-49045 Angers Cedex 01, France.*	*PHYSİCOCHEMİCAL PROPERTİES, STRUCTURAL EVOLUTİON, OPTİCAL BEHAVİOR, THERMAL STABİLİTY, AND PHOTOLUMİNESCENCE ENHANCEMENT İN EUROPİUM-DOPED STRONTİUM PHOSPHATE GLASSES: A JUDD–OFELT PERSPECTİVE FOR ADVANCED PHOTONİC APPLİCATİONS*
Asadullah *Dr. Farhad Ali*	*Kohat University of Science Technology, Kohat--26000,*	*A NEW METHOD FOR FINDING LIE POINT SYMMETRIES OF FIRST-ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Dr. Mansoor Ahmed

SESSION-1 HALL-13

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Mansoor Ahmed	*Government College university, Faisalabad*	*CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACTS ON RURAL WOMEN LIFE IN PAKISTAN*
Alfi Anita SASIA *Takawa MAFAZA* *Shelviani Eka PUTRI*	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*DESİGNİNG MARKET-ORİENTED ISLAMİC FİNANCİAL PRODUCTS, INNOVATİONS FOR SUSTAİNABLE GROWTH*
Reihan Kurniawan HUSODO *Lailatul Suci KHATI* *Nila Uzlifatul Putri SA'ADAH*	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE INFLUENCE OF SHARİA COMPLİANCE, SERVİCE QUALİTY, AND DİGİTAL BANKİNG INNOVATİON ON CUSTOMER LOYALTY İN ISLAMİC BANKİNG INSTİTUTİONS*
Septiana Intan PERTIWI *Nazilah NURHAKIKI* *FARHAN*	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE SURGE OF ANTAM GOLD PRİCES: A REFLECTİON OF INDONESİA'S ECONOMİC DYNAMİCS*
Nikmatul HIDAYAH *Navila Bunga SAFIRA* *Nailatul THISANIA* *Lailah Nur AZIZAH*	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*ZAKAT AS AN INSTRUMENT FOR POVERTY ALLEVİATİON: A STUDY ON THE EFFECTİVENESS OF ITS MANAGEMENT*
SAFINATUNNAJAH *Laeli Riski AMALIA* *Nurul Adya IVANKA*	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*INSTITUTIONS THAT REGULATE ISLAMIC BANKING*
Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI *Sheza Aura NAFASYA* *Alifa Rahma OKTANTIA*	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*SOCIO CULTURAL DYNAMICS AND THEIR INFLUENCE ON COMMUNITY ECONOMIC BEHAVIOR*
Salsabila *Kharisma Nur Sakinah* *Dimas Jaya Tri Samudra*	*State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE IMPACT OF RİSİNG FOOD PRİCES AND MSME DİGİTALİZATİON ON INDONESİA'S ECONOMİC STABİLİTY İN 2025*
Kharisma Nur Sakinah *Salsabila* *Dimas Jaya Tri Samudra*	*State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*SMART CİTY INDONESİA: A STUDY ON THE EFFECTİVENESS OF SMART TRANSPORTATİON SYSTEM IMPLEMENTATİON*
Avidah Sirley SALSABİLA *Alena ADELİA* *Athaya CANDRAKANTA*	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE EFFECTİVENESS OF PRODUCTİVE ZAKAT DİSTRİBUTİON İN ENHANCİNG MUSTAHİK ECONOMİC INDEPENDENCE*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: PhD Irina-Ana DROBOT

SESSION-1 HALL-14

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest,*	*WHY ARE WE SOMETİMES EAGER TO CELEBRATE HOLİDAYS SUCH AS CHRİSTMAS AND HALLOWEEN?*
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest,*	*SELF-CONTEMPLATİON İN A HAİKU POEM ABOUT AUTUMN*
Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT	*Technical University of Civil Engineering Bucharest,*	*CHALLENGING THE READER TO REFLECT IN A HAIKU BY STEPHEN A. PETERS*
DR CHUKWUEMEKA G. EME (PhD)	*National Open University of Nigeria*	*THE ROLE OF INTERNATIONAL ECONOMIC INSTITUTIONS IN THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF NIGERIA: A CRITICAL EXAMINATION OF THE CONTRIBUTIONS OF THE IMF, EORLD BANK, IWORLD TRADE ORGANIZATION (WTO) & WORLD BANK*
Professor Dr. Laura Diaconu (Maxim)	*"Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania*	*SOCIO-ECONOMIC DETERMINANTS OF THE ECOLOGICAL FOOTPRINT IN DEVELOPING AND DEVELOPED ECONOMIES*
Rofiatun Fitriani Roikhatul Jannah Sadira Rima'u Nadilla	*K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia*	*INCONSISTENCIES IN SHARIA INTERPRETATION AND ITS IMPACT ON ISLAMIC FINANCIAL PRACTICES IN INDONESIA*
Rifqa Rosyita Ammaliah Putri Maulida Yani Nayla Ifa Safitri	*State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia*	*POLICY INNOVATION AND NATIONAL STRATEGIES TOWARDS SUSTAINABLE GLOBAL COMPETITIVENESS*
DR. CHUKWUEMEKA G. EME	*National Open University of Nigeria*	*KNOWLEDGE MANAGEMENT AND ITS IMPORTANCE IN NIGERIA'S PUBLIC AND PRIVATE BUSINESS ENTERPRISES*
Nabila Meca Asri Nabila Suci Rahmadani Arina Manasikana	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE INTERRELATİONSHİP BETWEEN DEMAND, SUPPLY, AND MARKET PRİCES İN THE DİGİTAL ERA*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ

SESSION-1 HALL-15

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ	*Naxçıvan Dövlet Üniversiteti, Azerbaijan*	*BƏDİİLİK LİNQİVİSTİKASI: XALQ BƏDİİ DİLİNİN PSİXOLİNQİVİSTİK İFADƏ MƏNBƏYİ2*
Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ	*Naxçıvan Dövlet Üniversiteti, Azerbaijan*	*BÜTÖV AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: CƏNUBLU ŞAİR MƏHƏMMƏD XƏLİFƏ ACİZ*
Dr.Öğr.Üyesi Ali BAYKAN	*Selçuk Üniversitesi*	*TÜRK VE ALMAN KÜLTÜRÜNDE ATIN DEĞERİNİN EDEBİYATA YANSIMASI: KÖROĞLU DESTANI VE HEINRICH VON KLEIST'IN MICHAEL KOHLHAAS ESERLERİ ÖRNEĞİ*
Ruhangiz Aliyeva	*AzerbaycanÜniversitesi*	*AZERBAYCAN'DA SOSYAL ALANDA YAPAY ZEKA UYGULAMALARI VE ETİK SORUNLAR*
Ruhangiz Aliyeva	*Azerbaycan Üniversitesi*	*AZERBAYCAN'DA EĞİTİM VE SOSYALLEŞME SÜRECİNDE YAPAY ZEKANIN ROLÜ*
Babayeva Malahat Ramiz kızı	*ADPU,Azerbaijan*	*YUSİF VEZİR ÇEMENZEMİNLİ VE FOLKLOR ARAŞTIRMALARI: TÜRK EDEBİYATINDA MİLLİ MİRASIN İZİNDE*
Ruhangiz Aliyeva	*Azerbaycan Üniversitesi*	*AZERBAYCAN'DA GÖÇÜN SOSYO-EKONOMİK SONUÇLARI*
Ruhangiz Aliyeva	*Azerbaycan Üniversitesi*	*YAPAY ZEKA VE İNSAN SERMAYESİ YÖNETİMİ: GELECEK YAKLAŞIMLARI*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:00

HEAD OF SESSION: Gülşən Nadir qızı Hacıyeva

SESSION-1 HALL-16

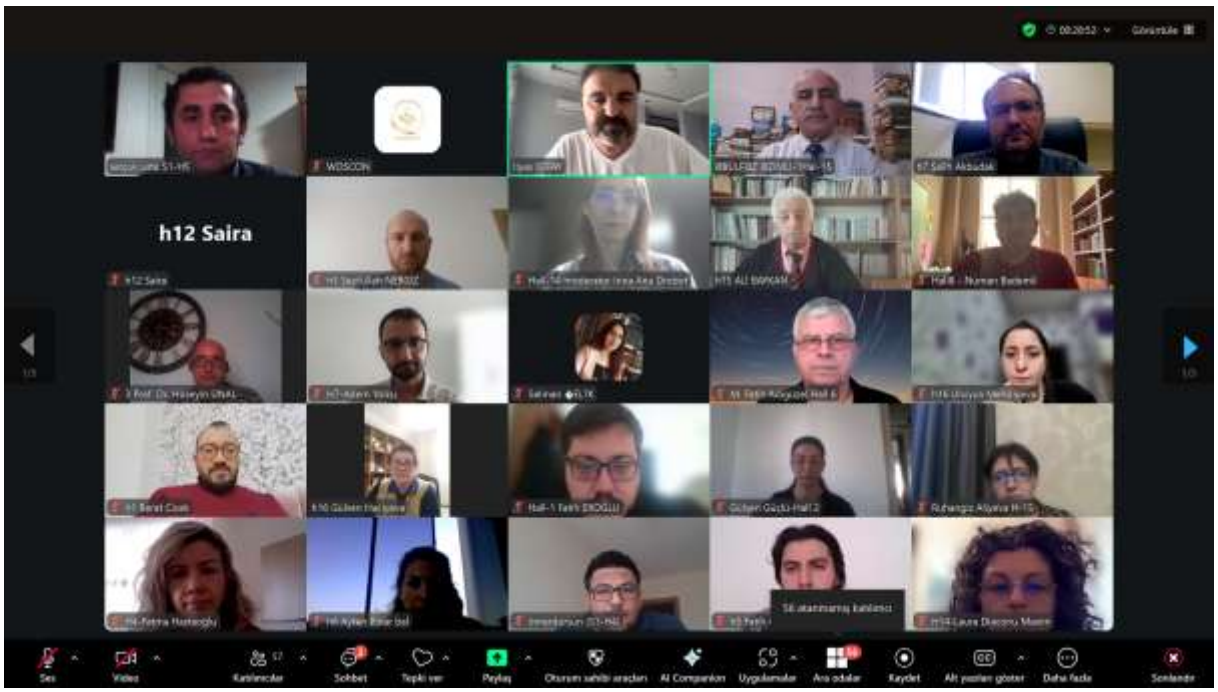
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*ŞİRVANŞAHLAR DÖVLƏTİ VƏ ONUN MEMARLIQ İRSİNİN TARİXİ ƏHƏMİYYƏTİ*
Ulviyya Mehdiyeva	*Azerbaycan Üniversitesi*	*ƏMƏK BAZARI RƏQƏMSALLAŞMASININ ÜDM ARTIM POTENSİLINA TƏSİRİ:AZƏRBAYCANNÜMUNƏSİNDƏ*
Ulviyya Mehdiyeva	*Azerbaycan Üniversitesi*	*AZƏRBAYCANIN İQTİSADİ DİVERSİFİKASİYASI: QEYRİ-NEFT ÜDM-NİN STATİSTİK DİNAMİKASI, POTENSİAL ARTIM VƏ ARTIMIN DAYANIQLIĞI*
Gülşən Nadir qızı Hacıyeva	*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*	*ONLAYN FORMADA TƏŞKİL OLUNAN BİOLOGİYA DƏRSLƏRİNDƏ SİNXRON VƏ ASİNXRON YANAŞMA.*
Ulviyya Mehdiyeva	*AzerbaycanÜniversitesi*	*ELEKTRON TİCARƏT PLATFORMALARININ ƏNƏNƏVİ PƏRAKƏNDƏ SATIŞA TƏSİRİ: BAKI ŞƏHƏR TİCARƏT MƏRKƏZLƏRİ TİMSALINDA*
Ulviyya Mehdiyeva	*AzerbaycanÜniversitesi*	*DÖVLƏT BÜDCƏSİNİN GƏLİRLƏRİNİN FORMALAŞMASINDA NEFT AMİLİNİN ROLU VƏ FİSKAL DAYANIQLILIQ: AZƏRBAYCAN İQTİSADİYYATI TİMSALINDA*

23.11.2025
TÜRKİYE Local Time: 15:30-17:30

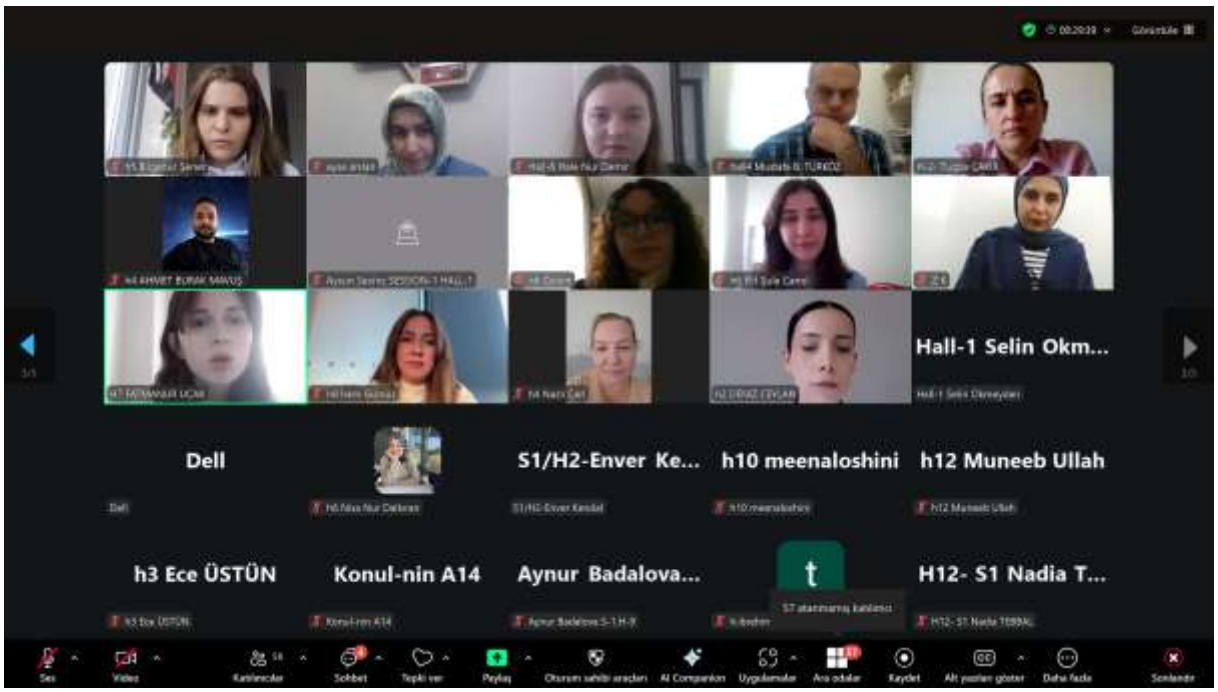
HEAD OF SESSION: Hendri Hermawan Adinugraha

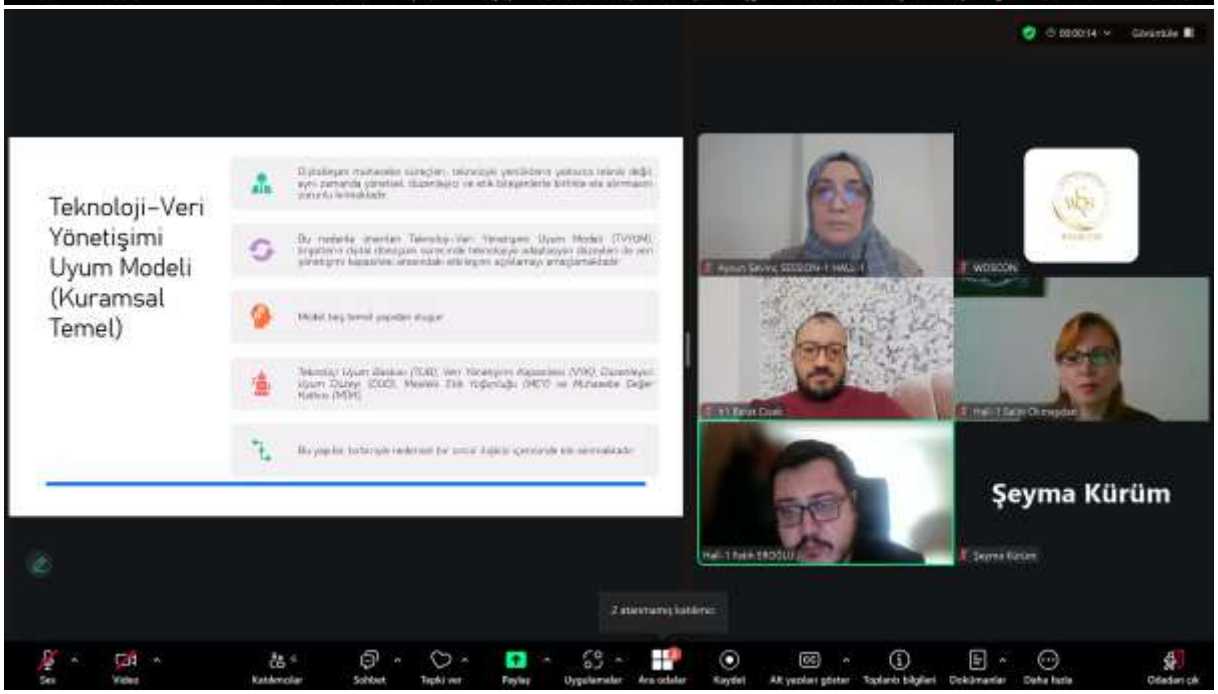
SESSION-1 HALL-17

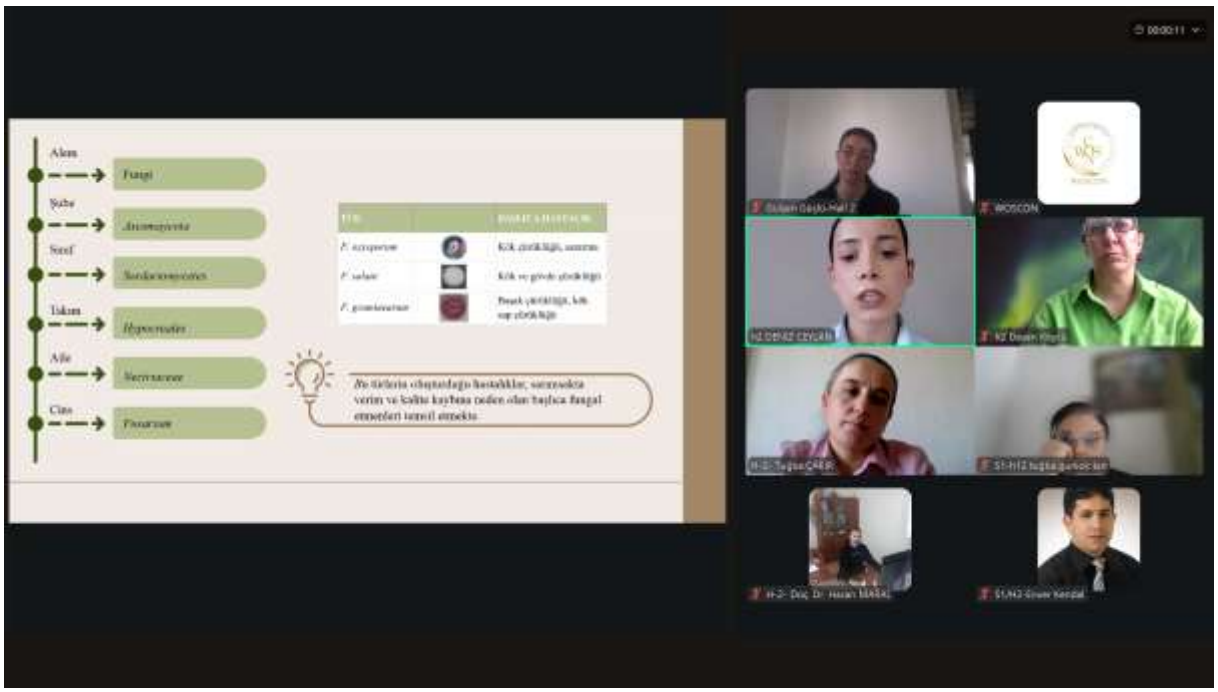
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Elisa Oktaviana Revalina Oktaviani Malfaliya Nabila	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE ROLE OF DİGİTAL ISLAMİC BANKİNG İN ENHANCİNG FİNANCİAL LİTERACY AND INCLUSİON İN SOCİETY*
Salsabilla	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE SHIFT IN GEN-Z CONSUMER BEHAVIOR IN THE DIGITAL ECONOMY*
Mezaluna Ghaisani Putri Dyah Ayu Nawang Wulan Muflikha	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*STRENGTHENİNG DİGİTAL INFRASTRUCTURE İN ISLAMİC BANKİNG: THE TRANSFORMATİON OF SHARİA DİGİTAL PAYMENT SYSTEMS İN INDONESİA*
Nafila Tri AFRİZA Mayaza RAİHANDİNİ Muhammad Yumnan GHİFARİ	*University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*"REMOVING ZEROS, BUILDING DIGNITY": REDOMINATION OF THE RUPIAH AS A SYMBOL OF INDONESIA'S ECONOMIC REFORM*
Dimas Jaya Tri Samudra Kharisma Nur Sakinah Salsabila	*UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan*	*ANALYSİS OF THE INFLUENCE OF ISLAMİC FİNANCİAL LİTERACY ON PUBLİC INTEREST İN USİNG ISLAMİC BANKİNG PRODUCTS*
Zahrotul Karomah	*UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia*	*THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE INCREASING FREQUENCY OF EXTREME WEATHER EVENTS AND ITS IMPLICATIONS FOR GLOBAL SOCIO- ECONOMIC RESILIENCE*
Irma Dwi MULYANTI Nabila Yumna SULTHANA Diva Eka SAPUTRI	*K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE STRATEGIC ROLE OF ISLAMIC BANKS IN ACCELERATING GLOBAL SUSTAINABLE FINANCE POLICIES: A QUALITATIVE ANALYSIS*
Windi Rizki Febrianingtyas Widia Reza Valentina Nala Maghfiroh	*State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Central Java, Indonesia*	*THE IMPACT OF THE CREATİVE ECONOMY PROGRAM ON SOCİAL ECONOMY IMPROVEMENT İN INDONESİA*

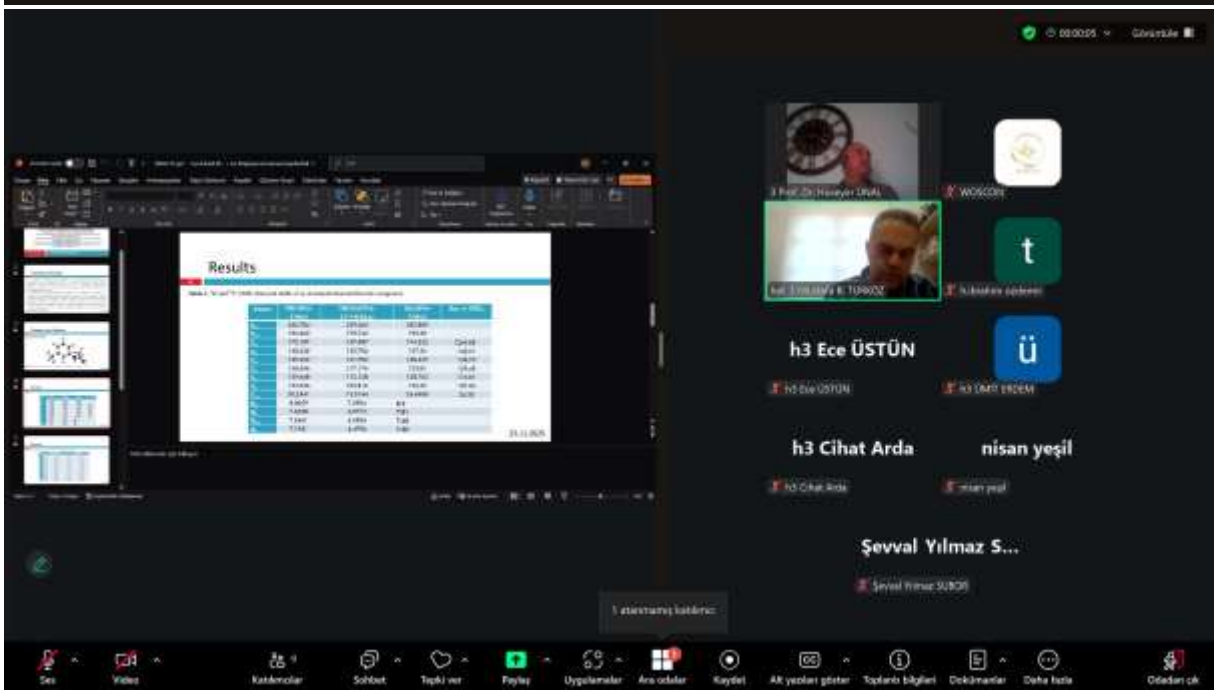

h12 Saira
WOSCON

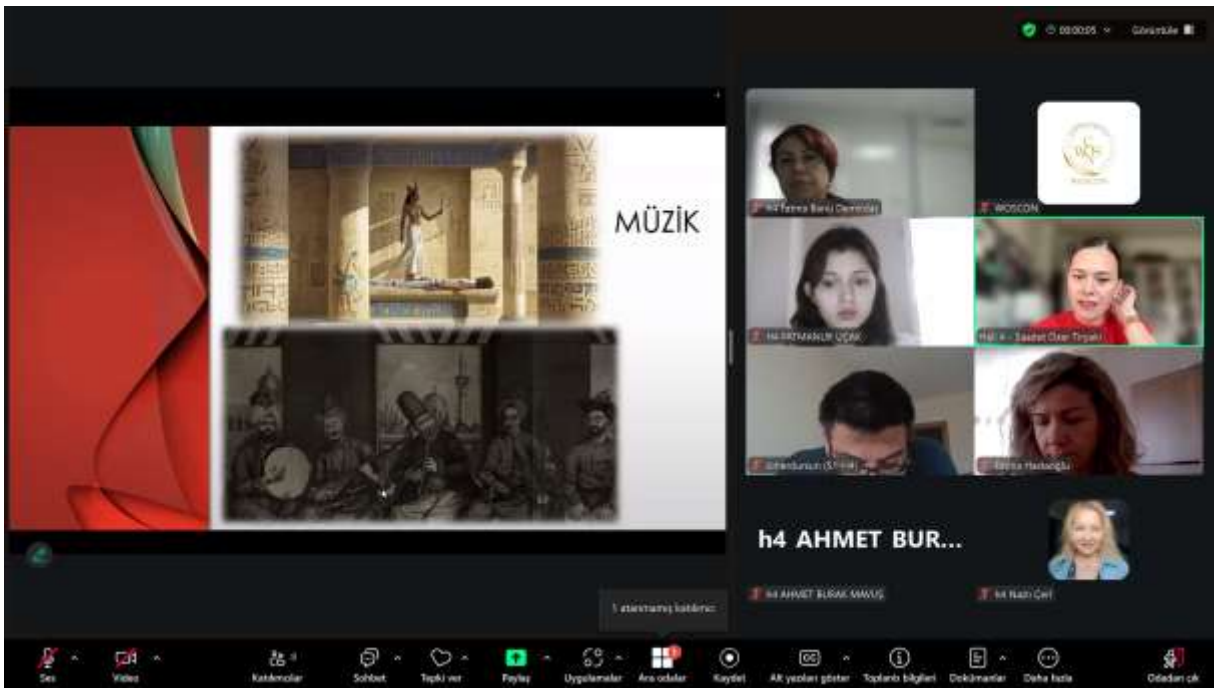

Hall-1 Selin Okm...
h8 İrem Gümüş
Dell
S1/H2-Enver Ke...
h10 meenaloshini
h12 Muneeb Ullah

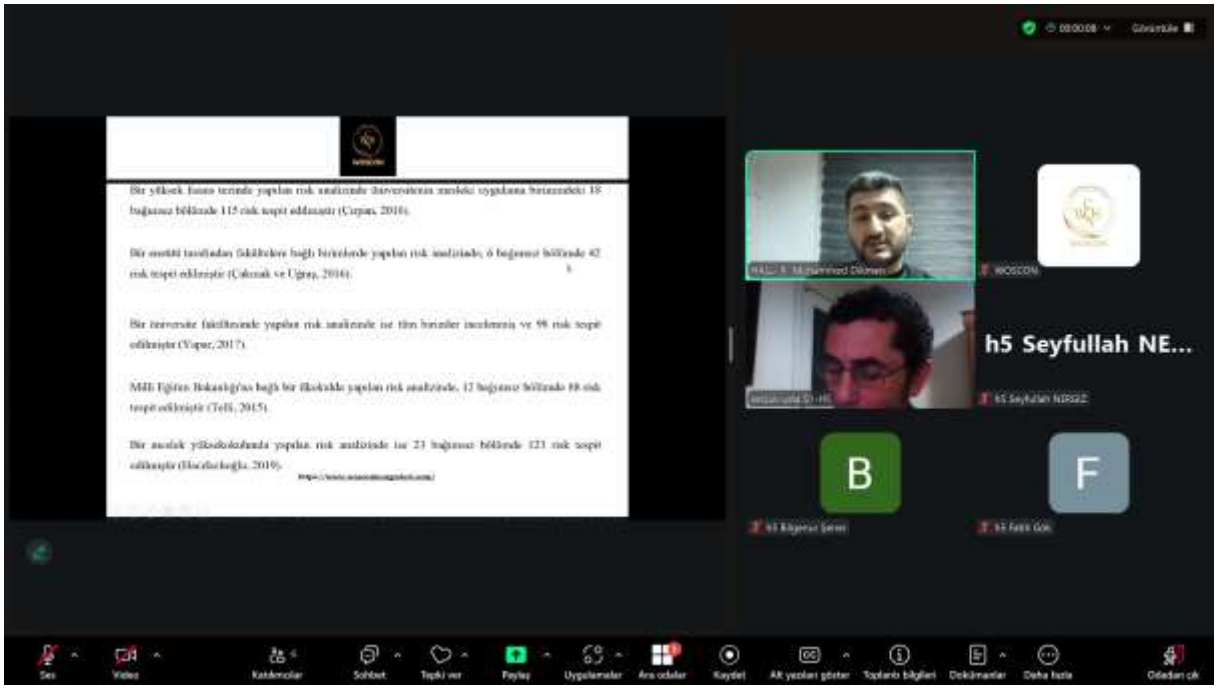

Hall-1 Selin Okm...
Dell
S1/H2-Enver Ke...
h10 meenaloshini
h12 Muneeb Ullah
h3 Ece ÜSTÜN
Konul-nin A14
Aynur Badalova...
H12- S1 Nadia T...


Teknoloji–Veri Yönetişimi Uyum Modeli (Kuramsal Temel)
Şeyma Kürüm

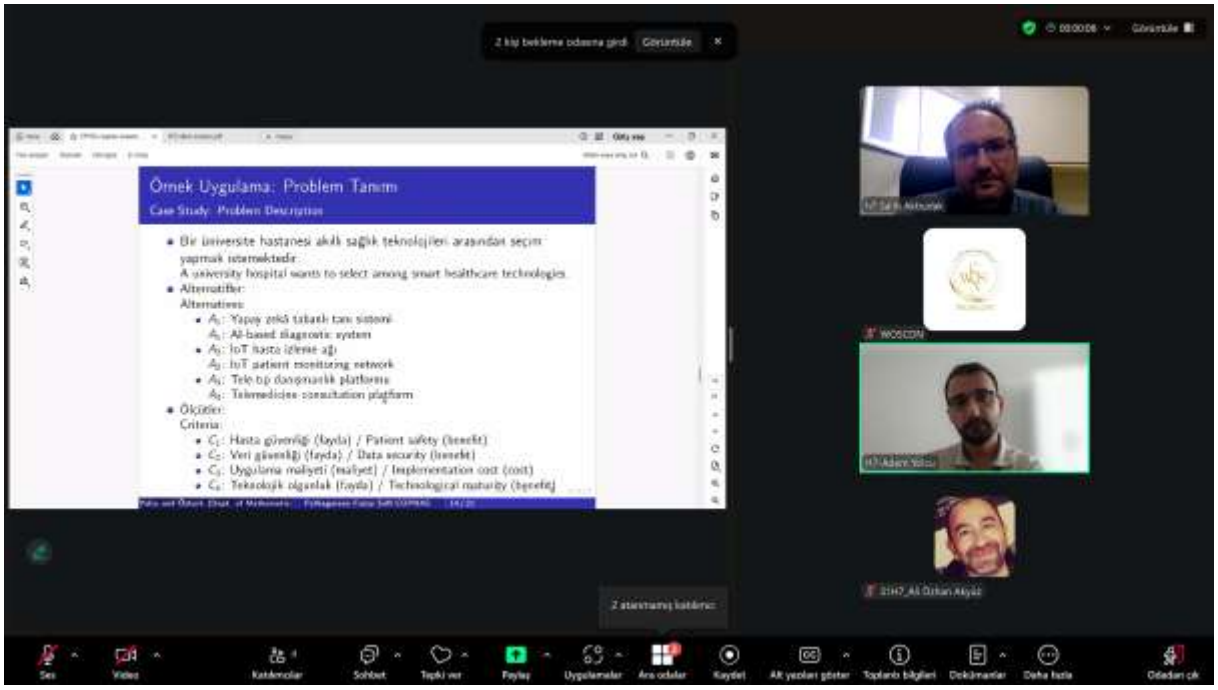

Alem
Fungi
Şube
Ascomycota
Sınıf
Sordariomycetes
Takım
Hypocreales
Aile
Nectriaceae
Cins
Fusarium


Results
h3 Ece ÜSTÜN
h3 Cihat Arda
nisan yeşil
Şevval Yılmaz S...

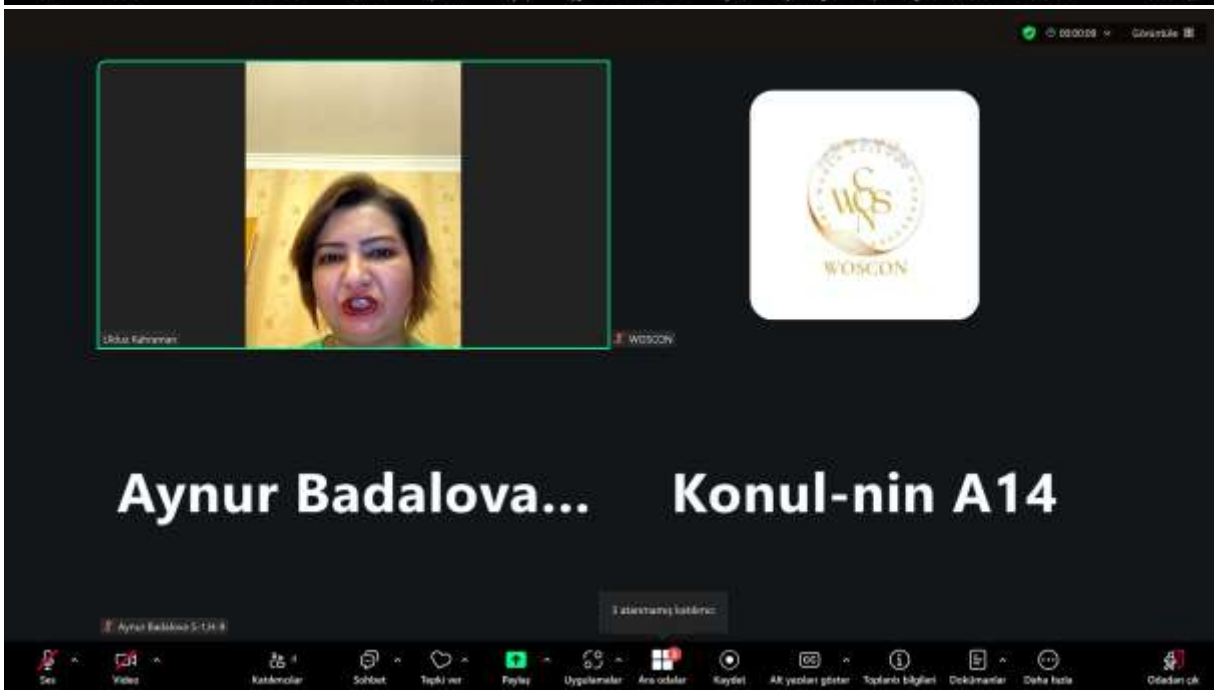

MÜZİK
h4 AHMET BUR...

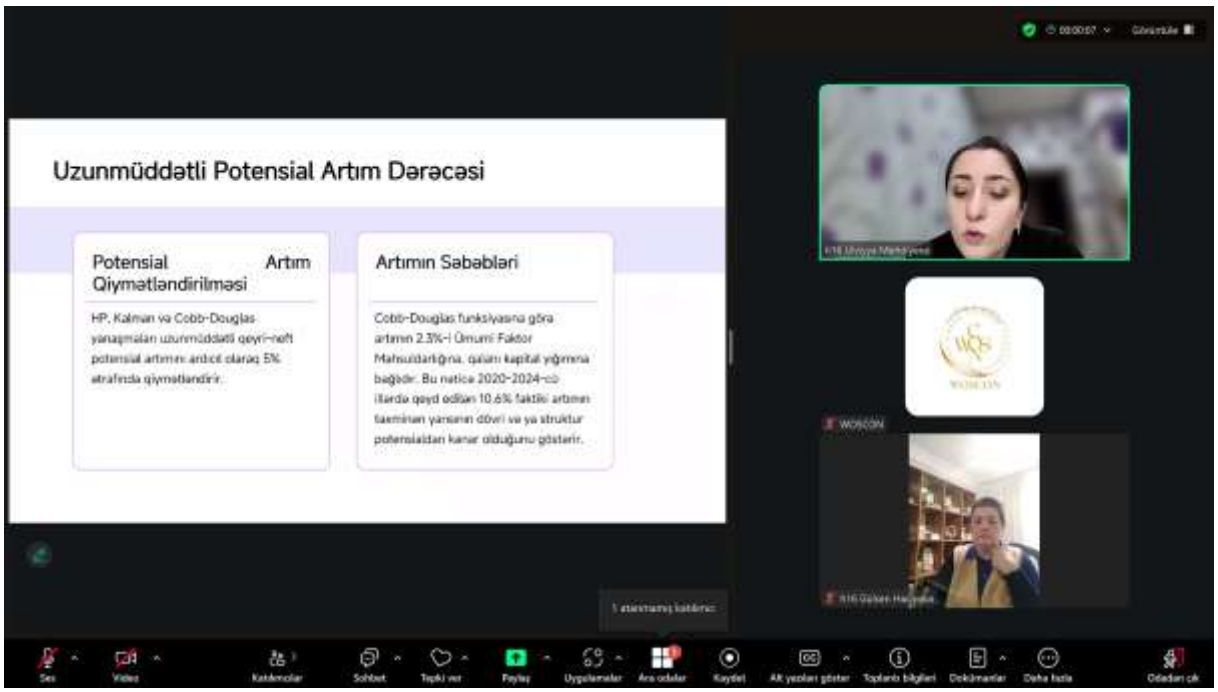

h5 Seyfullah NE...
B
F

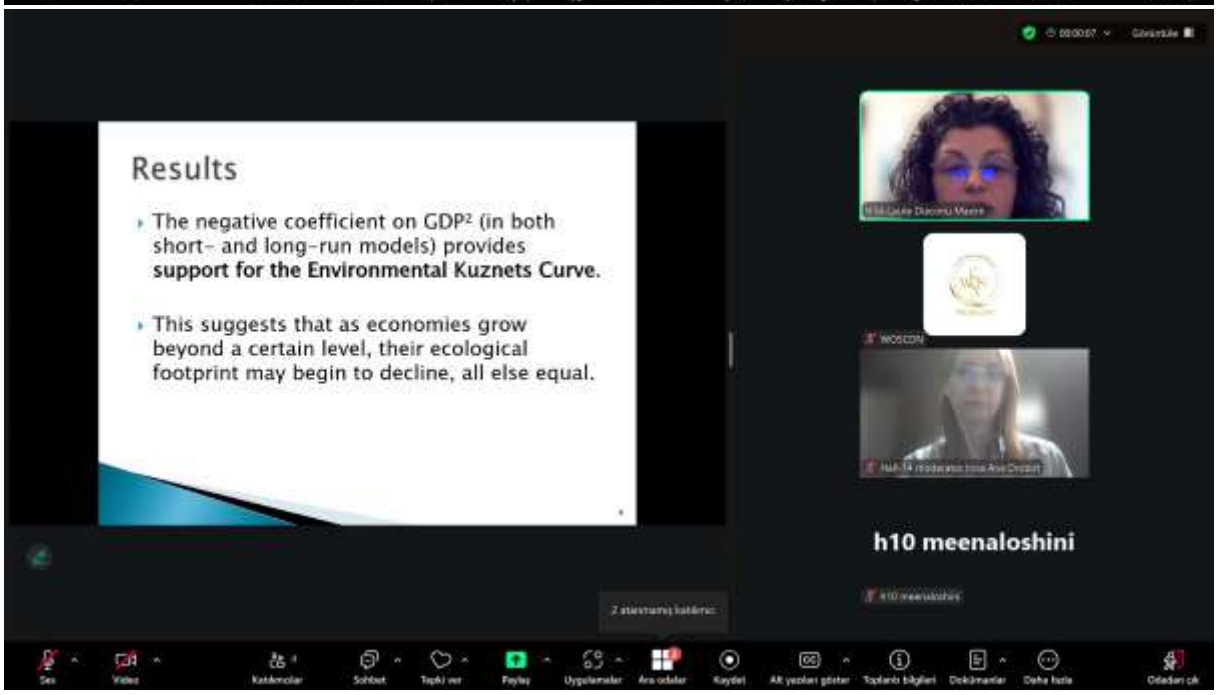

4. Maarif Modeli'nin Finlandiya Programı ile Uyum Düzeyi
Tablo 4. 2024 Maarif Modeli'nin Uyum Özellikleri
Öğretim İlkesi
Finlandiya ile Benzerlik Durumu
Anlamlı öğrenme
Orta düzeyde benzerlik; senaryo temelli yapılar ortak.
Eleştirel düşünme becerisi
Araştırmalıktır; uygulama eksiklikleri mevcut.
Değer temelli eğitim
Maarif Modeli özgün yönü; Finlandiya'da doğrudan yer almaz.
Öğrenmeyi öğrenme
Düşük düzeyde benzerlik; Finlandiya'da öğrenmeye çok daha bağımsız.
Esnek yapı ve farklılaştırma
Finlandiya üstün; Türkiye katı merkezi yapılardır.
WOSCON

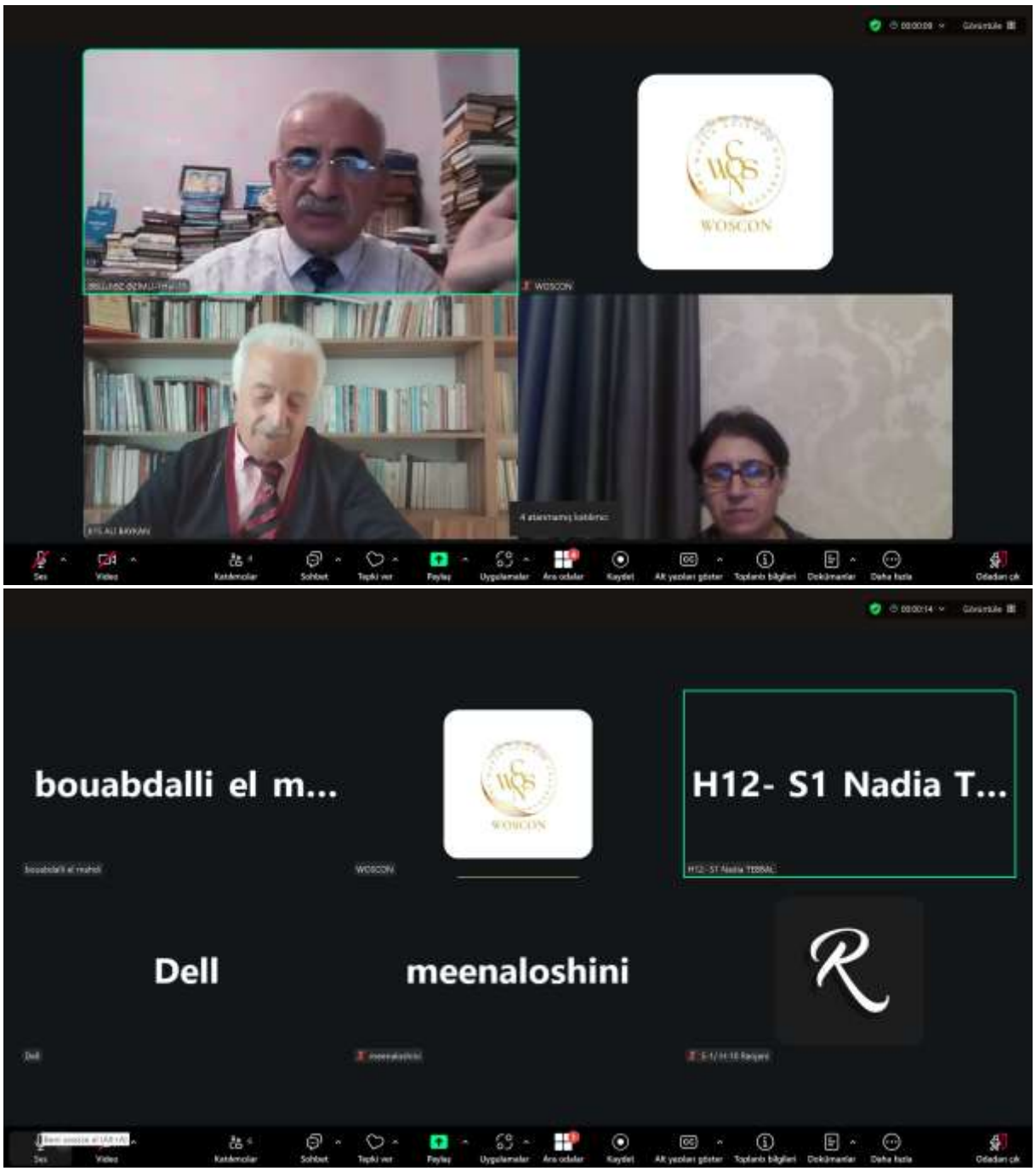

Örnek Uygulama: Problem Tanımı
Case Study: Problem Description
Bir üniversite hastanesi akıllı sağlık teknolojileri arasından seçim yapmak istemektedir.
A university hospital wants to select among smart healthcare technologies.
Alternatifler:
Alternatives:
A_1: Yapay zekâ tabanlı tanı sistemi
A_1: AI-based diagnostic system
A_2: IoT hasta izleme ağı
A_2: IoT patient monitoring network
A_3: Tele-tıp danışmanlık platformu
A_3: Telemedicine consultation platform
Ölçütler:
Criteria:
C_1: Hasta güvenliği (fayda) / Patient safety (benefit)
C_2: Veri güvenliği (fayda) / Data security (benefit)
C_3: Uygulama maliyeti (maliyet) / Implementation cost (cost)
C_4: Teknolojik olgunluk (fayda) / Technological maturity (benefit)
WOSCON


04
Araştırma Deseni
Genel Bakış
Amaç
• Bu çalışma, nitel araştırma paradigması içinde yer alan doküman analizi yöntemiyle yürütülmüştür.
• Doküman analizi, araştırma konusuyla ilişkili yazılı materyallerin sistematik biçimde incelenmesi ve yorumlanması sürecidir (Bowen, 2009).
• Eğitim politikaları, müfredat belgeleri ve yeterlik çerçeveleri gibi metinler, yalnızca bilgi aktarım belgeleri değil, aynı zamanda belirli bir felsefi yaklaşımın, ideolojik yönelimin ve değer sisteminin taşıyıcılarıdır (Cresswell & Poth, 2018).
• Bu nedenle doküman analizi, diş hekimliği eğitimine ilişkin politika belgelerinde yer alan yaşam becerisi temsillerini incelemek için uygun bir yöntemdir.
• Bu çalışmanın amacı, uluslararası ve ulusal diş hekimliği eğitim belgelerinde "yaşam becerileri" kavramının görünürlüğünü, kapsamını ve değerlendirme biçimlerini sistematik olarak analiz etmektir.
• Bu amaç doğrultusunda hem uluslararası standart belgeler hem de Türkiye'deki çekirdek eğitim programı dokümanı incelenmiştir.
• Araştırma tasarımı betimsel nitelikte olup, verilerin analizi içerik çözümlemesi yaklaşımıyla gerçekleştirilmiştir (Braun & Clarke, 2006).
WOSCON


WOSCON
Aynur Badalova... Konul-nin A14


Uzunmüddətli Potensial Artım Dərəcəsi
Potensial Artım Qiymətləndirilməsi
HP, Kalman və Cobb-Douglas yanaşmaları uzunmüddətli qeyri-neft potensial artımın ardıcıl olaraq 5% ətrafında qiymətləndirir.
Artımın Səbəbləri
Cobb-Douglas funksiyasına görə artımın 2.3%-i Ümumi Faktor Məhsuldarlığına, qalanı kapital yığımına bağlıdır. Bu nəticə 2020-2024-cü illərdə qeyd edilən 10.6% faktiki artımın təxminən yarısının dövri və ya struktur potensialdan kənar olduğunu göstərir.
WOSCON


Results
The negative coefficient on GDP² (in both short- and long-run models) provides support for the Environmental Kuznets Curve.
This suggests that as economies grow beyond a certain level, their ecological footprint may begin to decline, all else equal.
WOSCON
h10 meenaloshini


WOSCON
bouabdalli el m...
H12- S1 Nadia T...
Dell
meenaloshini

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

TAMAMLANMIŞ KARİYER SORUNU: İŞE ÖZLEM 8

ALGILANAN SOSYAL DESTEĞİN İŞ DOYUMUNA ETKİSİNDE PSİKOLOJİK DAYANIKLILIĞIN ROLÜ 20

MUHASEBEDE DİJİTAL ARAÇLARIN KURUMSAL DEĞER KATKISI: TEKNOLOJİ, VERİ YÖNETİŞİMİ VE ETİK YOĞUNLUK İLİŞKİSİ 36

TEKNOLOJİK GELİŞMELERİN MUHASEBE DALLARINA ETKİLERİ 49

YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİNİN PAZARLAMA İLETİŞİMİNDEKİ ROLÜ 62

COVID-19 PANDEMİSİNDE EĞİTİMCİ VE ÖĞRENCİ İLİŞKİSİNİN DÖNÜŞÜMÜ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA 76

BATI SİNEMASINDA MÜSLÜMAN KADIN TEMSİLİ: ŞEYH, KIZIM OLMADAN ASLA, ZORAKİ RADİKAL FİLMLERİ ÖRNEĞİ 89

SOSYAL MEDYA VE SİYASİ İLETİŞİMİN SEÇMEN ALGISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: BASKİL ÖRNEĞİ 91

SARIMSAKTA *FUSARİUM SPP.* HASTALIKLARININ MÜCADELESİNDE MİKORİZAL FUNGUSLARIN VE YEŞİL GÜBRELEMENİN ROLÜ 93

XTH GEN AİLESİ: HÜCRE DUVARI DİNAMİĞİNİN ANAHTAR OYUNCULARI VE BİTKİLERDEKİ ROLLERİ 105

KİMYASALSIZ TIBBİ VE AROMATİK BİTKİ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE EKOLOJİK YABANCI OT YÖNETİMİ: YEREL UYGULAMALAR 116

KOZMETİK VE PARFÜMERİ SEKTÖRÜNDE UÇUCU YAĞLARIN KULLANIMI 128

GELECEĞİN BİYOPESTİSİTLERİ: UÇUCU YAĞLARIN TARIMSAL KULLANIMI 139

GÜNEYDOĞU GEÇİT BÖLGESİNDE YAZLIK OLARAK BAZI NOHUT ÇEŞİTLERİNİN PERFORMANSININ BELİRLENMESİ 150

EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN BİPLOT ANALİZ YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI 159

INTEGRATED DFT/HF STUDY ON SPECTROSCOPİC, VİBRATİONAL SİGNATURES, AND ELECTRONİC REACTİVİTY OF *M*-ACETAMİDOBENZOTRİFLUORİDE 170

SPECTROSCOPİC IDENTİFİCATİON OF M-ACETAMİDOBENZOTRİFLUORİDE VİA QUANTUM MECHANİCAL CALCULATİON METHODS 186

E-CAM ELYAF KEÇE İLE TAKVİYE EDİLMİŞ DOYMAMIŞ POLYESTER KOMPOZİTLERİN EĞİLME ÖZELLİKLERİ 205

MAKRO –BOYUTLU CAM BİLYA (40–70 µM) KATKILI POLİMER KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE FARKLI KATKI ORANLARININ ETKİSİ 215

EFFECT OF DIFFERENT LOADINGS OF MACRO GLASS BEADS (40–70 µM) ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITES 216

MULTİDİSİPLİNER BAKIŞ AÇISIYLA MENTAL SAĞLIKTA SOSYAL MEDYA, GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI 225

HAVA KURUTMA VE DONDURARAK KURUTMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI 233
NEM VE SU AKTİVİTESİNİN (AW) GIDA GÜVENLİĞİNE VE KURUTMA SÜRECİNE ETKİSİ ... 244
YAŞLA DEĞİL, ALGIYLA SAVAŞ: MODERN DÜNYADA GÖRÜNMEYEN EŞİTSİZLİKLER 251
GERONTOLOJİK PERSPEKTİFTEN MÜZİK: YAŞLILARDA MÜZİK MÜDAHALELERİ 259
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SAĞLIKLI YAŞLANMAYA ETKİSİ 269
CLIMATE CHANGE AND HEALTHY AGING 270
YAŞLIDA GIDA SEÇİMİNDE RENK ALGISI VE MALNÜTRİSYON İLİŞKİSİ 275
İNMELİ HASTALARDA DENGE CİHAZI KULLANIMINA YÖNELİK MEMNUNİYETİN DEĞERLENDİRİLMESİ 280
SERVIKAL MYOFASYAL ORGANIZASYON SISTEMININ TEMEL PRENSIPLERI VE KLINIK ÖNEMI 282
MESLEKİ EĞİTİM KURUMLARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ: BİR MESLEK YÜKSEKOKULUNDA İSG RİSK ANALİZİ ÇALIŞMASI 284
RISK ASSESSMENT IN VOCATIONAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISK ANALYSIS STUDY IN A VOCATIONAL SCHOOL 285
MESLEKİ EĞİTİM ALANLARI İÇİN RİSK DEĞERLENDİRMESİ: BİR DERLEME 302
RISK ASSESSMENT FOR VOCATIONAL EDUCATION FIELDS: A REVIEW 303
BULANIK AHP-TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ 326
HASTANE DEPOLARINDA FİNE-KİNNEY METODUYLA YANGIN RİSK ANALİZİ: MEMORIAL ANTALYA ÖRNEĞİ 352
MADENLERDE YANGIN VE YANGIN ÖNLEME SİSTEMLERİ 365
YEŞİL SENTEZLENEN ZNO NANOPARÇACIKLARININ KARAKTERİZASYONU VE NANOAKIŞKAN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN TEORİK DEĞERLENDİRİLMESİ. 377
SNO_2 VE MNO NANOPARÇACIKLARININ YEŞİL SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE NANOYAĞLAYICI POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ 389
THORNTHWAITE İKLİM SINIFLANDIRMA YÖNTEMİNE GÖRE TRABZON İLİ İKLİM SINIFININ VE SU BİLANÇOSUNUN BELİRLENMESİ 400
FİNLANDİYA VE TÜRKİYE MATEMATİK ÖĞRETİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETMEN YETİŞTİRME SÜREÇLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ 409
2021–2025 YILLARI ARASINDA TÜRKİYE'DE MATEMATİK VE STEM TEMELLİ LİSANSÜSTÜ TEZLERİNİN BETİMSEL ANALİZİ 419
ÇOCUKLUK KAVRAMI VE ALGISININ TARİHSEL, DİNSEL VE TOPLUMSAL BOYUTLARI 439
2013 VE 2024 OKUL ÖNCESİ EĞİTİM PROGRAMLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ BAĞLAMINDA BİR İNCELEME 462
DRINKING TIME AND SOWING TEARS: CONCEPTUAL METAPHORS AND BLENDS OF EXISTENTIAL REGRET IN THE TURKISH ARABESK SONG "HABERİMIZ YOK" 475

PROFILING NEAR-SYNONYMY: A CORPUS-DRIVEN ANALYSIS OF THE TURKISH ADJECTIVES BÜYÜK, İRİ, AND KOCA 491

AN INTUITIONISTIC FUZZY SOFT VIKOR APPROACH FOR SELECTING POST-DISASTER TEMPORARY EDUCATION AREAS 504

A PYTHAGOREAN FUZZY SOFT COPRAS APPROACH FOR EVALUATING SMART HEALTHCARE TECHNOLOGIES 513

PRPTBİ YARI-HEUSLER BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELASTİK VE FONON ÖZELLİKLERİNİN TEORİK İNCELENMESİ 522

BİRİNCİ İLKE HESAPLAMALARI İLE $TMIR_2$ LAVES FAZININ YAPISAL, MEKANİK VE FONON ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI 531

WAVE PROPAGATION IN A 2D ACOUSTIC PHANTOM: FDTD SIMULATION AND SOUND VELOCITY CHARACTERIZATION USING QUANTITATIVE TIME-OF-FLIGHT 540

ENSITY MEASUREMENT AND ERROR ANALYSIS SIMULATION: AN INTERACTIVE LEARNING TOOL FOR PHYSICS LABORATORIES 547

7000 ERİSİ ALÜMİNYUM ALAŞIMININ MEKANİK PERFORMANSI ÜZERİNDE DÖKÜM EKSTRÜZYON VE T6 ISIL İŞLEMİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ 554

FDM TABANLI 3D YAZICILARDA ÜRETİM PARAMETRELERİNİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ 570

DİŞ HEKİMLİĞİ EĞİTİMİNDE YAŞAM BECERİLERİNİN ULUSAL VE ULUSLARARASI STANDART BELGELER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ 580

GEBELİKTE TOKOFOBİ (DOĞUM KORKUSU): NEDENLERİ, SONUÇLARI VE BAŞ ETME YÖNTEMLERİ 582

HAMİLELİKTE YAŞAM KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER: FİZİKSEL, PSİKOLOJİK VE SOSYAL BOYUTLARIN İNCELENMESİ 595

YENİDOĞAN TERMOREGÜLASYONU ÜZERİNE BİLİMSEL EĞİLİMLER: BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ 606

POSTPARTUM DÖNEMİNDE EŞ DESTEĞİ ÇALIŞMALARININ EĞİLİMLERİ: BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME 623

THE LEVEL OF KNOWLEDGE OF NURSING DEPARTMENT STUDENTS ABOUT SEXUALLY TRANSMITTED DISEASES AT A FOUNDATION UNIIVERSITY AND THEIR BEHAVIOR TOWARDS PROTECTION 625

LEVEL OF KNOWLEDGE ABOUT ASBESTOS AND ASBESTOS POISONING OF NURSING STUDENTS STUDYING AT A FOUNDATION UNIVERSITY 648

THE 'KITABI-DEDE KORKUT' EPIC IN THE SCHOLARLY RESEARCH OF M. IBRAHIMOV 649

İNŞA YAZILARDA BURAXILAN SƏHVLƏRİN ARADAN QALDIRILMASI YOLLARI 652

TRUST GOVERNANCE AND ECONOMIC ETHICS IN STRENGTHENING SOCIOECONOMIC COHESION AMONG MUSLIM AND NON-MUSLIM COMMUNITIES IN INDONESIA 655

THE STRATEGIC ROLE OF DIGITAL FINANCIAL ECOSYSTEMS IN ACCELERATING INCLUSIVE AND SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH IN DEVELOPING COUNTRIES.. 656

PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PREVENTION OF ADOLESCENT DEVIANT BEHAVIOR 657

”ROMANTİK SASPENS” JANRI SUBJANR KİMİ 658

BƏDİİ DÜŞÜNCƏNİN İNKIŞAFINDA NAĞILLAR VƏ OXUNUN TƏDRİS MƏQSƏDLƏRİ..... 661

THERAPEUTİC NANOPARTİCLES: RECENT DEVELOPMENTS AND THEİR TARGETED DELİVERY APPLİCATİONS..... 663

TEA LEAVES ETHANOLIC EXTRACTS AS DIETARY CHEMOPREVENTIVE AGENTS AGAINST COLON CANCERS 664

MIMOSA PUDICA L.: A REVIEW OF ANTIBACTERIAL ACTIVITY..... 673

PHARMACOKINETICS AND PHARMACODYNAMICS OF ORAL DRUG DELIVERY SYSTEMS. 683

MOLECULAR PATHOGENESIS, EARLY DETECTION, AND THERAPEUTIC APPROACHES FOR COLON CANCER 684

THE ROLE OF FLUORIDE IN THE PREVENTION OF DENTAL CARIES IN CHILDREN 685

OXİDATİVE STRESS RESPONSES İN THE GİLLS OF *OREOCHROMİS NİLOTİCUS* EXPOSED TO LİTHİUM UNDER CONTROLLED LABORATORY CONDİTİONS..... 687

LİPİD MOBİLİZATİON AND FATTY ACİD VARİABİLİTY İN *ARCA NOAE* FROM THE BİZERTE LAGOON (NORTHERN TUNİSİA)..... 688

NEXT GENERATION BIOPOLYMERS: DESIGN, SYNTHESIS, AND FUNCTIONALIZATION FOR SUSTAINABLE MATERIAL FUTURES 689

SOLAR ENERGY IN INDIA: ASSESSING CURRENT CAPACITY, GOVERNMENT SCHEMES, AND FUTURE OPPORTUNITIES 705

ROLE OF SILVER NANOPARTICLES IN WOUND HEALING: A COMPREHENSIVE REVIEW ... 706

TERBIUM DOPED $SR_3LU(BO_3)_3O$ PHOSPHORS FOR LED APPLICATIONS..... 707

UNİVERSİTY: KOHAT UNİVERSİTY OF SCİENCE AND TECHNOLOGY, KOHAT 707

EXPLORING LUMINESCENCE PROPERTIES OF DY^{3+} DOPED $SR_3LU(BO_3)_3$ FOR ENHANCED WHITE LED APPLICATIONS..... 708

SCHOLAR: FAZEELA BEGUM..... 708

UNİVERSİTY: KOHAT UNİVERSİTY OF SCİENCE AND TECHNOLOGY, KOHAT 708

VALORIZATION OF GLASS WASTE IN THE FORMULATION OF CEMENTITIOUS MATERIALS 709

PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES, STRUCTURAL EVOLUTION, OPTICAL BEHAVIOR, THERMAL STABILITY, AND PHOTOLUMINESCENCE ENHANCEMENT IN EUROPIUM-DOPED STRONTIUM PHOSPHATE GLASSES: A JUDD–OFELT PERSPECTIVE FOR ADVANCED PHOTONIC APPLICATIONS 710

A NEW METHOD FOR FINDING LIE POINT SYMMETRIES OF FIRST-ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS 712

CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACTS ON RURAL WOMEN LIFE IN PAKISTAN 713

DESIGNING MARKET-ORIENTED ISLAMIC FINANCIAL PRODUCTS, INNOVATIONS FOR SUSTAINABLE GROWTH 714

THE INFLUENCE OF SHARİA COMPLİANCE, SERVİCE QUALİTY, AND DİGİTAL BANKİNG INNOVATİON ON CUSTOMER LOYALTY İN ISLAMİC BANKİNG INSTİTUTİONS 715

THE SURGE OF ANTAM GOLD PRİCES: A REFLECTİON OF INDONESİA'S ECONOMİC DYNAMİCS 716

ZAKAT AS AN INSTRUMENT FOR POVERTY ALLEVIATION: A STUDY ON THE EFFECTIVENESS OF ITS MANAGEMENT 717

INSTITUTIONS THAT REGULATE ISLAMIC BANKING 718

SOCIO CULTURAL DYNAMICS AND THEIR INFLUENCE ON COMMUNITY ECONOMIC BEHAVIOR 719

ABSTRACT 719

"THE IMPACT OF RISING FOOD PRICES AND MSME DIGITALIZATION ON INDONESIA'S ECONOMIC STABILITY IN 2025" 720

"SMART CITY INDONESIA: A STUDY ON THE EFFECTIVENESS OF SMART TRANSPORTATION SYSTEM IMPLEMENTATION" 721

THE EFFECTİVENESS OF PRODUCTİVE ZAKAT DİSTRİBUTİON İN ENHANCİNG MUSTAHİK ECONOMİC INDEPENDENCE 722

WHY ARE WE SOMETİMES EAGER TO CELEBRATE HOLİDAYS SUCH AS CHRİSTMAS AND HALLOWEEN? 723

SELF-CONTEMPLATİON İN A HAİKU POEM ABOUT AUTUMN 729

CHALLENGING THE READER TO REFLECT IN A HAIKU BY STEPHEN A. PETERS 734

THE ROLE OF INTERNATIONAL ECONOMIC INSTITUTIONS IN THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF NIGERIA: A CRITICAL EXAMINATION OF THE CONTRIBUTIONS ..... OF THE IMF, EORLD BANK, IWORLD TRADE ORGANIZATION (WTO) & WORLD BANK 738

KNOWLEDGE MANAGEMENT AND ITS IMPORTANCE IN NIGERIA'S PUBLIC AND PRIVATE BUSINESS ENTERPRISES 748

SOCIO-ECONOMIC DETERMINANTS OF THE ECOLOGICAL FOOTPRINT IN DEVELOPING AND DEVELOPED ECONOMIES 764

INCONSISTENCIES IN SHARIA INTERPRETATION AND ITS IMPACT ON ISLAMIC FINANCIAL PRACTICES IN INDONESIA 765

POLICY INNOVATION AND NATIONAL STRATEGIES TOWARDS SUSTAINABLE GLOBAL COMPETITIVENESS 767

THE INTERRELATIONSHIP BETWEEN DEMAND, SUPPLY, AND MARKET PRICES IN THE DIGITAL ERA 768

BƏDİİLİK LİNQİVİSTİKASI: XALQ BƏDİİ DİLİNİN PSİXOLİNQİVİSTİK İFADƏ MƏNBƏYİ 769

BÜTÖV AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: CƏNUBLU ŞAİR MƏHƏMMƏD XƏLİFƏ ACİZ 784

TÜRK VE ALMAN KÜLTÜRÜNDE ATIN DEĞERİNİN EDEBİYATA YANSIMASI: KÖROĞLU DESTANI VE HEINRICH VON KLEIST'IN MICHAEL KOHLHAAS ESERLERİ ÖRNEĞİ 804

AZERBAYCAN'DA SOSYAL ALANDA YAPAY ZEKA UYGULAMALARI VE ETİK SORUNLAR. 805

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE SOCIAL FIELD IN AZERBAIJAN AND ETHICAL ISSUES. 806

AZERBAYCAN'DA EĞİTİM VE SOSYALLEŞME SÜRECİNDE YAPAY ZEKANIN ROLÜ 807

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE EDUCATION AND SOCIALIZATION PROCESS IN AZERBAIJAN 808

YUSIF VEZIR ÇEMENZEMINLI VE FOLKLOR ARAŞTIRMALARI: TÜRK EDEBIYATINDA MILLI MIRASIN IZINDE 809

AZERBAYCAN'DA GÖÇÜN SOSYO-EKONOMİK SONUÇLARI 813

YAPAY ZEKA VE İNSAN SERMAYESİ YÖNETİMİ: GELECEK YAKLAŞIMLARI 815

ŞİRVANŞAHLAR DÖVLƏTİ VƏ ONUN MEMARLIQ İRSİNİN TARİXİ ƏHƏMİYYƏTİ 817

ƏMƏK BAZARI RƏQƏMSALLAŞMASININ ÜDM ARTIM POTENSİLINA TƏSİRİ:AZƏRBAYCANNÜMUNƏSİNDƏ. 819

THE MPACT OF LABOR MARKET DİGİTALİZARİON ON GDP GROWTH POTENTIAL: THE CASE OF AZERBAIJAN/ 820

AZƏRBAYCANIN İQTİSADİ DİVERSİFİKASİYASI: QEYRİ-NEFT ÜDM-NİN STATİSTİK DİNAMİKASI, POTENSİAL ARTIM VƏ ARTIMIN DAYANIQLIĞI 821

AZERBAİJAN'S ECONOMİC DİVERSİFİCATİON: STATİSTİCAL DYNAMİCS OF NON-OİL GDP, POTENTİAL GROWTH, AND THE SUSTAİNABİLİTY OF GROWTH/ 822

ONLAYN FORMADA TƏŞKİL OLUNAN BİOLOGİYA DƏRSLƏRİNDƏ SİNXRON VƏ ASİNXRON YANAŞMA 823

SYNCHRONOUS AND ASYNCHRONOUS APPROACH IN ONLINE BIOLOGY LESSONS 825

ELEKTRON TİCARƏT PLATFORMALARININ ƏNƏNƏVİ PƏRAKƏNDƏ SATIŞA TƏSİRİ: BAKI ŞƏHƏR TİCARƏT MƏRKƏZLƏRİ TİMSALINDA 827

"DÖVLƏT BÜDCƏSİNİN GƏLİRLƏRİNİN FORMALAŞMASINDA NEFT AMİLİNİN ROLU VƏ FİSKAL DAYANIQLILIQ: AZƏRBAYCAN İQTİSADİYYATI TİMSALINDA" 829

THE ROLE OF DİGİTAL ISLAMİC BANKİNG İN ENHANCİNG FİNANCİAL LİTERACY AND INCLUSİON İN SOCİETY 831

THE SHIFT IN GEN-Z CONSUMER BEHAVIOR IN THE DIGITAL ECONOMY 832

STRENGTHENİNG DİGİTAL INFRASTRUCTURE İN ISLAMİC BANKİNG: THE TRANSFORMATİON OF SHARİA DİGİTAL PAYMENT SYSTEMS İN INDONESİA MEZALUNA GHAİSANİ PUTRİ[1] 833

"REMOVING ZEROS, BUILDING DIGNITY": REDOMINATION OF THE RUPIAH AS A SYMBOL OF INDONESIA'S ECONOMIC REFORM 834

"ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ISLAMIC FINANCIAL LITERACY ON PUBLIC INTEREST IN USING ISLAMIC BANKING PRODUCTS" 835

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE INCREASING FREQUENCY OF EXTREME WEATHER EVENTS AND ITS IMPLICATIONS FOR GLOBAL SOCIO-ECONOMIC RESILIENCE 836

THE STRATEGIC ROLE OF ISLAMIC BANKS IN ACCELERATING GLOBAL SUSTAINABLE FINANCE POLICIES: A QUALITATIVE ANALYSIS 837

THE IMPACT OF THE CREATİVE ECONOMY PROGRAM ON SOCİAL ECONOMY IMPROVEMENT İN INDONESİA 838

TAMAMLANMIŞ KARİYER SORUNU: İŞE ÖZLEM

Doç. Dr. Berat ÇİÇEK[1] /Doç. Dr. İnan KAYNAK[2]
[1]Malatya Turgut Özal Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon, berat.cicek@ozal.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-4584-5862
[2]Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Yönetim ve Organizasyon, i.kaynak@alparslan.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9944-1540

Özet

Bu araştırmada emeklilerle yapılan görüşmeler sonucunda, emeklilik kavramının bireyler için çok boyutlu bir anlam taşıdığı ortaya çıkmıştır. Katılımcılar, emekliliği hem özlem ve nostalji hem de rahatlama ve özgürlük ekseninde değerlendirmiştir. Birçok katılımcı, iş yaşamının rutin ve sosyal bağlarının eksikliğini hissetmekte, geçmiş mesleki kimliklerini özlemle anmaktadır. Örneğin, meslek arkadaşlarıyla yapılan sohbetler ve işin getirdiği üretkenlik duygusu hâlâ değerli bir deneyim olarak tanımlanmaktadır. Bu bulgu, emeklilik sonrası kimlik ve aidiyet kaybı olabileceğini göstermektedir. Diğer yandan, bazı katılımcılar emekliliği yeni yaşam fırsatları ve özgürlük dönemi olarak görmektedir. Artık günlük yaşamlarını kendi ritimlerinde planlayabilmek, hobilerine zaman ayırmak ve aile ile daha fazla vakit geçirmek, emekliliğin olumlu yanları olarak vurgulanmıştır. Bu durum, emekliliğin bireylerde hem duygusal hem de sosyal bir geçiş dönemi olarak algılandığını göstermektedir. Çalışma kapsamında nitel araştırma yönteminden yararlanılmıştır. Bu kapsamda katılımcılara yarı yapılandırılmış dokuz soru yöneltilmiştir. Elde edilen bulgulara göre katılımcıların yanıtları tematik olarak beş başlık altında özetlenmiştir. *Özlem ve nostalji:* İş hayatı ve sosyal bağların eksikliği, geçmişe duyulan özlem, *Rahatlama ve özgürlük:* Günlük rutinlerin esnekliği, kendine ve aileye zaman ayırabilme, *Kimlik ve üretkenlik kaybı:* Mesleki kimliğin yitirilmesi ve üretkenlik eksikliği hissi, *Yeni yaşam fırsatları:* Hobiler, gönüllü çalışmalar ve sosyal etkinliklere katılım, *Duygusal karışıklık:* Emekliliğin hem huzur hem hüzün getirmesi şeklindedir. Elde edilen bulgular neticesinde bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Kariyer, Emeklilik, İşe Özlemi

THE COMPLETED CAREER PROBLEM: LONGING FOR WORK

Abstract

This study, based on interviews with retirees, revealed that the concept of retirement carries a multidimensional meaning for individuals. Participants evaluated retirement both in terms of longing and nostalgia and in terms of relaxation and freedom. Many participants felt the lack of routine and social ties in their working lives and longed for their past professional identities. For example, conversations with colleagues and the sense of productivity that work brought are still described as valuable experiences. This finding suggests that there may be a loss of identity and belonging after retirement. On the other hand, some participants view retirement as a period of new life opportunities and freedom. Being able to plan their daily lives at their own pace, devote time to their hobbies, and spend more time with their families were highlighted as positive aspects of retirement. This shows that retirement is perceived as both an emotional and social transition period for individuals. Qualitative research methods were used in the study. In this context, participants were asked nine semi-structured questions. Based on the findings, the participants' responses were summarized thematically under five headings. Longing and nostalgia: Lack of work life and social ties, longing for the past. Relaxation and freedom: Flexibility of daily routines, being able to devote time to oneself and one's family. Loss of identity and productivity: Loss of professional identity and feeling of lack of productivity. New life opportunities.

Keywords: Career, Retirement, Longing for Work

1. GİRİŞ

Çalışanların evlerinde geçirdikleri zamanlarının iş yerlerinde geçirdiklerinden daha az olduğu söylenebilir. Çünkü evde uyku dışında geçirilen aktif zaman iş yerlerinde geçirilen zamandan daha az olmaktadır. Her ne kadar son dönemde daha az mesai sürelerinin çalışanlar için daha uygun olduğu fikri gelişiyor olsa da endüstri devrimi ile birlikte iş yerinde geçirilen süreler artmış durumdadır. Uzun çalışma süreleri çalışanların fizyolojik ve psikolojik birçok sorunlar yaşamasına sebep olabildiği gibi (Avcı, 2019) iş yeri ya da iş, sosyalleşme gibi bireyler üzerinde birçok olumlu katkı sunabilmektedir. Bireyin yaşamını sürdürebilmesin için bir araç olan iş (Köksal ve Şenel, 2022), yalnızca para kazanmak ya da temel fizyolojik ihtiyaçları karşılamak için değil aynı zamanda psiko-sosyal ihtiyaçların karşılanması için de yapılmaktadır (Gökkaya, Latif ve Uçkun, 2015). İnsanlar açısından bu denli önemli olan iş; iş yeri tarafından çalışana verilen görevler bütünü (Hale, 2004) olarak tanımlanmaktadır. Kavramı biraz açıklamak gerekirse iş; ücret karşılığında yapılan, tanımlanmış ve kişiye özgü olan, gerçekleştirilebilen (ifa edilebilen), ölçülebilen, değerlendirilebilen, sorumluluklar, ödevler ve görevler bütünüdür (Hajdini, 2021). Diğer bir tanımda ise mesleki bilgi ve becerinin üretime yaptığı katkı (Yıldız ve Çiloğlu Yörübulut, 2017) iş olarak ifade edilmektedir. Ekonomi biliminde çalışma ile eşdeğer olarak kabul edilen iş kavramı (Mohan Bursalı ve Bayrak Kök, 2018) meslek ve kariyer kavramlarıyla doğrudan ilişkilidir.

Bireyin günümüzde toplumda var olabilmesi için gerekli görülen unsurlardan biri meslektir. Toplumla uyum için kişiler fonksiyonel meslek sahibi olma konusunda güdülenmektedirler. Bireye katkısının yanı sıra meslekler, toplumun örgütlenmesinde ve iş hayatı için önemli olan iş bölümünün belirlenmesinde önemli görev üstelenmektedirler (Yıldız ve Çiloğlu Yörübulut, 2017). Meslek; bireyin hayatını sürdürme ve geçimin temin etmek için yaptığı devamlı iş olarak tanımlanmaktadır (Eryet, 2016) ve kariyer kavramı ile kıyaslandığında daha dar bir anlam ifade etmektedir. Kariyer; bir bireyin çalışabildiği süreler boyunca mesleği ile ilgili iş alanında sürekli olarak ilerlemesini (Şimşek ve Çelik, 2004), iş hayatı boyunca ardışık iş tecrübelerini (Arthur vd., 2004), aktivitelerini ve hiyerarşik pozisyonunun bileşimini (Certo ve Certo, 1992) ve tüm iş yaşamı boyunca işle ilgili algıladığı tutum ve davranışların bütününü (Griffin, 1993) içerir. Geleneksel tanımalarda kariyer bir örgüt içindeki hiyerarşik yükselmeler olarak sınırlandırılırken günümüzde çalışanın yaşamı boyunca üstlendiği görevleri de içeren daha geniş bir bakış açısı kazanmıştır (Hall ve Katzell, 1991).

Kariyer kavramı oldukça popüler ve uzun süredir üzerinde çalışmaların yapıldığı bir kavramdır (Acarbaş ve Gözler, 2023). Çünkü kavram bireylerin diğer çalışanlarla iletişim halinde olunmasının neticesinde sosyalleşmelerine ve yaptığı iş neticesinde bir değer oluşturduğu düşüncesinden dolayı da psikolojik olarak rahatlamalarına imkan sağladığı için çalışanların yaşamlarında özel bir yer tutmaktadır (Aldemir vd., 2001; Barutçugil, 2004). Kariyer bir bireyin yaşamı boyunca sergilediği rollerin bir birleşimidir. Sergilenen roller

bireyden bireye değişebilmekle birlikte sıralaması da değişebilmektedir (Super, 1980). Fakat temelde kavram bazı evrelerden oluşan bir döngüdür (Karaevli ve Levent, 2014). Bu evreler; İşe hazırlık (keşif) evresi, Kurulma evresi, Orta kariyer evresi, Kariyer Sonu evresi ve Azalma/Emeklilik evresidir (Çiçek, 2020). Emeklilik evresi çalışanların 45-65 yaş aralığını kapsayan emeklilik dönemi yaşamı ile ilgili planlarının yapıldığı ve işlerde bir yavaşlamanın görüldüğü evredir (Super, 1980). Örgütlerin de bu dönemdeki çalışanlarından beklentileri fazla olmamakla birlikte eski sorumluluklarını da azaltma eğilimine giderler. Emeklilik bazı çalışanlar açısından arzu edilen, çok beklenen bir durum olmakla birlikte bazı çalışanlarda şok etkisi yapabilmektedir. Bu sebeple birçok örgüt bu sürecin sıkıntısız atlatılması için farklı uygulamalara gitmektedirler (Çiçek, 2020). Tüm bu uygulamalar olumlu sonuçlar verebilmekle birlikte profesyonel iş yaşamından emeklilik hayatına geçenlerde eski işlerine karşı özlem duygusu gelişebilmektedir.

İnsan çevresini anlamak ve anlamlandırmak için duyma, koklama ve dokunma gibi duyulara ihtiyacı vardır. Bu duyulara ilaveten duygularda çevre ile olan ilişkilerin belirlenmesinde bir araç görevi görür. Yaşamın vaz geçilmezlerinden olan duygu (Soccio, 2010), kişilerin yaşamlarında karar mekanizması olarak da görev üstelenebilmektedir (Erdoğan, 2020). Güçlü duygulardan biri olan özlem *"bir kimseyi veya bir şeyi görme, kavuşma isteği; özlenti, hasret, tahassür"* (*TDK*, 2020) olarak tanımlanmaktadır. İnsan yaşamında önemli bir unsur olmasından dolayı özlem duygusu şiir, roman, türkü gibi birçok alana ilham kaynağı olmuş (Parlak, 2022) ve birçok çalışmanın da konusunu oluşturmuştur.

Her ne kadar geleceğe de özlem duyulabileceği ifade edilse de, birey geçmişte mutlu olduğu günlere daha fazla özlem duymaktadır (Boym, 2021). Çünkü artık muhatabı olmadığı ve geçmişte kalmış olmasından dolayı uzaklaştığı şeylere ulaşmak erişmek ister. Geçmişte yaşanılanları ve bu olayların nizami bütünlüğünü yitirmiş olmak, bireye acı verebilmektedir (Karahan, 2024). Bunun temel sebebi ise sürekli olarak özlemini hissettiği yaşam, tüm bileşenleriyle tekrarlanabilir değildir (Aktay, 2008). Geçmişe özlem özellikle eski güvenli ve refah dönemlerine erişmek adına dünyanın şekillenmesinde etkili olabildiği gibi bireylerin tercihleri ve yaşamları üzerinde de etkili olabilmektedir (Southgate, 2016). Çünkü geçmişin acı hatıralarından ziyade güzel günleri akılda kalıcı olmaktadır. Bu insani durumda bireylerin geçmişe olan özlemlerini arttırmaktadır. Aynı durum emekli olmuş çalışanlar içinde geçerlidir. Maddi sebepler olmakla birlikte insanlar eski işlerine olan özlemlerinden dolayı emeklilik dönemlerini sonlandıra bilmekte ve tekrardan iş yaşamına geri dönebilmektedirler. Armstrong-Stassen & Staats' e göre (2012) pek çok gelişmiş ülkede emeklilik sonrası profesyonel iş yaşamına dönüşler artmaktadır. Gelecekte de bu oranın daha da artacağı tahmin edilmektedir. Gelişmiş ülkelerde emeklilik sonrası elde edilen gelirin birçok gelişmekte olan ülkeye göre bir hayli yüksek olması bu kişilerin maddi kaygılardan ziyade başka sebeplerden ötürü iş yaşamına döndüğü anlamına gelebilir.

Hemen hepimiz çevremizdeki emeklilerin belirli aralıklarla eski işyerlerini ziyaret ettikleri, eski iş arkadaşlarıyla bir araya geldiklerine şahit olmuşuzdur. Bu davranışların temel sebepleri iş yaşamına, iş arkadaşlarına ve iş yerine özlem duyma duygusu olabilir.

2. YÖNTEM

Ele alınan konu literatürde daha önce sıkça rastlanan bir duruma dikkat çekmediğinden konunun olgu bilimi deseni içerisinde incelenmesinin ilgili literatürü derinleştireceği varsayılmıştır. Bu bağlamda işe özlemi ortaya koyabilmek için nitel araştırma yönteminden yararlanılmıştır. Strauss ve Corbin (1998)'e göre nitel araştırma bireylerin hayat tarzlarını, hikayelerini, davranışlarını, örgütsel yapıları ve toplumsa değişmeyi anlamaya yönelik etkin bilgi üretme süreçlerinden biridir. Araştırmaya veri toplamak için mülakat tekniğinden yararlanılmıştır. Böylece derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilerek konunun etraflıca tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla Nisan – Haziran 2024 zaman periyodunda, en az 4 yıl önce emekli olmuş bireylerle mülakatlar gerçekleştirilmiştir.

Katılımcılar amaçlı örnekleme yaklaşımına göre seçilmiştir. Bu yaklaşımın seçilmesinin temel sebebi katılımcıların bilgi açısından zengin oldukları varsayımıdır (Easterby-Smith vd., 2012). Amaçlı örnekleme türlerinden ise tipik durum örneklemesi tercih edilmiştir. Örneklemde yer alan kişilerin tamamı emeklilerden oluştuğundan bu örnekleme türünün uygun olacağı düşünülmüştür. Katılımcılara yönelik bilgiler Tablo 1'de paylaşılmıştır.

Tablo 1. Katılımcı Bilgileri

Kod	Meslek	Cinsiyet	Yaş	Emeklilik Süresi
K1	Öğretmen	Kadın	58	6 yıl
K2	Akademisyen	Erkek	72	5 yıl
K3	Bankacı	Kadın	69	21 yıl
K4	Esnaf	Erkek	65	5 yıl
K5	İşçi (İmalat)	Erkek	60	8 yıl
K6	İşçi (Belediye)	Erkek	58	6 yıl
K7	Eczacı	Kadın	66	4 yıl
K8	Öğretmen	Erkek	65	10 yıl
K9	Asker	Erkek	58	9 yıl
K10	Akademisyen	Erkek	70	5 yıl
K11	Özel Sektör (Hizmet Sektörü)	Erkek	60	6 yıl
K12	Mühendis (Kamuda)	Erkek	65	10 yıl
K13	Öğretmen	Kadın	62	12 yıl
K14	Memur	Kadın	55	7 yıl
K15	Memur	Erkek	58	4 yıl
K16	Bürokrat	Erkek	71	5 yıl
K17	Şoför	Erkek	60	8 yıl

Gerçekleştirilen mülakatta katılımcılara literatürden hareketle hazırlanmış 9 adet yarı yapılandırılmış soru yöneltilmiştir. Görüşmeler 19 ile 63 dakika arasında sürmüştür. Katılımcılardan izin alınarak görüşmeler

kaydedilip daha sonra transkripsiyonu yapılarak analiz edilmiştir. Katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemine göre seçilmiştir. Amaçlı örnekleme, olasılığa dayalı olmayan örnekleme yöntemleri arasında yer alan ve araştırmacının belirli bir amaca, kritere veya özelliğe göre katılımcıları bilinçli biçimde seçtiği bir örnekleme tekniğidir (Patton, 2002). Bu yöntemde temel hedef, araştırmanın konusu hakkında derinlemesine bilgi sağlayabilecek bireylerin veya durumların araştırmaya dahil edilmesidir. Dolayısıyla örneklemin temsiliyetinden çok, bilgi zenginliğine odaklanılır (Yıldırım & Şimşek, 2021). Amaçlı örnekleme, genellikle nitel araştırmalarda kullanılır çünkü bu tür araştırmaların amacı genelleme yapmak değil, belirli bir olgunun anlamını derinlemesine kavramaktır (Creswell, 2014). Bu örnekleme türü; uzman görüşü alma, belirli deneyimlere sahip bireyleri inceleme, nadir görülen durumları analiz etme gibi durumlarda tercih edilir. Araştırmacı, çalışmanın amaçlarına en uygun katılımcı veya olayları seçerek daha derinlemesine ve nitelikli veri elde etmeyi hedefler (Etikan, Musa & Alkassim, 2016).

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında yapılan görüşmelerde katılımcılara açık uçlu 9 adet soru yöneltilmiştir. Sorulara verilen cevaplar katılımcıların izniyle kayıt altına alınmıştır. Görüşmeler sonrasında deşifre edilerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Katılımcılar K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K15, K16, K17 şeklinde kodlanmıştır. Katılımcıların konuyla ilgili görüşleri aşağıdaki gibidir.

1. Emeklilik sonrası neler hissettiniz?

Bu soruya verilen cevaplar içerisinden seçilen örnek cevaplar şu şekildedir:

"İlk başlarda çok rahatladım ama zaman geçtikçe iş arkadaşlarımı ve o ortamı özlemeye başladım. Sabah işe gitmenin verdiği bir amaç vardı, şimdi o eksik" (K1, Kadın, Öğretmen, 58).

"Çalışırken sürekli meşguldüm, insanlar arardı. Emekli olunca bir sessizlik çöktü, kendimi biraz yalnız hissettim" (K10, Erkek, Akademisyen, 70).

"Emekli olunca sanki kimliğimin bir parçasını kaybettim. İş hayatı beni tanımlıyordu, şimdi neyle meşgul olacağımı bilemedim" (K16, Erkek, Bürokrat, 71).

"Her dönemin bir güzelliği var. Çalışma hayatım dolu dolu geçti, şimdi dinlenmeyi hak ettiğimi düşünüyorum" (K7, Kadın, Eczacı, 66).

2. Ortalama bir gününüz nasıl geçiyor.

"Sabahları yürüyüşe çıkarım, bazen arkadaşlarla parkta buluşuruz. Öğleden sonra torunları görmeye giderim. Akşamları kitap okurum" (K9, Erkek, Asker, 58).

"Aslında çok belirli bir düzenim yok. Günler birbirine benziyor, bazen sıkıldığımı hissediyorum" (K8, Erkek, Öğretmen, 65).

“Sağlık nedeniyle çok dışarı çıkamıyorum, genelde evde vakit geçiriyorum” (K12, Erkek, Mühendis, 65).

3. Emeklilik kararını nasıl verdiniz? Emeklilikten memnun musunuz?

“Aslında emekli olmayı planlamıyordum, ama yaş dolunca mecbur kaldım. İlk zamanlar çok boşluk hissettim. Her sabah işe gitmenin verdiği bir amaç vardı, şimdi o duyguyu özlüyorum” (K2, Erkek, Akademisyen, 72).

“Çalıştığım kurum benim ikinci yuvam gibiydi. Masam, arkadaşlarım, o yoğun tempo… Hepsi bir anda bitti. Hâlâ o günleri arıyorum” (K3, Kadın, Bankacı, 69).

“Kararı verirken içim çok karışıktı. Bir yanım dinlenmek istiyordu, diğer yanım ‘ya sonra ne yapacağım’ diye düşünüyordu. Emekli olduktan sonra bir süre kendimi işe yaramaz hissettim” (K8, Erkek, Öğretmen, 65).

“Yıllarca öğretmenlik yaptım; öğrencilerle olmak bana enerji veriyordu. Şimdi sessizlik var, o eski heyecanı bulamıyorum” (K13, Kadın, Öğretmen, 62).

“Emekli olunca ismimin önüne ‘eski’ kelimesi geldi sanki. Hâlâ mesleğimde olmayı isterdim, o günleri özlüyorum” (K14, Kadın, Memur, 55).

“Zamanı gelmişti, bedenim dinlenmeyi istiyordu ama kalbim hâlâ işte kaldı. Şimdi doğayla, kitapla ilgileniyorum ama bazen geçmişi özlemeden edemiyorum” (K16, Erkek, Bürokrat, 71).

“Çalışırken her gün insan içindeydim. Emeklilikte sessizlik çöktü. Sabahları arayan soran kimse olmayınca eski günleri arar oldum” (K4, Erkek, Esnaf, 65).

“Emeklilik huzurlu ama biraz da hüzünlü bir dönem. Şimdi geriye dönüp baktığımda, o yoğun günlerin kıymetini daha iyi anlıyorum” (K8, Erkek, Öğretmen, 65).

4. İş ya da meslek kavramı sizde ne gibi çağrışımlar yapmaktadır.

“Meslek deyince aklıma yıllarımı verdiğim emek geliyor. Kolay kazanılmayan bir hayat, sabırla geçirdiğim uzun yıllar...” (K13, Kadın, Öğretmen, 62).

“İş, benim için alın teridir. Gün sonunda eve yorgun ama gururlu dönmekti. Şimdi o yorgunluğu bile özlüyorum” (K4, Erkek, Esnaf, 65).

“İş hayatı bana disiplin kazandırdı. Sabah kalkmanın bir anlamı vardı. Şimdi bazen o telaşı, o koşuşturmayı bile arıyorum” (K9, Erkek, Asker, 58).

“İş, sorumluluk demekti. Sabah kalkmak için bir nedenin olmasıydı. Şimdi o neden yok, bu yüzden bazen boşluk hissediyorum” (K16, Erkek, Bürokrat, 71).

“Meslek bana hayatın anlamını öğretti: üretmek, başarmak, katkı sağlamak. Emekli olunca o anlam biraz eksildi” (K12, Erkek, Mühendis, 65).

5. Eski mesai arkadaşlarınız bir şeyler danışmak için sizi ararlar mı? Bu durumlarda ne hissediyorsunuz?

"Bazen eski arkadaşlarım arayıp bir şey soruyorlar, o zaman çok mutlu oluyorum. Demek ki hâlâ bilgime güveniyorlar diyorum" (K5, Erkek, İşçi, 60).

"İlk zamanlar ararlardı, şimdi pek arayan soran kalmadı. Zamanla unutuluyorsun. Bu da insanın içini acıtıyor" (K3, Kadın, Bankacı, 69).

"Eskiden sık sık görüşürdük, şimdi kimse aramıyor. İnsan kendini unutulmuş hissediyor. En zor kısmı bu galiba. Demek ki yerin doluyor. Bunu kabullenmek kolay değil, ama hayat böyle" (K13, Kadın, Öğretmen, 62).

6. Bir insanın çalışma yaşamı ne kadar sürmelidir? Ölende kadar mı yoksa belirli bir yaşa kadar mı çalışılmalıdır? Sizce bu yaş kaç olmalıdır.

"Bence insan ölene kadar bir işle meşgul olmalı çünkü üretmek, insanı hayatta tutan şeydir. Emekli olduktan sonra boşluk hissi yaşadım, keşke hâlâ bir şekilde çalışabilsem" (K17, Erkek, Şoför, 60).

"Çalışmak, sadece para kazanmak değil, ruhun da beslenmesi demek. İnsan çalıştıkça kendini işe yarar hissediyor. Yaş sınırı olmasa, hâlâ devam etmek isterdim" (K2, Erkek, Akademisyen, 72).

"Bir yerden sonra bedenen ve ruhen yoruluyorsun. 60 civarı yeterli bence. İnsan biraz da kendine vakit ayırmalı" (K15, Erkek, Memur, 58).

"Bazı insanlar 70'inde bile üretkendir. Kimseyi yaşla sınırlamamak gerekir. Ama yine de 60 civarı, hem dinlenmek hem de yaşamak için uygun bir dönem" (K11, Erkek, Özel Sektör, 60).

"Belki 60'tan sonra tam zamanlı değil ama bir şekilde üretmeye devam etmeli insan. Çünkü işe yarama hissi çok kıymetli" (K3, Kadın, Bankacı, 69).

7. Sizce emekli olduktan sonra mesleğe dönmek isteyenler için yetkili otoritelerce yasal düzenleme yapılmalı mıdır? Neden?

"Bence yapılmalı. Yılların birikimi çöpe atılmamalı. Biz hâlâ üretebiliriz, bilgi ve deneyimimizi gençlere aktarabiliriz" (K8, Erkek, Öğretmen, 65).

"Emekli olmak, insanın artık işe yaramadığı anlamına gelmemeli. Yasal bir düzenleme olursa hem biz mutlu oluruz hem de deneyim boşa gitmez" (K15, Erkek, Memur, 58).

"Bizim nesil çok şey yaşadı, öğrendi. Bu tecrübeyi yeni nesillere aktarmak için fırsat verilse toplum kazanır" (K14, Kadın, Memur, 55).

"Her isteyen geri dönmemeli ama isteyen ve yeterliliği devam edenlere fırsat tanınmalı. Özellikle eğitim ve danışmanlık gibi alanlarda" (K2, Erkek, Akademisyen, 72).

"Biz yıllarca çalıştık, artık gençlerin önü açılmalı. Herkesin bir sırası var, geri dönmek doğru olmaz" (K3, Kadın, Bankacı, 69).

8. Belirli zamanlarda mesleğinizi icra edebileceğiniz imkanlar sağlanırsa iş yaşamına kısa zaman diliminde bile olsa dönmek ister misiniz? Bu durum sizi nasıl etkiler?

"İçim ister ama artık eskisi kadar enerjim yok. Yine de danışmanlık veya yarı zamanlı görev gibi şeyler olsa severek yaparım" (K6, Erkek, İşçi, 58).

"İstememek mümkün değil ama yaş ilerledikçe sağlık el vermiyor. Yine de birkaç saat bile iş ortamında bulunmak moral olurdu" (K14, Kadın, Memur, 55).

"Çalıştığım yıllar hayatımın en üretken, en anlamlı dönemleriydi. O günleri özlüyorum. Kısa bir süreliğine bile olsa o havayı solumak beni gençleştirir diye düşünüyorum. Moral ve motivasyon açısından bana iyi gelirdi. Emeklilikte insan bazen unutulduğunu hissediyor, oysa işe dönmek yeniden değer görmek demek" (K2, Erkek, Akademisyen, 72).

"Artık gençlerin sırası. Biz geri dönersek onların önünü kesmiş oluruz. Ama gönül isterdi tabii, o heyecan bir başka ama veda ettim bir kere" (K3, Kadın, Bankacı, 69).

9. Çalışma yaşamından ayrılmış bir profesyonel olarak emekliliği nasıl tanımlıyorsunuz?

"Emeklilik benim için hem bir rahatlama hem de bir boşluk dönemi oldu. İş hayatının telaşını, insan ilişkilerini özlüyorum. Yıllarca çalıştım, emeklilik bir noktada özgürlük ama diğer yandan kaybolmuşluk hissi de veriyor. Masam, çalışma arkadaşlarım hâlâ aklımda" (K16, Erkek, Bürokrat, 71).

"Benim kimliğim işimle tanımlanıyordu. Emeklilik, o kimliğin yavaş yavaş kaybolması gibi. Kendimi eksik hissediyorum. Mesleğim benim bir parçamdı. Emeklilikle birlikte o parçayı kaybettim, o yüzden bazen boşluk ve hüzün hissediyorum" (K2, Erkek, Akademisyen, 72).

"Bir yandan işten uzaklaştım ama yeni bir yaşam tarzı başladı. Bu da emekliliğin olumlu bir yönü. Emeklilik, yeni şeyler denemek, hobilerime zaman ayırmak için bir fırsat. Kitap okumak, torunlarımla ilgilenmek, projelere katılmak da mümkün" (K7, Kadın, Eczacı, 66).

"Emeklilik hem huzur hem hüzün demek. Bir yanda dinlenme, diğer yanda eski günleri özleme duygusu. İçimde hep iş hayatına dair bir özlem var ama diğer yandan artık yavaşlamak, kendime zaman ayırmak da iyi geliyor" (K14, Kadın, Memur, 55).

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada emeklilerle yapılan görüşmeler sonucunda, emeklilik kavramının bireyler için çok boyutlu bir anlam taşıdığı ortaya çıkmıştır. Katılımcılar, emekliliği hem özlem ve nostalji hem de rahatlama ve özgürlük ekseninde değerlendirmiştir. Birçok katılımcı, iş yaşamının rutin ve sosyal bağlarının eksikliğini hissetmekte, geçmiş mesleki kimliklerini özlemle anmaktadır. Örneğin, meslek arkadaşlarıyla yapılan sohbetler ve işin

getirdiği üretkenlik duygusu hâlâ değerli bir deneyim olarak tanımlanmaktadır. Bu bulgu, emeklilik sonrası kimlik ve aidiyet kaybı olabileceğini göstermektedir.

Diğer yandan, bazı katılımcılar emekliliği yeni yaşam fırsatları ve özgürlük dönemi olarak görmektedir. Artık günlük yaşamlarını kendi ritimlerinde planlayabilmek, hobilerine zaman ayırmak ve aile ile daha fazla vakit geçirmek, emekliliğin olumlu yanları olarak vurgulanmıştır. Bu durum, emekliliğin bireylerde hem duygusal hem de sosyal bir geçiş dönemi olarak algılandığını göstermektedir.

Katılımcıların yanıtları tematik olarak şu başlıklar altında özetlenebilir:

- ***Özlem ve nostalji:*** İş hayatı ve sosyal bağların eksikliği, geçmişe duyulan özlem.
- ***Rahatlama ve özgürlük:*** Günlük rutinlerin esnekliği, kendine ve aileye zaman ayırabilme.
- ***Kimlik ve üretkenlik kaybı:*** Mesleki kimliğin yitirilmesi ve üretkenlik eksikliği hissi.
- ***Yeni yaşam fırsatları:*** Hobiler, gönüllü çalışmalar ve sosyal etkinliklere katılım.
- ***Duygusal karışıklık:*** Emekliliğin hem huzur hem hüzün getirmesi.

Araştırma bulguları ışığında, emekliler için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- Kısa süreli mesleki geri dönüş imkânları sağlanabilir; danışmanlık, yarı zamanlı görev veya proje bazlı işler, emeklilerin mesleki kimliğini sürdürmesine katkı sağlayacaktır.
- Sosyal ve üretkenlik programları oluşturularak, emeklilerin toplumsal ve bireysel olarak kendilerini değerli hissetmeleri desteklenebilir.
- Yaş ve sağlık durumuna uygun esnek çalışma modelleri hem genç kuşaklara fırsat tanırken hem de deneyimli bireylerin katkısını sürdürmesine imkân verebilir.
- Emeklilik öncesi bilgilendirme ve psikososyal hazırlık programları, bireylerin iş yaşamından ayrılma sürecinde duygusal olarak daha iyi adapte olmalarını sağlayabilir.

Bu bulgular, emekliliğin sadece bir işten ayrılma değil, aynı zamanda kimlik, aidiyet ve üretkenlik bağlamında bir geçiş dönemi olduğunu göstermektedir. Yapılacak düzenlemeler ve destek programları hem bireylerin yaşam doyumunu artıracak hem de toplumsal deneyim aktarımını sürdürülebilir kılacaktır.

KAYNAKLAR

Acarbaş, M., & Gözler, A. (2023). Eğitim alanında kariyer basamakları, kariyer planlama ve kariyer gelişimi. *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*, *4*(2), 267-292. https://doi.org/10.54637/ebad.1253670

Aktay, Y. (2008). İslamcılık ve bir modern melankoli: Eve dön(eme)mek. *Milel ve Nihal: İnanç, kültür ve mitoloji araştırmaları dergis*, *5*(3), 13-50.

Aldemir, C., Ataol, A., & Budak, G. (2001). *İnsan Kaynakları Yönetimi*. Barış Yayınları.

Armstrong-Stassen, M., & Staats, S. (2012). Gender Differences in How Retirees Perceive Factors Influencing Unretirement. *The International Journal of Aging and Human Development*, *75*(1), 45-69. https://doi.org/10.2190/AG.75.1.e

Arthur, M. B., Hall, D. T., & Lawrence, B. S. (Ed.). (2004). *Handbook of career theory* (Transferred to digital print). Cambridge Univ. Press.

Avcı, A. (2019). İş ve iş stresi yönetimi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, *6*(1), 290-296.

Barutçugil, İ. (2004). *Stratejik insan kaynakları yönetimi* (1.baskı : Mart 2004). İstanbul: Kariyer Yayınları.

Boym, S. (2021). *Nostaljinin Geleceği* (F. B. Aydar, Çev.). İstanbul: Metis yayınları.

Certo, S. C., & Certo, S. C. (1992). *Modern management: Quality, ethics, and the global environment* (5th ed). Allyn and Bacon.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Çiçek, B. (2020). *Kariyer Yönetimi İş Dünyasına Giriş Rehberi* (1. Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Easterby-Smith, M., Thorpe, R., ve Jackson, P. R. (2012). Management research: London: Sage Publishing.

Erdoğan, C. (2020). Duyguların anlamını yitirmesinde sosyal medyanın rolü: Özlem duygusu üzerine bir analiz. *Journal of humanities and tourism research (Online)*, *10*(10-1), 14-26. https://doi.org/10.14230/johut777

Eryet, M. V. (2016). Meslek Seçimi ve Mesleki Rehberlik. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, *44*, 1-17.

Gökkaya, Ö., Latif, H., & Uçkun, G. (2015). İş arama sürecinde iş ilanı çözümlemesi ve iş arayan—İş ilanı uyumu. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *8*, 25-38.

Griffin, R. W. (1993). *Management* (4. international student ed). Houghton Mifflin.

Hajdini, F. (2021). İş analizi, iş ölçümü ve iş tanımının performans yönetimi ile bağlantısı üzerine bir inceleme. *Dünya İnsan Bilimleri Dergisi*, *1*, 118-137.

Hale, J. A. (2004). *Performance-based management: What every manager should do to get results*. Pfeiffer.

Hall, D. T., & Katzell, R. A. (Ed.). (1991). *Career development in organizations* ([Nachdr.], 4. printing). Jossey-Bass Publ.

Karaevli, Ö., & Levent, F. (2014). Okul yönetiminde şeffaflığın farklı kariyer evrelerinde bulunan öğretmenler üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, *40*, 89-108.

Karahan, A. (2024). Nostalji, Anımsama ve "Özlem Estetiği": Ahmet Muhip Dıranas'ın "Yağma" Şiiri. *Dil ve Edebiyat Araştırmaları/Journal of Language and Literature Studies*. https://doi.org/10.30767/diledeara.1393283

Köksal, O., & Şenel, Ö. (2022). İş biçimlendirmenin işe tutulma üzerindeki etkisinde kişi-iş uyumunun aracılık rolü. *İş ve İnsan Dergisi*, *9*(1), 73-86. https://doi.org/10.18394/iid.1085785

Mohan Bursalı, Y., & Bayrak Kök, S. (2018). İnsan kaynaklarında değişimin yeni yönelimi: Kariyer yönetimi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, *5*(3), 46-67.

Parlak, C. (2022). Abdulhakîm kâsim'in "eyyâmu'l-insâni's-seb'a" romaninda özlem temasi. *Akademik Platform İslami Araştırmalar Dergisi*, *6*(1), 35-60. https://doi.org/10.52115/apjir.1067614

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Soccio, D. J. (2010). *Felsefeye giriş: Hikmetin yapıtaşları* (K. Kıvanç. Karataş, Çev.; 1.basım). İstanbul: Kaknüs Yayınları.

Southgate, C. (2016). Içinde D. Evers, M. Fuller, A. Runehov, & K.-W. Sæther (Ed.), *Issues in Science and Theology: Do Emotions Shape the World?* Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26769-2

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research techniques. CA.: Sage publications

Super, D. E. (1980). A life-span, life-space approach to career development. *Journal of Vocational Behavior*, *16*(3), 282-298. https://doi.org/10.1016/0001-8791(80)90056-1

Şimşek, M. Ş., & Çelik, A. (2004). *Kariyer Yönetimi*. Ankara: Gazi Kitapevi.

TDK. (2020). Türk Dil Kurumu Sözlükleri. https://sozluk.gov.tr/

Yıldız, K., & Çiloğlu Yörübulut, M. (2017). Türkiye'de iş meslek danışmanlığı sisteminin işlerliği. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi /*, *12*(1), 97-109.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

ALGILANAN SOSYAL DESTEĞİN İŞ DOYUMUNA ETKİSİNDE PSİKOLOJİK DAYANIKLILIĞIN ROLÜ

Doç. Dr. İnan KAYNAK[1]/ Doç. Dr. Berat ÇİÇEK[2]
[1]Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler MYO Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Yönetim ve Organizasyon, i.kaynak@alparslan.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9944-1540
[2]Malatya Turgut Özal Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon, berat.cicek@ozal.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-4584-5862

Özet

Bu Pozitif psikolojinin bireylere ve örgütlere olan katkılarının ortaya çıkmasından itibaren bu alanda birçok çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında da bireyin içinde bulunduğu ortamdan kaynaklanabilecek kötü sonuçlardan korunmak için çevresindeki bireylerden gelen özel veya genel desteklerin var olduğu algısı olarak tanımlanan algılanan sosyal destek kavramı bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Bağımlı değişken olarak ta çalışanların işleri ve işlerinin boyutlarıyla ilgili olumlu duyguları veya çalışanların işlerinden duydukları mutluluk olarak tanımlanan iş doyumu ele alınmıştır. Zorlu yaşam tecrübeleri karşısında kişinin kendini toparlaması, koşullara direnç göstermesi ya da değişimin veya olumsuzlukların karşısında etkili bir şekilde üstün gelmesi olarak tanımlanan psikolojik dayanıklılık kavramı da çalışma kapsamında aracı değişken olarak düşünülmüştür. Bu çalışmanın amacı bireyler için önemli bir psikolojik destek unsuru olan algılanan sosyal desteğin iş doyumuna ve psikolojik dayanıklılığa olan etkisini araştırmaktır. Psikolojik dayanıklılığın iş doyumuna etkisi ve algılanan sosyal desteğin iş doyumuna olan etkisinde psikolojik dayanıklılığın araştırılması da amaçlanmıştır. Bu kapsamda yapılan analizler neticesinde algılanan sosyal destek ile iş doyumu arasında, algılanan sosyal destek ile psikolojik dayanıklılık arasında ve psikolojik dayanıklılık ile iş doyumu arasında pozitif bir etki bulunmuştur. Son olarak algılanan sosyal destek ile iş doyumu arasındaki ilişkide psikolojik dayanıklılığın rolü araştırılmış ve burada da tam aracılık ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Algılanan Sosyal Destek, İş Doyumu, Psikolojik Dayanıklılık

THE ROLE OF PSYCHOLOGICAL RESILIENCE IN THE EFFECT OF PERCEIVED SOCIAL SUPPORT ON JOB SATISFACTION

Abstract

Since the emergence of positive psychology and its contributions to individuals and organizations, numerous studies have been conducted in this field. Within the scope of this study, the concept of perceived social support, defined as the perception of the presence of specific or general support from individuals in one's environment to protect oneself from negative outcomes that may arise from one's environment, was considered as an independent variable. Job satisfaction, defined as employees' positive feelings about their jobs and the dimensions of their jobs or the happiness they derive from their jobs, was considered the dependent variable. The concept of psychological resilience, defined as a person's ability to recover from difficult life experiences, resist circumstances, or effectively overcome change or adversity, was also considered as a mediator variable in the study. The aim of this study is to investigate the effect of perceived social support, an important psychological support factor for individuals, on job satisfaction and psychological resilience. The study also aimed to investigate the effect of psychological resilience on job satisfaction and the effect of perceived social support on job satisfaction. The analyses conducted within this scope revealed a positive effect between perceived social support and job satisfaction, between perceived social support and psychological resilience, and between psychological resilience and job satisfaction. Finally, the relationship between perceived social support and job satisfaction.

Keywords: Perceived Social Support, Job Satisfaction, Psychological Resilience

1. GİRİŞ

Varoluşçu ve hümanist yaklaşımlara göre insanoğlu doğası gereği hem yalnızdır hem de başka insanlarla birliktedir. Bireyin başka insanlarla birlikte olması önemsenme ihtiyacının karşılamasını sağladığı gibi diğer bireylerin hayatında yer alarak da kendi varlığını anlamlandırma ve sürdürmesini sağlar (Randall, 2001). İçinde bulunduğu toplumun destek ve onayını alma düşüncesi bireyin temel yaşamsal unsurlarından biridir (Aliyev & Tunç, 2017) ve birey toplumda sevilme, değer görme, karşılıklı yardımlaşma ve sosyal bir ağın parçası olma gibi bazı olguların varlığını hissetmek ister (Cobb, 1976). Sosyal destek ihtiyacı kişinin yaşamı boyunca var olmasını istediği bir durumdur (Bruhn & Philips, 1984). Çok boyutlu bir kavram olan sosyal destek (Wills, 1991), bireylerin direncini arttırmaya dönük olarak dış kaynaklardan gelen bilişsel, duyuşsal ve davranışsal yardımlardır (Yaycı, 2016) ve bireyin bilişsel algılamasıyla ilgilidir (Kef, 1997). Bu sebeple sosyal desteğin birey tarafından anlaşılması ve anlamlandırılmasında kavram literatürde algılanan sosyal destek olarak kendine yer bulmuştur (Sarason, Levine, Basham & Sarason, 1983). Algılanan sosyal destek kısaca bireyin içinde bulunduğu ortamdan kaynaklanabilecek kötü sonuçlardan korunmak için çevresindeki bireylerden gelen özel veya genel desteklerin var olduğu algısıdır (Demaray & Malecki, 2002) ve destek algısı bu yönüyle de alınan destekten daha değerli bir etkiye sahiptir (Thoits, 1985). Başka bir tanımlama da ise algılanan sosyal destek, toplumda saygı görmek, anlaşılmak ve desteklenmekten duyulan memnuniyet (Moreland, Coxe & Yang, 2018) olarak ifade edilmektedir. Sosyal desteğin bireylerin ruh sağlığına etkisini araştıran Cohen ve Wills'e (1985) göre algılanan sosyal destek iki model çerçevesinde açıklanabilir (Cohen & Wills, 1985; Korkmaz & Aktan, 2023). Bunlardan temel etki modeline göre sosyal destek tüm şartlarda bireylerin ruhsal ve fiziksel iyi oluşları üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Arslan, 2022). Diğer model olan tampon etkisine göre de sosyal destek bireylerde olumsuz duygulara neden olan olayların etkilerinin azalmasını ya da ortadan kalmasını sağlayabilmektedir (Abay Alyüz, 2020). Ruh sağlığının öngörüsü ve bilişsel bir değerlendirme süreci olan algılanan sosyal destek (Geuzinge vd., 2020), dinamik bir yapıya sahip olduğundan sürekli olarak değişmekte ve birçok faktörden etkilenmektedir (Bruhn & Philips, 1984). Sosyal destek algısı iş yerindeki çalışanın hissettiği birçok olumsuzluğun önüne geçerek iş doyumunun yükselmesini sağlayabilmektedir (Oksanen, Kouvonen, Vahtera, Virtanen & Kivimäki, 2010).

İş doyumu kavramının birçok pozitif örgütsel çıktılarının olduğu bilinmesinden dolayı uzun bir süreden beri araştırmalara konu edilmekte (Günlük, Özger & Özcan, 2013) ve çalışanların iş doyumlarını arttırmaya dönük uygulamalar yapılmaktadır (Tuncer & Duru, 2011). Çalışma yaşamındaki her birey sahip olduğu özelliklere paralel olarak çalışma ortamından beklenti içinde olur ve bu beklentilerinin karşılanmasını ister. Örgütlerde çalışanlarına sunulan bu ortamın karşılığında çalışanlarından verim elde etmeyi beklerler. Çalışanın beklentileri

ile çalışma ortamı uyumlaşırsa çalışanlarda iş doyumunun oluşması muhtemeldir (Kaya, Eken & Ümmet, 2011). İş doyumu genel olarak çalışanların işleri ve işlerinin boyutlarıyla ilgili olumlu duyguları (Spector, 1997) veya çalışanların işlerinden duydukları mutluluk (Hackman & Oldham, 1975) olarak tanımlanmaktadır. Vroom (1995) ise çalışanın iş ya da iş tecrübesini değerlendirmesinden kaynaklanan hoşnutluk veya olumlu duygu durumları şeklinde açıklamıştır. İş doyumu işin kendisi başta olmak üzere örgüt içi ve dışı birçok faktörün birleşimiyle mümkün olabilmektedir. Örgüt dışı faktörlerin kontrol edilmesi her zaman mümkün olamazken örgüt içi faktörler neredeyse istenilen seviyede kontrol altında tutulabilmektedir (Herzberg, Mausne & Snyderman, 2017). Bu alanda yapılan çalışmalar iş doyumunun örgütsel, kültürel ve çevresel birçok faktörden etkilenebildiğini ortaya koymuş çalışma grupları maddi olanakların yanında psiko-sosyal faktörlerinde etkili olduğu tespiti yapılmıştır (Örücü, Kılıç & Şimşir, 2010). Ayrıca çalışanlara sunulan duygusal desteklerin iş doyumunu olumlu şekilde arttırdığı yapılan çalışmalar neticesinde ortaya konmuştur (Cohen & Wills, 1985; Emhan vd., 2013). Bu bilgilerden hareketle oluşturulan hipotez şu şekildedir.

H_1: Algılanan sosyal destek iş doyumunu pozitif yönde etkilemektedir.

Algılanan sosyal desteğin çalışanların ruh sağlığı üzerindeki etkisinin ne olduğunu tespit etmeye dönük yapılan çalışmalar algılamanın bireyin psikolojisini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur (Acoba, 2024). Destek gören bireylerin psikolojik durumlarını inceleyen bir araştırma algılanan sosyal desteğin bireylerin duygusal iyilik halini arttırıcı sonuçlarının olduğunu ortaya çıkarmıştır (Somasundaram & Devamani, 2016). Literatürde algılanan sosyal destek ile kişisel faktörleri inceleyen çalışmalar sosyal desteğin birçok psikolojik faktörle anlamlı ilişki içinde olduğunu göstermektedir (Korkmaz & Aktan, 2023). Bu faktörlerden birinin de psikolojik dayanıklılık olduğu düşünülmektedir. Ruh sağlığı ya da psikolojik sağlıkla ilgili kavramlar her zaman güncelliğini koruyan araştırma konusu olarak görülmektedir (Şenel, Tolan & Ayna, 2021). 2000'li yıllara kadar bireylerin olumsuz yönlerini ele alan çalışmaların sıklıkla yapıldığı gözlemlenirken (Polatcı & Tınaz, 2020), pozitif psikolojinin öneminin farkına varılmasıyla birlikte psikolojinin olumlu kavramları ele alınmaya başlanmış psikolojik dayanıklılık kavramının da sıklıkla araştırmalara konu edildiği gözlemlenmiştir (Yıldırım & Gürsu, 2021). Pozitif psikolojinin önemli kavramlarından biri olan psikolojik dayanıklık kavramı, matematik ve fizik bilimlerinden istifade edilerek literatüre kazandırılmış bir kavramdır. Fizik bilimi dayanıklılığı; *"gerilmiş bir cismin eski boyutunu geri kazanabilme yeteneği*" olarak tanımlamakta ve bu tanımlama da psikoloji bilimine ilham vererek kavramı insani bir boyutta incelemeye fırsat vermiştir (Fletcher & Sarkar, 2013; Sakaray & Yüceler Kaçmaz, 2024). Literatürde psikolojik dayanıklılık kavramı yerine psikolojik sağlamlık, yılmazlık, kendini toparlama gücü, dayanıklılık gibi kavramlar kullanıla gelmiştir. Fakat kavramı en iyi açıklayan karşılığın "psikolojik dayanıklılık" olduğu ifade edilmektedir (Basım & Çetin, 2011; Güler &

Pekşen Süslü, 2022). Kavram, araştırma objesi olan kişiler, kadınlar, aileler, toplumlar ve kültürler bağlamında farklı şekillerde tanımlanmış bu sebeple ortak bir tanım yapılamamıştır (Botou, Mylonakou-Keke, Kalouri & Tsergas, 2017). Latince "resiliere" kelimesinden türemiş olan psikolojik dayanıklılık (Çam & Büyükbayram, 2017) kişinin yaşamı boyunca karşılaştığı kaygı ve kaygıya sebep olan durumlara uyum sağlama süreci (Luthar, Cicchetti & Becker, 2000) ya da zorlu yaşam tecrübeleri karşısında kişinin kendini toparlaması, koşullara direnç göstermesi ya da değişimin veya olumsuzlukların karşısında etkili bir şekilde üstün gelmesi olarak tanımlanmaktadır (Masten & O'Connor, 1989). Psikolojik dayanıklık zorlukların üstesinden gelmeyi sağlayacak esneklik ve güce sahip olma ve zarar görme durumunda ise hızlı iyileşme yeteneğine sahip kişilik özelliği olarak ta tanımlanabilmektedir (Luthar, Cicchetti & Becker, 2000). Psikolojik dayanıklılığı etkileyen faktörlerin neler olduğunu inceleyen araştırmalar bu faktörleri risk ve koruyucu faktörler olmak üzere iki ana başlık altında incelemektedir (Uçar, 2021). Risk faktörleri kişinin kendisi, ailesi ve toplumsal risk faktörleri olmak üzere üç başlık altında incelenmiş (Tümlü & Recepoğlu, 2013), *"olumsuz bir sonuç ortaya çıkma ihtimalini artıran bir veya daha fazla unsurun varlığı"* olarak tanımlanmıştır (Aktan & Önder, 2018; Alikaşifoğlu & Ercan, 2009). Koruyucu faktörler ise içsel ve dışsal faktörler olarak iki ana başlıkta ele alınmakta (Tümlü & Recepoğlu, 2013) karşılaşılan risklerin olumsuzluklarını aşmada kişinin sahip olduğu koruyucu etmenler olarak açıklanmaktadır (Fletcher & Sarkar, 2013). Sosyal çevresi ile yakın ilişkileri olan bireylerin korucuyu dışsal faktörlere sahip olduğu söylenebilir (Tümlü & Recepoğlu, 2013). Kişiden kişiye psikolojik dayanıklılık değişiklik göstermekle birlikte sosyal destek ağlarına ulaşabilen bireylerin psikolojik dayanıklılığının oluşması veya gelişmesi beklenmektedir (Gizir, 2007). Sosyal desteğin aile, arkadaşlar ve hatta evcil hayvanlardan bile kaynaklanabileceği ifade edilmektedir (Allen, 2002; Ford, Heinen & Langkamer, 2007). Psikolojik sorunlar yaşayan bireylerin eşleri, aileleri yada arkadaşlarından aldıkları destekler sorunlarıyla baş etmelerinde daha dayanıklı olmalarını sağlarken (Gariépy, Honkaniemi & Quesnel-Vallée, 2016; Tengku Mohd, Yunus, Hairi, Hairi & Choo, 2019), bu destekten mahrum olan ya da zayıf destek alanların birçok zorluklarla karşılaşmaktadırlar (Wang, Zhang, Chen & Zeng, 2018). Bu alanda yapılan bir çalışma psikolojik dayanıklılık ile sosyal destek arasında anlamlı bir ilişkinin var olduğunu ortaya koymuştur (Turgut, 2015). Tüm bu bilgilerden hareketle oluşturulan hipotez şu şekildedir:

H_2: Algılanan sosyal destek psikolojik dayanıklılığı pozitif yönde etkilemektedir.

Bütün örgütlerin amaçlarından biri çalışanlarının işlerini yaparken huzurlu olmalarını sağlamaktır. Çünkü kendini huzurlu hisseden çalışanlar örgütleri için arzu edilen verime ulaşabilmektedirler (Fındıkçı, 2006). Çalışanların işleri ile ilgili huzuru birçok faktörle ilişkilidir. Bu faktörler ekonomik, örgütsel ve psiko-sosyal faktörler olarak sıralanabilir. Bağımsız çalışabilme, değerli hissetme, çevresiyle uyum gibi bu psiko-sosyal

faktörler (Örücü & Kanbur, 2008) çalışanın psikolojisi üzerinde olumlu etkiler yapabilmektedir. İş yaşamında görevlerinin gereği olan ya da olmayan birçok zorluklarla karşılaşabilen çalışanların ortaya çıkan zorluklarla başa çıkabilmesi ise psikolojik olarak desteklenmesine bağlıdır (Polatcı & Tınaz, 2020). Çalışanların oluşabilecek risklerin etkilerini azaltmak ya da tamamen ortadan kaldırma daha önceden de değinildiği üzere bireyin sahip olduğu koruyucu faktörlerin varlığına bağlıdır ve iş yerinden karşılaşılan sorunlarla baş etmede bu koruyucu faktörler ciddi önem arz etmektedir (Harrawood, Doughty & Wilde, 2011). Bir çalışanın işini sevmesi ya da sevmemesinin derecesi olarak kabul edilen iş doyumu, çalışanların duygusal ya da bilişsel iç durumunun yansımasıdır (Brief, 1998). Diğer bir ifadeyle psikolojik bir durumdur. Psikolojik dayanıklığı olan bireyler olumsuz koşullara karşı olumlu duygular geliştirebilmekte, diğer kişilerle olumlu ilişkiler kurabilmekte ve karşılaştıkları sorunları aşabilmektedir (Kaya vd., 2021). Psikolojik dayanıklılığı olan çalışanlar örgütsel vatandaşlık davranışı gibi pozitif örgütsel düşüncelere sahip olduğu gibi iş doyumlarının da pozitif yönde etkilendiği (Kanbur vd., 2017) yapılan çalışmalar neticesinde ortaya konmuştur. Bu bilgilerden hareketle oluşturulan hipotezler şu şekildedir.

H_3: Psikolojik dayanıklılık iş doyumunu pozitif yönde etkilemektedir.

H_4: Algılanan sosyal destek ile iş doyumu arasındaki ilişkide psikolojik dayanıklılık aracılı role sahiptir.

2. AMAÇ ve YÖNTEM

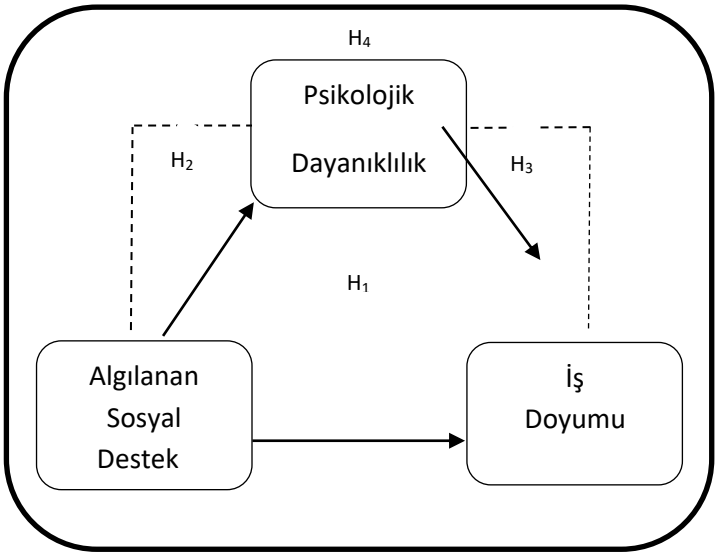
Bireyler için çok önemli bir kavram olan algılanan sosyal desteğin hem çalışan hem de örgüt açısından değerli görülen iş doyumuna olan etkisinin araştırılması bu çalışmanın amaçlarından biridir. Ayrıca çalışma kapsamında algılanan sosyal destek ile iş doyumu arasında psikolojik dayanıklılığın aracı rolünün olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır. Tüm bu araştırmayı yapabilmek için nicel araştırma yöntemlerinden biri olan anket tekniğinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda Muş ilinde kamu kurumlarında çalışanlarla bir anket çalışması yapılmıştır.

Çalışma kapsamında hazırlanan anket formları kamu kurumlarında ki çalışanların masalarına konarak bir hafta süre verilmiş ve süre bitimini müteakip anket formları geri toplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 25.0 programı ile analize tabi tutulmuştur. Katılımcılara ait bilgiler Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Demografik Veriler

		Sayı	Yüzde
Yaş	18-25	50	33,1
	26-35	42	27,8
	36-45	44	29,1
	46-55	11	7,3
	56 +	4	2,6
Cinsiyet	Kadın	46	30,5
	Erkek	105	69,5
Eğitim	Lise	13	8,6
	Ön Lisans	52	34,4
	Lisans	75	49,7
	Y. Lisans	11	7,3
	Toplam	151	100,0

Tablo 1'den de anlaşılacağı üzere katılımcıların en yüksek yaş aralığı %33,1 ile 18-25 yaş arasındadır. Katılımcıların %69,5'u erkeklerden %30,5 ise kadınlardan oluşmaktadır. Eğitim düzeyleri incelendiğinde ise en yüksek oranın %49,7 ile lisans olduğu gözlemlenmiştir. Toplam 151 katılımcı ile yapılan araştırmanın modeli Şekil 1 de sunulmuştur.



Şekil 1. Araştırma Modeli

Şekil 1'den de anlaşılacağı üzere araştırma algılanan sosyal desteğin iş doyumu üzerine olan etkisini incelemektedir. Aynı zamanda algılanan sosyal desteğin psikolojik dayanıklılık ve psikolojik dayanıklılığında iş doyumu üzerine etkisine bakılacaktır. Son olarak algılanan sosyal desteğin iş doyumu üzerine olan etkisinde psikolojik dayanıklılığın aracı rolü incelenmektedir.

2.1. Ölçüm Araçları

Algılanan Sosyal Destek Ölçeği: Zimet, Dahlem, Zimet & Farley (1988) "Çok Boyutlu Algılanan Sosyal Destek Ölçeği" geliştirmişlerdir. Ölçeğin Türkçe uyarlaması tarafımızca yapılmıştır. Ölçek 3 boyut ve 12 ifadeden oluşmaktadır. Ölçek 5'li likert sistemine göre 1 Kesinlikle katılmıyorum ve 5 Kesinlikle katılıyorum şeklindedir. Ölçeğin Cronbach Alpha değerleri 0.91, 0.87 ve 0.85 tir. Bu ölçek çalışmada tek boyut olarak ortaya çıkmış ve ölçeğin cronbach alpha değeri 0.880 olmuştur. Ölçek Maddeleri "1.İhtiyaç duyduğumda yanımda olan özel bir kişi var", "2. Sevinçlerimi ve üzüntülerimi paylaşabileceğim özel bir kişi var", "3.Ailem bana gerçekten yardım etmeye çalışıyor", "4. Ailemden ihtiyacım olan duygusal yardımı ve desteği alıyorum", "5. Bana gerçek bir rahatlık kaynağı olan özel bir kişi var", "6. Arkadaşlarım bana gerçekten yardım etmeye çalışıyor", "7. Bir şeyler ters gittiğinde arkadaşlarıma güvenebilirim", "8. Sorunlarımı ailemle konuşabilirim", "9. Sevinçlerimi ve üzüntülerimi paylaşabileceğim arkadaşlarım var", "10. Duygularımı önemseyen özel bir kişi hayatımda var", "11. Ailem karar vermeme yardımcı olmaya isteklidir" ve "12. Sorunlarımı arkadaşlarımla konuşabilirim" şeklindedir.

İş Doyumu Ölçeği: İş doyumunu ölçmek için Spector (1985)'un geliştirdiği ve Küçükkendirci, Batı, Gök & Güler (2017) tarafından kullanılan ölçeğin "İşin Kendisi" alt boyutuna ait maddelerden yararlanılmıştır. Ölçeğin geneline ilişkin cronbach alpha değeri araştırmacı 0,91 olarak tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında İşin Kendisine ait alt boyutun cronbach alpha değeri 0.814 olarak ölçülmüştür. Alt boyuta ait sorular "1. Bazen yaptığım işin çok anlamsız olduğunu hissediyorum", "2. İşyerimde yaptığım işlerden hoşlanıyorum","3. Yaptığım işten gurur duyuyorum" ve "4. İşimden hoşlanıyorum" şeklindedir.

Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği: Psikolojik dayanıklılığı ölçmek için Smith vd.' leri (2008) tarafından geliştirilen ve Akın vd.'leri (2014) tarafından Türkçeye çevrilen Kısa Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği kullanılmıştır. Ölçeğin ilişkin cronbach alpha değeri araştırmacı tarafından 0,66 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada iş doyumu ölçeğinin cronbach alpha değeri 0.801 olarak ölçülmüştür.

2.2. Ölçüm Modeli

Hipotez testlerine geçmeden önce maddelerin faktör dağılımları incelenmiştir. SPSS 25.0 programı yardımıyla yapılan faktör analizi neticesinde tüm maddelerin 0,50 değerini geçtiği, KMO değerinin .835 ve anlamlı olduğu ve ayrıca üç boyuta dağıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca ölçeklere ait tüm maddelerin çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiş ve tüm değerlerin -1,5 ile 1,5 aralığında olduğu ve bu değerlerin literatürce kabul gören değer (Tabachnick vd., 2019) olmasından dolayı hipotez testlerinin yapılabileceğine karar verilmiştir. Verilere ait faktör analizi sonuçları Tablo 2' de sunulmuştur.

Tablo 2. Faktör ve Ölçüm Modeli Sonuçları

Ölçekler	Maddeler	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	AVE	CR	Alpha
Algılanan Sosyal Destek	ASD1	,684			**,501**	**,922**	**,880**
	ASD2	,694					
	ASD3	,663					
	ASD4	,713					
	ASD5	,865					
	ASD6	,639					
	ASD7	,666					
	ASD8	,707					
	ASD9	,642					
	ASD10	,652					
	ASD11	,812					
	ASD12	,723					
Psikolojik Dayanıklılık	PD1		,693		**,509**	**,861**	**,801**
	PD2		,773				
	PD3		,674				
	PD4		,646				
	PD5		,709				
	PD6		,778				
İş Doyumu	İD1			,767	**,605**	**,729**	**,814**
	İD2			,794			
	İD3			,822			
	İD4			,725			

Tablo 2'den de anlaşılacağı üzere ölçeklere ait tüm maddeler 0,50 eşik değerini aştığı görülmektedir. Ayrıca ölçeklerin AVE değerlerinin 0,50'yi geçtiği ve tüm CR değerlerinin ise 1'e yakın olduğu, Crobach Alpha değerlerinin ise 0,70 eşik değerini geçtiği anlaşılmaktadır. Tüm bu değerler Fornell & Larcker (1981) tarafından sunulan kriter değerlerinin üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır. Ölçekler arasında bir ilişkinin var olup olmadığının ölçülmesine dönük yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 3' te sunulmuştur.

Tablo 3. Tanımlayıcı İstatistikler

Ölçekler	Ortalama	Standart Sapma	1	2	3
Psikolojik Dayanıklılık	2,5993	,84243	1	,374**	,491**
İş Doyumu	2,9801	,84633	,374**	1	,166**
Algılanan Sosyal Destek	2,4004	,79414	,491**	,166**	1
***p<0,001; **p<0,01;					

Tablo 3'te ölçeklerin ortalamaları, standart sapmaları ve kendi aralarındaki korelasyonları sunulmuştur. Korelasyon analizi sonuçlarına göre algılanan sosyal destek ile iş doyumu arasında pozitif (r=,166; p<0,01), algılanan sosyal destek ile psikolojik dayanıklılık arasında pozitif (r=,491; p<0,01), psikolojik dayanıklılık ile iş doyumu arasına pozitif (r=,374; p<0,01) ilişki bulunmaktadır.

Tablo 4. Doğrudan Etki Analizi Sonuçları

Hipotez	β	Standart Hata	Kritik Oran	Anlamlılık
H_1: Algılanan Sosyal Destek → İş Doyumu	0,177	,086	2,053	0,042
H_2: Algılanan Sosyal Destek → Psikolojik Dayanıklılık	0,520	,076	6,873	0,000
H_3: Psikolojik Dayanıklılık → İş Doyumu	0,375	,076	4,918	0,000

Doğrudan etki analizi sonuçlarına göre algılanan sosyal destek ile iş doyumu arasında ($\beta = 0,177$; $p<0,05$) üzerine pozitif ve psikolojik dayanıklık ($\beta = 0,520$; $p<0,001$) üzerine pozitif bir etkisi vardır. Psikolojik dayanıklılığın iş doyumu üzerine ($\beta = 0,375$; $p<0,001$) pozitif etkisi olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlardan hareketle H_1: Algılanan sosyal destek iş doyumunu pozitif yönde etkilemektedir, H_2: Algılanan sosyal destek psikolojik dayanıklılığı pozitif yönde etkilemektedir ve H_3: Psikolojik dayanıklılık iş doyumunu pozitif yönde etkilemektedir **hipotezleri desteklenmiştir.**

Tablo 5. Dolaylı Etki Analizi Sonuçları

Hipotez	Toplam Etki	p Değeri	Doğrudan Etki	p Değeri	Dolaylı Etki	p Değeri	Aracılık Durumu
H_4: Algılanan Sosyal Destek → Psikolojik Dayanıklılık → İş Doyumu	0,177	0,000	-0,0245	p>0,05	0,2013	0,000	Tam Aracılık

Yapılan dolaylı etki analizi sonucuna göre psikolojik dayanıklılık algılanan sosyal destek ile iş doyumu arasındaki ilişkide tam aracılık etkisine sahiptir. Bootstrap yöntemi kullanılarak ulaşılan değer $\beta = 0,2013$ ve anlamlı bulunmuştur. Analiz sonucuna göre algılanan sosyal destek iş doyumu üzerinde herhangi bir doğrudan etkiye sahip değildir. Tüm etki psikolojik dayanıklılığı arttırmak suretiyle dolaylı bir şekilde oluşmaktadır. Buna göre H_4: Algılanan sosyal destek ile iş doyumu arasındaki ilişkide psikolojik dayanıklılık aracılı role sahiptir **hipotezi desteklenmiştir.**

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Algılanan sosyal desteğin kaynakları bireyin eşi, ailesi, komşuları, kendini ait hissettiği dinsel veya etnik grupları, öğretmenleri ve iş arkadaşları olabilir (Yaycı, 2016). Sosyal destek kaynakları teorisi sosyal desteği dışarıdan gelen bir koruma kaynağı olarak açıklamakta ve bu desteğin bireylere sürekli olarak psikolojik enerji sağlayabileceğini ileri sürmektedir (Liu, Wang Wu, 2021). Sosyal sermaye teorisi ise sosyal kaynakların miktarı ne kadar fazla olursa birey o kadar yaşamsal ve fiziksel değişikliklerle başa çıkmada veya bunlara uyum sağlamada başarılı olacağını belirtmektedir(Liu vd., 2019). Çalışanların iş yerinde bir birine sağlayacakları destek birey üzerinde birçok olumlu etki yapabilmekte (Chiaburu & Harrison, 2008), kapasitesini zorlamasına ve başarılı olmasına katkı sunabilmektedir (Collins, Hislop & Cartwright, 2016). Araştırma kapsamında ilk olarak algılanan sosyal desteğin iş doyumu üzerine olan katkısı incelenmiş ve yapılan analizler neticesinde **H_1 hipotezi desteklenmiştir**. Diğer bir ifadeyle çalışanlar sosyal destek faktörlerine sahip olurlarsa iş doyumları

artmaktadır denilebilir. Ulaşılan bu sonuç literatürde yapılmış önceki araştırmalarda da (Garmendia vd., 2023; Klijn, 2021; Marcinkus vd., 2007) tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında incelenen diğer bir konu ise algılanan sosyal desteğin psikolojik dayanıklılık üzerine olan etkisidir. Bu kapsamda yapılan analizler neticesinde algılanan sosyal desteğin psikolojik dayanıklılığı pozitif olarak etkilediği sonucuna ulaşılmış ve **H_2 hipotezi desteklenmiştir.** Diğer bir ifadeyle algılanan sosyal destek bireylerde psikolojik dayanıklılığı arttırmaktadır denilebilir. Ulaşılan bu sonuç algılanan sosyal destek psikolojik dayanıklılığın anlamlı yordayıcıları olduğu (Turgut & Eraslan-Çapan, 2017) sonucunu bulan çalışma ile örtüşmektedir. Araştırma kapsamında incelen diğer bir konu psikolojik dayanıklılığın iş tatmini üzerine olan etkisidir. Bu kapsamda yapılan analizle psikolojik dayanıklılığın iş doyumunu pozitif yönde etkilediğini ortaya yokmuş ve **H_3 hipotezi desteklenmiştir.** Diğer bir ifadeyle çalışanlarda psikolojik dayanıklılığın iş doyumunu arttırdığı söylenebilir. Ulaşılan bu sonuç literatürde ulaşılan sonuçlarla örtüşmektedir (Mumcu, 2025; Tümlü & Recepoğlu, 2013; Uzunbacak vd., 2023). Araştırma kapsamında son olarak algılanan sosyal desteğin iş doyumuna etkisinde psikolojik dayanıklılığın aracı aracılık rolü araştırılmıştır. Analiz sonucunda bu ilişkide psikolojik dayanıklılığın tam aracı rolü tespit edilmiş ve **H_4 hipotezi desteklenmiştir.** Diğer bir ifadeyle algılanan sosyal desteğin iş doyumuna etkisi psikolojik dayanıklılık üzerinden gerçekleştiği söylenebilir.

Araştırma kapsamında ulaşılan bu sonuçlar literatür açısından değerli görülmektedir. Zira sosyal destek kaynaklarının iş arkadaşları ve hatta yöneticiler olması durumunda çalışanların iş doyumlarının artması sağlanabilecektir. İş doyumu bireysel bir kavram olmakla birlikte örgütler için birçok pozitif sonuç doğuracağından önemlidir ve çalışanların iş doyumunun arttırılması gerekmektedir. Ayrıca sosyal desteğin psikolojik dayanıklılığa ve psikolojik dayanıklılığında iş doyumuna olan etkisi araştırma kapsamında ulaşılan sonuç olduğundan örgütlerin çalışanlarına hem sosyal destek hem de psikolojik destek sağlaması önem arz etmektedir. Her çalışmada olduğu gibi bu çalışmanın da bazı kısıtları bulunmaktadır. Öncelikle çalışma nicel bir yöntem olan anket tekniğiyle yapıldığından katılımcıların gerçek düşüncelerini yansıtmamış olma ihtimalleri göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca dar bir bölgede ve nispeten az kişiyle yapılmış olması sonuçların genelleştirilemeyeceği anlamına gelebilir. Bu araştırmanın ardıllarının daha geniş bir örneklem ve çevrede araştırma yapmaları önerilmekle birlikte algılanan sosyal desteği etkileyen unsurlarında incelenmesi literatür açısından faydalı olabilecektir.

KAYNAKÇA

Abay Alyüz, S. B. (2020). Sosyal Desteğin Birey Yaşamında Önemi ve Sosyal Hizmet. *Talim*, *1*(4), 115-134. https://doi.org/10.37344/talim.2020.4

Acoba, E. F. (2024). Social support and mental health: The mediating role of perceived stress. *Frontiers in Psychology*, *15*, 1330720. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1330720

Akın, A., Turan, M. E., Sahranc, Ü., & Kaya Merve. (2014). *Kısa Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği Türkçe Formu*. 3. Sakarya'da Eğitim Araştırmaları Kongresi, Sakarya.

Aktan, B. Ş., & Önder, A. (2018). Okul öncesi dönemde psikolojik dayanıklılık. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, *4*(2), 20-30.

Alikaşifoğlu, M., & Ercan, O. (2009). Ergenlerde riskli davranışlar Çağrılı Editör. *Türk Pediatri Arşivi*, *44*(1), 1-6.

Aliyev, R., & Tunç, E. (2017). Ortaokul Öğrencilerinin Algılanan Sosyal Destek Düzeyi ve Benlik Algılarının İncelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *21*(2), 401-418.

Allen, K. (2002). Sardiovascular reactivity and the presence of pets, friends, and spouses: The truth about cats and dogs. *Psychosomatic Medicine*, *64*(5), 727-739. https://doi.org/10.1097/01.PSY.0000024236.11538.41

Arslan, Y. (2022). *Pandemi Döneminde Yaşlıların Yaşam Doyumlarının Değerlendirilmesi: Algılanan Sosyal Destek ve Yalnızlığın Rolü* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa.

Basım, N. H., & Çetin, F. (2011). Yetişkinler için psikolojik dayanıklılık ölçeği'nin güvenilirlik ve geçerlilik çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*, *22*(2), 104-114.

Botou, A., Mylonakou-Keke, I., Kalouri, O., & Tsergas, N. (2017). Primary school teachers' resilience during the economic crisis in greece. *Psychology*, *08*(01), 131-159. https://doi.org/10.4236/psych.2017.81009

Brief, A. P. (1998). *Attitudes in and around organizations*. SAGE Publ.

Bruhn, J. G., & Philips, B. U. (1984). Measuring social support: A synthesis of current approaches. *Journal of Behavioral Medicine*, *7*(2), 151-169. https://doi.org/10.1007/BF00845384

Chiaburu, D. S., & Harrison, D. A. (2008). Do peers make the place? Conceptual synthesis and meta-analysis of coworker effects on perceptions, attitudes, OCBs, and performance. *Journal of Applied Psychology*, *93*(5), 1082-1103. https://doi.org/10.1037/0021-9010.93.5.1082

Cobb, S. (1976). Social support as a moderator of life stress: *Psychosomatic medicine*, *38*(5), 300-314. https://doi.org/10.1097/00006842-197609000-00003

Cohen, S., & Wills, T. A. (1985). Stress, social support, and the buffering hypothesis. *Psychological Bulletin*, *98*(2), 310-357. https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.2.310

Collins, A. M., Hislop, D., & Cartwright, S. (2016). Social support in the workplace between teleworkers, office-based colleagues and supervisors. *New Technology, Work and Employment*, *31*(2), 161-175. https://doi.org/10.1111/ntwe.12065

Çam, O., & Büyükbayram, A. (2017). Hemşirelerde psikolojik dayanıklılık ve etkileyen faktörler. *Journal of Psychiatric Nursing*, *8*(12), 118-126. https://doi.org/10.14744/phd.2017.75436

Demaray, M. K., & Malecki, C. K. (2002). Critical levels of perceived social support associated with student adjustment. *School Psychology Quarterly*, *17*(3), 213-241. https://doi.org/10.1521/scpq.17.3.213.20883

Emhan, A., Kula, S., & Töngür, A. (2013). Yapısal eşitlik modeli kullanılarak yönetici desteği, örgütsel bağlılık, örgütsel performans ve tükenmişlik kavramları arasındaki ilişkilerin analizi: Kamu sektöründe bir uygulama. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *31*(1), Article 1. https://doi.org/10.17065/huniibf.103655

Fındıkçı, İ. (2006). *İnsan kaynakları yönetimi*. İstanbul: Alfa.

Fletcher, D., & Sarkar, M. (2013). Psychological resilience: A review and critique of definitions, concepts, and theory. *European Psychologist*, *18*(1), 12-23. https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000124

Ford, M. T., Heinen, B. A., & Langkamer, K. L. (2007). Work and family satisfaction and conflict: A meta-analysis of cross-domain relations. *Journal of Applied Psychology*, *92*(1), 57-80. https://doi.org/10.1037/0021-9010.92.1.57

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, *18*(1), 39-. https://doi.org/10.2307/3151312

Gariépy, G., Honkaniemi, H., & Quesnel-Vallée, A. (2016). Social support and protection from depression: Systematic review of current findings in Western countries. *British Journal of Psychiatry*, *209*(4), 284-293. https://doi.org/10.1192/bjp.bp.115.169094

Garmendia, P., Fernández-Salinero, S., Holgueras González, A. I., & Topa, G. (2023). Social support and ıts ımpact on job satisfaction and emotional exhaustion. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, *13*(12), 2827-2840. https://doi.org/10.3390/ejihpe13120195

Geuzinge, R., Visse, M., Duyndam, J., & Vermetten, E. (2020). Social embeddedness of firefighters, paramedics, specialized nurses, police officers, and military personnel: Systematic review in relation to the risk of traumatization. *Frontiers in Psychiatry*, *11*, 496663. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.496663

Gizir, C. A. (2007). Psikolojik sağlamlık, risk faktörleri ve koruyucu faktörler üzerine bir derleme çalışması. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi*, *3*(28), 113-128.

Güler, O., & Pekşen Süslü, D. (2022). Ergenlerde psikolojik dayanıklılık ile duygusal özerklik arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Edu 7: Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12*(14), 30-55.

Günlük, M., Özer, G., & Özcan, M. (2013). İş memnuniyetinin muhasebecilerin örgütsel bağlılık ve işten ayrılma eğilimleri üzerindeki etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, *9*(20), Article 20. https://doi.org/10.11122/ijmeb.2013.9.20.305

Hackman, J. R., & Oldham, G. R. (1975). Development of the job diagnostic survey. *Journal of Applied Psychology*, *60*(2), 159-170. https://doi.org/10.1037/h0076546

Harrawood, L. K., Doughty, E. A., & Wilde, B. (2011). Death education and attitudes of counselors-in-training toward death: An exploratory study. *Counseling and Values*, *56*(1-2), 83-95. https://doi.org/10.1002/j.2161-007X.2011.tb01033.x

Herzberg, F., Mausner, B., & Snyderman, B. B. (2017). *The motivation to work*. Routledge Taylor & Francis Group.

Kanbur, E., Kanbur, A., & ÖzdemiR, B. (2017). Psikolojik dayanıklılık ile örgütsel vatandaşlık davranışı arasındaki ilişkide iş doyumunun aracılık rolü: havacılık sektöründe bir araştırma. *İş ve İnsan Dergisi*. https://doi.org/10.18394/iid.321941

Kaya, M. D., Güzel, D., & Çubukçu, B. (2011). Ilıca şeker fabrikası çalışanlarının iş memnuniyeti, ergonomik çalışma koşulları ve iş stresi yönünden incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *25*(2), Article 2.

Kaya, M. E., Eken, F. O., & Ümmet, D. (2021). İçgörü ve bilişsel esnekliğin psikolojik dayanıklılık üzerindeki yordayıcı etkisinin incelenmesi. *Cyprus Turkish Journal of Psychiatry & Psychology*, *3*(1), 22-29. https://doi.org/10.35365/ctjpp.21.1.05

Kef, S. (1997). The personal networks and social supports of blind and visually ımpaired adolescents. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, *91*(3), 236-244. https://doi.org/10.1177/0145482X9709100309

Klijn, E. (2021). *Exploring the mediating role of gender* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Tilburg Unuversity.

Korkmaz, S., & Aktan, E. A. (2023). Yetişkinlerde algılanan sosyal destek düzeyinin problem çözme becerisi ve benlik saygısı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *10*(1), 51-62. https://doi.org/10.34086/rteusbe.1241732

Küçükkendirci, H., Batı, S., Gök, T., & Güler, Y. R. (2017). Sağlık Çalışanlarında İş Doyumu Düzeyinin Belirlenmesi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, *0*(17), 37-66.

Liu, A., Wang, W., & Wu, X. (2021). Self-compassion and posttraumatic growth mediate the relations between social support, prosocial behavior, and antisocial behavior among adolescents after the Ya'an earthquake. *European Journal of Psychotraumatology*, *12*(1), 1864949. https://doi.org/10.1080/20008198.2020.1864949

Liu, J., Rozelle, S., Xu, Q., Yu, N., & Zhou, T. (2019). Social engagement and elderly health in china: evidence from the china health and retirement longitudinal survey (CHARLS). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(2), 278. https://doi.org/10.3390/ijerph16020278

Luthar, S. S., Cicchetti, D., & Becker, B. (2000). The construct of resilience: A critical evaluation and guidelines for future work. *Child Development*, *71*(3), 543-562. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00164

Marcinkus, W. C., Whelan-Berry, K. S., & Gordon, J. R. (2007). The relationship of social support to the work-family balance and work outcomes of midlife women. *Women in Management Review*, *22*(2), 86-111. https://doi.org/10.1108/09649420710732060

Masten, A. S., & O'Connor, M. J. (1989). Vulnerability, stress, and resilience in the early development of a high risk child. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *28*(2), 274-278. https://doi.org/10.1097/00004583-198903000-00021

Moreland, J. J., Coxe, K. A., & Yang, J. (2018). Collegiate athletes' mental health services utilization: A systematic review of conceptualizations, operationalizations, facilitators, and barriers. *Journal of Sport and Health Science*, *7*(1), 58-69. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.04.009

Mumcu, A. (2025). Zorunlu örgütsel vatandaşlık davranışı, psikolojik dayanıklılık, iş ve yaşam tatmini ilişkisi: Bankacılık sektöründe bir araştırma. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *27*(1), 263-282.

Oksanen, T., Kouvonen, A., Vahtera, J., Virtanen, M., & Kivimäki, M. (2010). Prospective study of workplace social capital and depression: Are vertical and horizontal components equally important? *Journal of Epidemiology and Community Health*, *64*(8), 684-689. https://doi.org/10.1136/jech.2008.086074

Örücü, D. E., Kılıç, A. G. R., & Şimşir, S. (2010). Organizasyonlarda iş tatmini uygulamaları ve örgütsel bağlılığa etkisi üzerine bir araştırma. *Akademik Fener Dergisi*, *0*(13), 1-14.

Örücü, E., & Kanbur, A. (2008). Örgütsel-yönetsel motivasyon faktörlerinin çalışanların performans ve verimliliğine etkilerini incelemeye yönelik ampirik bir çalışma: Hizmet ve endüstri işletmesi örneği. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, *15*(1), 85-97.

Polatcı, S., & Tınaz, Z. D. (2020). Kişilik özelliklerinin psikolojik dayanıklılık üzerindeki etkisi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, *17*(36), 2890-2917. https://doi.org/10.26466/opus.827411

Randall, E. (2001). Existential therapy of panic disorder: A single system study. *Clinical Social Work Journal*, *29*(3), 259-267. https://doi.org/10.1023/A:1010459712685

Sakaray, R., & Yüceler Kaçmaz, H. (2024). Kanser ile ilişkili ostomisi olan bireylerde psikolojik dayanıklılık. *Sağlık Bilimleri ve Klinik Araştırmaları Dergisi*, *3*(3), 174-183. https://doi.org/10.5281/ZENODO.14576636

Sarason, I. G., Levine, H. M., Basham, R. B., & Sarason, B. R. (1983). Assessing social support: The Social Support Questionnaire. *Journal of Personality and Social Psychology*, *44*(1), 127-139. https://doi.org/10.1037/0022-3514.44.1.127

Smith, B. W., Dalen, J., Wiggins, K., Tooley, E., Christopher, P., & Bernard, J. (2008). The brief resilience scale: Assessing the ability to bounce back. *International Journal of Behavioral Medicine*, *15*(3), 194-200. https://doi.org/10.1080/10705500802222972

Somasundaram, R., & Devamani, K. (2016). A comparative study on resilience, perceived social support and hopelessness among cancer patients treated with curative and palliative care. *Indian Journal of Palliative Care*, *22*(2), 135. https://doi.org/10.4103/0973-1075.179606

Spector, P. E. (1985). Measurement of human service staff satisfaction: Development of the job satisfaction survey. *American Journal of Community Psychology*, *13*(6), 693-713. https://doi.org/10.1007/BF00929796

Spector, P. E. (1997). *Job satisfaction: Application, assessment, cause, and consequences*. Sage Publications.

Şenel, A. F., Tolan, Ö., & Ayna, Y. E. (2021). Algılanan sosyal destek ve dindarlık düzeyinin psikolojik semptomlar üzerindeki etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *22*(1), 711-743. https://doi.org/10.17679/inuefd.824003

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2019). *Using multivariate statistics* (Seventh edition). Pearson.

Tengku Mohd, T. A. M., Yunus, R. M., Hairi, F., Hairi, N. N., & Choo, W. Y. (2019). Social support and depression among community dwelling older adults in Asia: A systematic review. *BMJ Open*, *9*(7), e026667. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-026667

Thoits, P. A. (1985). Social Support and Psychological Well-Being: Theoretical Possibilities. İçinde I. G. Sarason & B. R. Sarason (Ed.), *Social Support: Theory, Research and Applications* (ss. 51-72). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5115-0_4

Tuncer, G., & Duru, M. N. (2011). İş doyumu denetimli serbestlik şubelerinde çalışan personel örneği. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, *3*(10), Article 10.

Turgut, Ö. (2015). *Ergenlerin psikolojik sağlamlık düzeylerinin, önemli yaşam olayları, algılanan sosyal destek ve okul bağlılığı açısından incelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Eskişehir Anadolu Üniversitesi.

Turgut, Ö., & Eraslan-Çapan, B. (2017). Ergen psikolojik sağlamlık düzeyinin yordayıcıları: Algılanan sosyal destek ve okul bağlılığı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *0*(44), 162-183.

Tümlü, G. Ü., & Recepoğlu, E. (2013). Üniversite akademik personelinin psikolojik dayanıklılık ve yaşam doyumu arasındaki ilişki. *Journal of Higher Education and Science*, *3*(3), 205-213.

Uçar, M. (2021). Tekstil sektöründe çalışan kadınların benlik saygısının psikolojik dayanıklılık düzeyleri üzerine etkisi. *Journal of humanities and tourism research (Online)*, *11*(11-1), 35-52. https://doi.org/10.14230/johut976

Uzunbacak, H. H., Erhan, T., & Karagöz, Ş. (2023). Psikolojik dayanıklılık ve iş tatmini arasındaki ilişkide öz-şefkatin ve içsel motivasyonun rolü. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, *26*(2), 267-282. https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.1233291

Vroom, V. H. (1995). *Work and motivation* (Facsim. ed.). Jossey-Bass publ.

Wang, G., Zhang, W., Chen, Q., & Zeng, R. (2018). How is negative affect associated with life satisfaction? The moderating role of online self-disclosure in China's context. *Personality and Individual Differences*, *135*, 60-66. https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.07.002

Wills, T. A. (1991). Social support and interpersonal relationships. İçinde M. S. Clark (Ed.), *Prosocial behavior* (ss. 265-289). SAGE Publications.

Yaycı, L. (2016). Lise öğrencilerinde aileden algılanan sosyal destek ile denetim odağı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *12*(3), 829-829. https://doi.org/10.17860/mersinefd.282383

Yıldırım, S., & Gürsu, O. (2021). Yetişkinlerde dindarlık ve psikolojik dayanıklılık ilişkisi. *Türk Akademik Araştırmalar Dergisi*, *6*(1), 26-54.

Zimet, G. D., Dahlem, N. W., Zimet, S. G., & Farley, G. K. (1988). The multidimensional scale of perceived social support. *Journal of Personality Assessment*, *52*(1), 30-41. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa5201_2

MUHASEBEDE DİJİTAL ARAÇLARIN KURUMSAL DEĞER KATKISI: TEKNOLOJİ, VERİ YÖNETİŞİMİ VE ETİK YOĞUNLUK İLİŞKİSİ

Prof. Dr., Rahmi YÜCEL[1] / Araş. Gör., Fatih EROĞLU[2]
[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İşletme Bölümü, yucel_r@ibu.edu.tr, 0000-0001-8601-921X
[2]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İşletme Bölümü, fatih.eroglu@ibu.edu.tr, 0000-0002-0285-8030

Özet

Dijitalleşme süreci, muhasebe mesleğini teknik bir dönüşümün ötesine taşıyarak veri güvenliği, yönetişim ve etik sorumluluk boyutlarını da içine alan bütüncül bir değişim alanına dönüştürmüştür. Bu çalışma, dijital araçların muhasebe süreçlerinde veri koruma ve yönetişim kapasitesi üzerindeki etkilerini açıklamak amacıyla "Teknoloji-Veri Yönetişimi Uyum Modeli (TVYUM)"i kuramsal bir çerçeve olarak önermektedir. Model, beş temel bileşenden oluşmaktadır: Teknoloji Uyum Baskısı (TUB), Veri Yönetişimi Kapasitesi (VYK), Düzenleyici Uyum Düzeyi (DUD), Mesleki Etik Yoğunluğu (MEY) ve Muhasebe Değer Katkısı (MDK). Çalışmada, dijitalleşme sürecinde bu değişkenlerin birbirini ardışık biçimde etkileyerek kurumsal değer üretimini belirlediği varsayılmaktadır. Model, uluslararası literatürdeki TOE, TRI, IS Success, kurumsal izomorfizm ve veri yönetişimi yaklaşımlarından; ayrıca KVKK, GDPR ve ISO/IEC 27001-27701 standartlarından kavramsal destek almaktadır. Elde edilen kuramsal çıkarımlar, dijital dönüşümün yalnızca teknolojik adaptasyonla sınırlı olmadığını; düzenleyici uyum, etik farkındalık ve yönetişim kapasitesi ile bütünleştiğinde sürdürülebilir değer yaratımına dönüştüğünü göstermektedir. Çalışma, muhasebede dijital araçların güvenli, şeffaf ve etik temelli kullanımına ilişkin hem akademik hem de uygulamalı düzeyde özgün bir katkı sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Dijitalleşme, veri yönetişimi, etik, muhasebe

CORPORATE VALUE CONTRIBUTION OF DIGITAL TOOLS IN ACCOUNTING: THE RELATIONSHIP OF TECHNOLOGY, DATA GOVERNANCE AND ETHICAL INTENSITY

Abstract

The digitalization process has transformed the accounting profession beyond a technical transformation into a holistic field of change encompassing data security, governance, and ethical responsibility. This study proposes the "Technology-Data Governance Alignment Model (TAGAM)" as a theoretical framework to explain the impact of digital tools on data protection and governance capacity in accounting processes. The model consists of five core components: Technology Adoption Pressure (TAP), Data Governance Capacity (DGC), Regulatory Compliance Level (RGB), Professional Ethics Intensity (PIE), and Accounting Value Contribution (AVC). The study assumes that these variables interact sequentially during the digitalization process to determine corporate value creation. The model draws conceptual support from the TOE, TRI, IS Success, institutional isomorphism, and data governance approaches in the international literature, as well as from the KVKK, GDPR, and ISO/IEC 27001-27701 standards. The theoretical implications obtained demonstrate that digital transformation is not limited to technological adaptation; it translates into sustainable value creation when integrated with regulatory compliance, ethical awareness, and governance capacity. The study offers an original contribution, both academically and practically, regarding the safe, transparent, and ethical use of digital tools in accounting.

Keywords: Digitalization, data governance, ethics, accounting

1. GİRİŞ

Dijital dönüşüm süreci, muhasebe mesleğini köklü biçimde yeniden şekillendiren bir paradigma değişimini beraberinde getirmiştir. Yapay zekâ, makine öğrenmesi, blokzincir, robotik süreç otomasyonu (RPA) ve büyük veri analitiği gibi teknolojiler, muhasebenin yalnızca veri kaydı ve raporlamaya dayalı yapısından uzaklaşarak stratejik bilgi üretimi, tahminleme ve karar destek süreçlerine yönelmesine neden olmuştur (Karcıoglu ve Binici, 2023; Yoon, 2020). Bu dönüşüm, denetimden yönetim muhasebesine, adli muhasebeden finansal raporlamaya kadar tüm alt dallarda bilgi üretim biçimini yeniden tanımlamaktadır.

Teknolojik araçların yaygınlaşması, aynı zamanda veri güvenliği, gizlilik ve etik sorumluluklar bakımından yeni risk alanlarını gündeme getirmiştir (Daoud, 2023; Jejeniwa vd., 2024). Finansal bilgilerin büyük ölçekte dijital ortamda işlenmesi, siber güvenlik açıklarını ve veri bütünlüğü sorunlarını artırırken; regülasyonların (KVKK ve GDPR) sıkılaşması, işletmelerin teknolojiye uyum sürecini yalnızca verimlilik ekseninde değil, aynı zamanda yönetişim ve etik sorumluluk perspektifinden de ele almalarını zorunlu kılmaktadır.

Bu bağlamda, çalışmanın temel amacı, dijital araçların muhasebe süreçlerinde veri koruma ve yönetişim kapasitesi üzerindeki etkilerini açıklamak ve bu etkileşimi teorik bir çerçeve içinde modellemektir. Çalışmada önerilen "Teknoloji–Veri Yönetişimi Uyum Modeli (TVYUM)", teknolojik uyum baskısı, veri yönetişimi kapasitesi, düzenleyici uyum düzeyi, mesleki etik yoğunluğu ve muhasebe değer katkısı değişkenleri üzerinden kuramsal bir bütünlük oluşturmayı hedeflemektedir. Model, dijitalleşme sürecinde muhasebe sistemlerinin yalnızca teknik değil, aynı zamanda yönetsel, etik ve kurumsal boyutlarıyla da değerlendirilmesi gerektiği varsayımına dayanmaktadır.

Bu çalışma, kuramsal bir öneri niteliğinde olup, ilerleyen araştırmalara ampirik doğrulama zemini sunmayı amaçlamaktadır. Böylece muhasebede dijital araçların sadece "teknik yenilik" olarak değil, veri yönetişimi, etik farkındalık ve kurumsal değer üretimiyle ilişkili çok boyutlu bir dönüşüm olarak ele alınması hedeflenmektedir.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Dijitalleşme ve Muhasebe Mesleğinin Dönüşümü

Son yıllarda yapay zekâ (AI), makine öğrenmesi (ML) ve büyük veri analitiği, muhasebe süreçlerinin doğasını derinlemesine etkilemiştir. Uluslararası literatürde bu teknolojilerin, denetim süreçlerinde anomali tespiti, örneklem dışı analiz ve sürekli denetim uygulamaları yoluyla doğruluk ve verimliliği artırdığı sıklıkla vurgulanmaktadır (Karcıoglu ve Binici, 2023; Osedahunsi, 2024). Yönetim muhasebesinde ise büyük veri analitiği, maliyet ve talep tahminlerinin doğruluğunu artırarak stratejik planlama süreçlerine yeni bir içgörü düzeyi kazandırmıştır (Abbas, 2025). Benzer şekilde, blokzincir tabanlı kayıt sistemlerinin şeffaflık ve

değiştirilemezlik özellikleri, finansal doğrulama süreçlerinde güvenin yeniden inşasında önemli bir araç hâline gelmiştir.

Yerli yazında da benzer bir eğilim gözlenmektedir. Özdemir (2025), Türkiye'de muhasebe ve denetim alanındaki dijitalleşmeye yönelik akademik ilginin arttığını belirtirken; Kaya ve arkadaşları (2019), yapay zekâ ve RPA uygulamalarının operasyonel hataları azalttığını ve süreç hızını artırdığını ifade etmektedir. Bu bulgular, dijital araçların yalnızca maliyet ve hız avantajı sağlamakla kalmayıp, bilgi kalitesi ve karar destek mekanizmalarının etkinliğini de güçlendirdiğini göstermektedir.

Ancak dijital dönüşüm beraberinde yeni sorumluluk alanlarını da getirmiştir. Bu bağlamda dijitalleşme süreci, muhasebe mesleğini veri bütünlüğünün korunması, algoritmik önyargıların önlenmesi, siber güvenlik tehditlerine karşı direnç geliştirilmesi ve etik ilkelerin dijital ortama uyarlanması gibi alanlarda yeni normatif çerçeveler ve genişletilmiş sorumluluklarla karşı karşıya bırakmıştır (Daoud, 2023; Jejeniwa vd., 2024; Pabel ve Akther, 2025). Dolayısıyla dijitalleşme, sadece teknik bir uyum süreci değil, aynı zamanda etik, düzenleyici ve yönetişimsel bir yeniden yapılanmadır.

2.2. Veri Yönetişimi ve Muhasebe Bağlamı

Veri yönetişimi, örgütlerin bilgi varlıklarını etkin, güvenli ve etik biçimde yönetmesini sağlayan politika, süreç ve araçların bütünüdür (Khatri ve Brown, 2010). ISO/IEC 27001 ve 27701 standartları, bilgi güvenliği ve gizlilik yönetimi sistemlerine ilişkin küresel çerçeveyi oluştururken; Türkiye'de Kişisel Verileri Koruma Kanunu (KVKK) ve Kişisel Veri Güvenliği Rehberi, teknik ve idari tedbirlerin uygulanmasına yönelik ayrıntılı düzenlemeler getirmiştir. Bu çerçeveler, muhasebe meslek mensuplarının işlediği müşteri ve çalışan verilerinin korunmasında doğrudan rehberlik sağlar.

Veri yönetişimi kavramı, muhasebe alanında özellikle iki açıdan önem kazanmaktadır. Birincisi, finansal bilgilerin gizliliği ve bütünlüğü, işletme itibarı ve paydaş güveni açısından kritik önemdedir (Abrahams vd., 2023). İkincisi, veri analitiği ve dijital denetim araçlarının yaygınlaşmasıyla birlikte, veri kalitesi ve izlenebilirliğin yönetilmesi hem düzenleyici uyum hem de mesleki etik açısından yeni bir sorumluluk alanı yaratmıştır (Thanasas vd., 2025).

Bu doğrultuda veri yönetişimi, dijitalleşen muhasebe süreçlerinin yalnızca teknik güvenlik boyutunu değil, aynı zamanda kurumsal karar alma, hesap verebilirlik ve sürdürülebilirlik ilkeleriyle de bütünleştirilmelidir. Kurumsal yönetişimin bu alt bileşeni, muhasebede dijital araçların güvenilir biçimde kullanılmasının ön koşulu olarak kabul edilmelidir. Bu bağlamda, muhasebe profesyonellerinin dijital yetkinlikleri, sadece teknolojik araçları kullanma becerisiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda veri yönetişimi ilkelerini anlama ve uygulama yeteneğini de kapsamalıdır (Hasin vd., 2022).

3. TEKNOLOJİ–VERİ YÖNETİŞİMİ UYUM MODELİ (KURAMSAL TEMEL)

Dijitalleşen muhasebe süreçleri, teknolojik yeniliklerin yalnızca teknik değil, aynı zamanda yönetsel, düzenleyici ve etik bileşenlerle birlikte ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle önerilen Teknoloji–Veri Yönetişimi Uyum Modeli (TVYUM), örgütlerin dijital dönüşüm sürecinde teknolojiye adaptasyon düzeyleri ile veri yönetişimi kapasitesi arasındaki etkileşimi açıklamayı amaçlamaktadır. Model beş temel yapıdan oluşur: Teknoloji Uyum Baskısı (TUB), Veri Yönetişimi Kapasitesi (VYK), Düzenleyici Uyum Düzeyi (DUD), Mesleki Etik Yoğunluğu (MEY) ve Muhasebe Değer Katkısı (MDK). Bu yapılar, birbiriyle nedensel bir zincir ilişkisi içerisinde ele alınmaktadır.

3.1. Teknoloji Uyum Baskısı (TUB)

Teknoloji uyum baskısı, organizasyonların dijital teknolojileri benimsemelerini etkileyen harici ve dahili zorlayıcı etkenlerin bütünü olarak tanımlanabilir. Bu baskılar; rekabetçi çevre, müşteri beklentileri, yasal düzenlemeler, iç verimlilik hedefleri ve sektörel normlardan kaynaklanabilir. Bu kapsamda, Tornatzky ve Fleischer (1990) tarafından geliştirilen TOE (Technology–Organization–Environment) çerçevesi, teknolojik yeniliklerin benimsenmesinde çevresel baskıların belirleyici rolünü açıklamaktadır (Baker, 2011; Hadwer vd., 2021). Kurumsal izomorfizm de benzer şekilde, örgüt davranışlarının zorlayıcı, normatif ve taklitçi baskılarla biçimlendiğini ortaya koymaktadır (DiMaggio ve Powell, 1983). Bu bağlamda, muhasebe sektöründeki dijitalleşme baskısı, işletmelerin teknoloji kullanımını ihtiyaçtan ziyade zorunlu hale getirmekte ve daha hızlı, doğru ve verimli bilgi işlemeyi gerektirmektedir (Ömürbek vd., 2023).

Muhasebe alanında bu baskılar, özellikle dijital denetim araçlarının, yapay zekâ destekli analizlerin ve robotik süreç otomasyonlarının (RPA) hızlı biçimde yaygınlaşmasına yol açmaktadır. Profesyonel meslek mensupları hem düzenleyici kurumların hem de müşterilerin teknolojik adaptasyon talepleriyle karşı karşıyadır. Bu durum, bireysel teknoloji hazır olma düzeyiyle de yakından ilişkilidir. Bununla ilgili olarak Parasuman (2000) tarafından geliştirilen Technology Readiness Index (TRI) modeli, bireylerin teknolojiye yönelik iyimserlik, yenilikçilik, rahatsızlık ve güvensizlik gibi boyutlarını ölçerek bu süreci açıklamaktadır. Muhasebe mesleğinde yüksek düzeyde teknolojiye hazır olma, dijital araçların benimsenmesini hızlandırmakta; düşük düzeyde hazır olma ise direnç ve gecikmeye yol açmaktadır.

Özetle, teknoloji uyum baskısı, örgütsel dijitalleşmenin temel itici gücü olarak, veri yönetişimi kapasitesinin geliştirilmesi için vazgeçilmez bir ön koşul niteliğindedir. Kurumsal düzeyde güçlü bir teknoloji baskısı, veri güvenliği politikalarının da hızla olgunlaşmasını teşvik etmektedir.

3.2. Veri Yönetişimi Kapasitesi (VYK)

Veri yönetişimi kapasitesi, örgütlerin bilgi varlıklarını güvenli, tutarlı ve etik biçimde yönetme yetkinliğini ifade eder. Khatri ve Brown (2010), veri yönetişimini karar hakları, politika ve standartların bütünleşik bir yapısı olarak tanımlamıştır. ISO/IEC 27001:2022 standardı, bilgi güvenliği yönetim sistemlerinin gerekliliklerini; ISO/IEC 27701:2019 ise gizlilik yönetimi sistemlerine ilişkin özel gereksinimleri belirler. Bu çerçeveler, muhasebe bilgi sistemlerinin güvenliğini sağlamak için evrensel referans noktalarıdır.

Türkiye bağlamında Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) ve Kişisel Veri Güvenliği Rehberi, muhasebe firmalarının erişim kontrolü, saklama–imha süreçleri ve veri ihlal yönetimi konularında uyması gereken teknik ve idari tedbirleri ayrıntılı biçimde düzenlemiştir. Bu nedenle veri yönetişimi, sadece bilgi teknolojisi birimlerinin sorumluluğunda değil, aynı zamanda meslek mensuplarının günlük uygulamalarında içselleştirilmesi gereken bir olgunluk alanıdır.

Yüksek veri yönetişimi kapasitesine sahip kurumlar, hem düzenleyici gereklilikleri daha etkin karşılamakta hem de müşterilerine güven temelli bir hizmet sunmaktadır (Abraham vd., 2019; Gregory, 2011; Labadie ve Legner, 2022). Muhasebe açısından bu durum, şeffaflık, denetlenebilirlik ve bilgi kalitesi unsurlarının güçlenmesi anlamına gelmektedir.

3.3. Düzenleyici Uyum Düzeyi (DUD)

Dijitalleşme süreci, muhasebe kurumlarını yalnızca teknolojik yeniliklere değil, aynı zamanda artan düzenleyici yükümlülüklere de uyum sağlamaya zorlamaktadır. Avrupa Birliği'nin Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR, 2016/679) ve Türkiye'nin KVKK (6698) sayılı kanunu, kişisel verilerin işlenmesinde şeffaflık, veri minimizasyonu, hukuka uygunluk ve saklama süresi ilkelerini zorunlu kılmıştır. Bu ilkeler, muhasebe bilgi sistemlerinin tasarımını doğrudan etkilemektedir.

Denetim süreçlerinde yapay zekâ, veri analitiği ve otomasyon araçlarının kullanımına ilişkin rehberlik sağlayan IAASB (2024) tarafından yayımlanan Technology Position Statement: 8 Guiding Actions belgesinde, teknoloji kullanımında veri bütünlüğü, denetim izi ve açıklanabilirlik ilkeleri vurgulanmıştır. Bu yaklaşım, düzenleyici uyumun sadece yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda denetim kalitesi ve mesleki güvenilirliğin bir göstergesi olduğunu ortaya koyar (Açık Taşar ve Erkuş, 2022; Thanasas vd., 2025).

Dolayısıyla düzenleyici uyum düzeyi, dijital araçların kullanımında güvenlik, açıklanabilirlik ve hesap verebilirlik kriterlerinin karşılanmasını temsil eder. Yüksek DUD, veri yönetişimi kapasitesinin etkin biçimde işlemesini ve kurumsal itibarın korunmasını sağlar.

3.4. Mesleki Etik Yoğunluğu (MEY)

Teknolojik dönüşüm, muhasebe mesleğinde etik karar alma süreçlerinin doğasını da dönüştürmektedir. Dijital araçların artan otonomisi, veri manipülasyonu, algoritmik önyargılar ve gizlilik ihlalleri gibi yeni etik ikilemleri beraberinde getirmiştir (Bai vd., 2024; Daoud, 2023). Bu nedenle mesleki etik yoğunluğu, dijital ortamda etik ilkelere bağlılık düzeyini ifade eden bir kavram olarak tanımlanabilir. Muhasebe meslek mensuplarının bu bağlamda etik ikilemler karşısında doğru karar verebilmesi ve teknoloji kaynaklı riskleri yönetebilmesi için etik farkındalık ve bilgi birikimlerinin artırılması önem arz etmektedir (Yenisu ve Tanç, 2021).

Türkiye'de TÜRMOB Etik Kuralları (IFAC uyumlu) meslek mensuplarının dürüstlük, tarafsızlık, mesleki yeterlilik, gizlilik ve mesleğe uygun davranış ilkelerine uymalarını zorunlu kılar. Ancak dijitalleşme sürecinde bu ilkelerin uygulanabilirliği yeni sınamalarla karşılaşmaktadır. Örneğin;

- Yapay zekâ destekli denetim araçlarında algoritmik kararların etik sorumluluğu kime aittir? ya da
- Müşteri verilerini bulut tabanlı platformlarda depolamak mesleki gizlilik ilkesini nasıl etkiler?

Bu sorular, etik yoğunluğun yalnızca bireysel farkındalıkla değil, aynı zamanda kurumsal politika ve eğitimlerle desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Etik kültürü güçlü olan kurumlarda dijital araçların güvenilir kullanımı artmakta, veri yönetişimi süreçleri daha sağlam bir zemine oturmaktadır.

3.5. Muhasebe Değer Katkısı (MDK)

DeLone ve McLean'in (2003) güncellenmiş modeli, bilgi kalitesi (doğruluk, tamlık, ilgili olma), sistem kalitesi (güvenilirlik, kullanılabilirlik, entegrasyon) ve hizmet kalitesinin (destek, yanıt verebilirlik) kullanıcı memnuniyeti ile kullanım niyeti üzerinde etkili olduğunu; bu ara değişkenler aracılığıyla kurumsal düzeyde "net fayda" ürettiğini ortaya koyar. Muhasebe alanına uyarlandığında "net fayda", finansal raporların karar yararlılığı ve zamanlılığındaki artış, iç kontrol ve denetim izinin güçlenmesi, raporlama hatalarının azalması ve paydaş güveninin yükselmesi şeklinde somutlaşır. Böylece dijital muhasebe araçlarının katkısı, salt işlem verimliliği değil, bilgi kalitesi ve hesap verebilirliğin sistematik olarak iyileştirilmesi biçiminde değerlendirilebilir. Bunlardan yola çıkarak modelin nihai çıktısı olan muhasebe değer katkısı, dijital araçların ve veri yönetişimi uygulamalarının kuruma sağladığı toplam fayda olarak tanımlanabilir.

Büyük veri ve yapay zekâ uygulamaları, muhasebede tahminsel analiz, hata tespiti ve sürekli denetim mekanizmaları yoluyla işletmelere stratejik avantaj sağlamaktadır (Artene vd., 2024; Erkan ve Yılmazcan, 2023; Faccia ve Petratos, 2024; Yılmaz vd., 2017). Bu dönüşüm, muhasebe fonksiyonunu "kayıt tutma"dan "değer yaratma" aşamasına taşımaktadır.

Dolayısıyla muhasebe değer katkısı, modelin bütün bileşenlerinin etkileşimi sonucunda ortaya çıkar. Teknoloji uyum baskısı veri yönetişimini, yönetişim kapasitesi düzenleyici uyumu, uyum düzeyi etik farkındalığı, etik

farkındalık ise mesleki değeri ve güveni güçlendirir. Bu zincir, dijitalleşen muhasebenin sürdürülebilir bir şekilde değer üretmesini mümkün kılar. Bu bütünleşmiş model, muhasebe profesyonellerinin sadece teknolojik yetkinliklerini artırmalarını değil, aynı zamanda etik duruşlarını ve veri yönetimi stratejilerini de sürekli geliştirmelerini gerektirir (Büyükarıkan, 2021; Rosha, 2021).

4. KURAMSAL MODEL VE ÖNERİLER

Önerilen Teknoloji-Veri Yönetişimi Uyum Modeli (TVYUM), muhasebede dijital araçların benimsenmesi sürecinde teknoloji, veri yönetişimi, düzenleyici çerçeve ve etik faktörler arasındaki bütünsel ilişkiyi açıklamaktadır. Modelin varsayımı, dijitalleşmenin yalnızca teknolojik bir uyum değil; kurumsal değer, etik sorumluluk ve düzenleyici uyum arasındaki etkileşimli bir denge süreci olduğudur.

4.1. Modelin Yapısı ve İlişkiler

Daha önceki bölümlerde sunulan açıklamalar ışığında, modeldeki ilişkiler aşağıdaki şekilde kavramsallaştırılabilir:

1. TUB → VYK:
   Dışsal teknoloji baskısı, örgütleri dijital araçları benimsemeye zorlamakta; bu durum veri yönetişimi politikalarının ve altyapısının güçlenmesini teşvik etmektedir. Rekabet ve regülasyon kaynaklı baskılar, veri güvenliği sistemlerinin olgunluk düzeyini artırır.
2. VYK → DUD:
   Yüksek veri yönetişimi kapasitesine sahip kurumlar, KVKK ve GDPR gibi yasal düzenlemelere daha hızlı uyum sağlamaktadır. ISO/IEC 27001 ve 27701 gibi standartlara dayalı yönetişim yapıları, düzenleyici gerekliliklerin yerine getirilmesinde kurumsal kolaylık sağlar.
3. DUD → MEY:
   Düzenleyici uyum düzeyi yükseldikçe, meslek mensuplarının etik farkındalığı da artar. Etik ilkeler, yalnızca bireysel davranış kuralları değil; aynı zamanda uyum sistemlerinin bir parçası hâline gelir. Bu bağlamda, regülasyonlar etik kültürü kurumsallaştırıcı bir etkiye sahiptir.
4. MEY → MDK:
   Etik yoğunluğu yüksek olan kurumlarda, dijital araçlar güvenilir biçimde kullanılmakta ve muhasebe süreçleri kurumsal değeri artırmaktadır. Bu ilişki, dijitalleşmenin yalnızca hız ve verimlilik değil, aynı zamanda güven ve itibar kazandırdığını ortaya koyar.

Bu ilişkiler, bir zincirleme reaksiyon şeklinde birbirini tamamlayarak bütünsel bir yapı oluşturmaktadır: Teknoloji baskısı dijitalleşmeyi başlatır → veri yönetişimi kurumsal altyapıyı oluşturur → düzenleyici uyum

güvenlik ve hesap verebilirliği sağlar → etik yoğunluk mesleki sorumluluk bilincini artırır → sonuçta muhasebe değer katkısı yükselir.

4.2. Kuramsal Öneriler

Bu yapısal model temelinde şu kuramsal çıkarımlar önerilebilir:

1. Teknoloji uyum baskısı, veri yönetişimi kapasitesini pozitif yönde etkiler.
2. Veri yönetişimi kapasitesi, düzenleyici uyum düzeyini artırır.
3. Düzenleyici uyum düzeyi, mesleki etik yoğunluğunu güçlendirir.
4. Mesleki etik yoğunluğu, muhasebe değer katkısını artırır.
5. Veri yönetişimi kapasitesi ve düzenleyici uyum, birlikte muhasebe değer katkısının dolaylı belirleyicileridir.

Bu öneriler, gelecekteki ampirik çalışmalara yönelik test edilebilir hipotezler olarak formüle edilebilir. Özellikle Serbest Muhasebeci Mali Müşavirler ve Yeminli Mali Müşavirler üzerinde yapılacak saha araştırmalarıyla bu modelin yapısal geçerliliği test edilebilir. Ayrıca, veri yönetişimi olgunluk düzeyinin kurumsal finansal performans göstergeleriyle olan ilişkisi de incelenebilir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Dijitalleşme, muhasebe mesleğini yalnızca teknik araçlarla değil, aynı zamanda etik, düzenleyici ve yönetişimsel boyutlarla yeniden tanımlamaktadır. Bu çalışma, dijital araçların muhasebe süreçlerinde değer yaratma potansiyelini açıklamak amacıyla "Teknoloji–Veri Yönetişimi Uyum Modeli"ni kuramsal olarak önermektedir.

Modelin temel önermesi, dijitalleşmenin sürdürülebilir olabilmesi için teknolojik adaptasyonun veri yönetişimi, düzenleyici uyum ve etik yoğunluk ile ele alınması gerektiğidir. Bu bütünlük sağlanmadığında dijitalleşme, sadece "otomasyon" düzeyinde kalmakta ve bilgi güvenliği risklerini artırmaktadır. Ayrıca, yetersiz teknolojik uyum ve ilgili becerilerin eksikliği, muhasebe profesyonellerinin stratejik danışmanlık rollerine geçişini engelleyerek sadece veri işlemcisi olarak kalmalarına neden olabilmektedir (Fetzer vd., 2023; Shaleh, 2024).

Akademik katkı açısından, çalışma muhasebe literatürüne üç yönlü yenilik getirmektedir:

1. Dijitalleşme sürecini yalnızca teknoloji perspektifinden değil, yönetişim ve etik eksenleriyle birlikte değerlendirmektedir.
2. Veri yönetişimi kapasitesini düzenleyici uyum ve etik yoğunluğu arasında aracı bir değişken olarak kavramsallaştırmaktadır.
3. Muhasebede dijital araçların "değer katkısı"nı ölçülebilir bir sonuç değişkeni olarak tanımlamaktadır.

Pratik açıdan ise, model meslek mensuplarına, düzenleyici kurumlara ve akademisyenlere yeni bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır. SMMM ve YMM'ler açısından dijital araçların güvenli, etik ve uyumlu biçimde kullanımı mesleki itibarı güçlendirecektir. Düzenleyici otoriteler açısından ise bu model, dijitalleşen meslek alanlarında risk odaklı denetim yaklaşımlarının ve eğitim stratejilerinin geliştirilmesine bilimsel bir temel sunabilir.

Sonuç olarak, muhasebe mesleğinin dijital geleceği, yalnızca teknolojik yeniliklerle değil, bu yeniliklerin etik ve yönetişimsel bütünlüğüyle şekillenecektir. TVYUM, bu geçişi kavramsal düzeyde açıklayan bir çerçeve sunarak hem akademik hem de mesleki literatürde yeni bir tartışma alanı açmayı hedeflemektedir.

KAYNAKLAR

Abbas, K. (2025). Management Accounting and Artificial Intelligence: A Comprehensive Literature Review and Recommendations for Future Research. The British Accounting Review, 101551. https://doi.org/10.1016/j.bar.2025.101551

Abraham, R., Schneider, J., & Vom Brocke, J. (2019). Data governance: A conceptual framework, structured review, and research agenda. International journal of information management, 49, 424-438. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.07.008

Abrahams, T. O., Ewuga, S. K., Kaggwa, S., Uwaoma, P. U., Hassan, A. O., & Dawodu, S. O. (2023). Review of strategic alignment: Accounting and cybersecurity for data confidentiality and financial security. World Journal of Advanced Research and Reviews, 20(3), 1743–1756. https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.20.3.2691

Açık Taşar, S., & Erkuş, H. (2022). The Adaptatıon Of Independent Audıt Professıon To The Dıgıtal Era. İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 11(2), 565-479. https://doi.org/10.54282/inijoss.1116491

Al Hadwer, A., Tavana, M., Gillis, D., & Rezania, D. (2021). A systematic review of organizational factors impacting cloud-based technology adoption using technology-organization-environment framework. Internet of Things, 15, 100407. https://doi.org/10.1016/j.iot.2021.100407

Artene, A. E., Domil, A. E., & Ivaşcu, L. (2024). Unlocking business value: Integrating AI-driven decision-making in financial reporting systems. *Electronics, 13*, 3069. https://doi.org/10.3390/electronics13153069

Bai, M., Zhang, H., Zhang, J., Jiang, Y., & Xu, J. (2025). Challenging or threatening? The double-edged sword effect of intelligent technology awareness on accountants' unethical decision-making. *Journal of Business Ethics*, *197*(1), 159-175. https://doi.org/10.1007/s10551-024-05768-y

Baker, J. (2011). The technology–organization–environment framework. *Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society, Vol. 1*, 231-245. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6108-2_12

Büyükarıkan, U. (2021). Teknolojik Gelişmelerin Muhasebe Mesleği Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (52), 269-288. https://dergipark.org.tr/en/pub/yyusbed/issue/63566/962277

Daoud, I. B. (2023). Ethical considerations in the era of digitalization: A closer look at the accounting profession. *Iris Journal of Economics & Business Management, 1*(4), Article IJEBM.MS.ID.000517. https://doi.org/10.33552/IJEBM.2023.01.000517

DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update. *Journal of management information systems*, *19*(4), 9-30.

DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. *American Sociological Review*, *48*(2), 147–160. https://doi.org/10.2307/2095101

Erkan, M., & Yılmazcan, O. (2023). Muhasebede yapay zekânın etkisi. *Eklektik Sosyal Bilimler Dergisi*, *1*(2), 267-286.

European Parliament & Council of the European Union. (2016). Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data (General Data Protection Regulation). Official Journal of the European Union, L 119, 1–88. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj

Faccia, A., & Petratos, P. (2024, May). Big Data Applications in Accounting Information Systems. In *Proceedings of the 2024 9th International Conference on Big Data and Computing* (pp. 1-7). https://doi.org/10.1145/3695220.3695223

Fetzer, T. H., Gibson, Y. S., & Kuhn, J. R. (2023). Technological transformation of accounting–Need for firms to add technology training employee skill sets. *International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev.*, *8*(12), 3. https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i12.3858

Gregory, A. (2011). Data governance—Protecting and unleashing the value of your customer data assets. *Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice, 12*(3), 230–248. https://doi.org/10.1057/dddmp.2010.41

Hasin, H., Johari, Y. C., & Jamil, A. (2022). Accountant's Digital Technologies Competencies in The Digitalisation Era. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 12(10), 2641 – 2646. https://doi.org/10.6007/ijarbss/v12-i10/14894

International Auditing and Assurance Standards Board. (2024). Technology Position Statement: 8 guiding actions. IAASB / IFAC. https://www.iaasb.org/publications/technology-position-statement

International Organization for Standardization. (2019). ISO/IEC 27701:2019 - Security techniques Extension to ISO/IEC 27001 and ISO/IEC 27002 for privacy information management - Requirements and guidelines. Geneva, Switzerland: ISO.

International Organization for Standardization. (2022). ISO/IEC 27001:2022 - Information security, cybersecurity and privacy protection - Information security management systems - Requirements. Geneva, Switzerland: ISO.

Jejeniwa, T. O., Mhlongo, N. Z., & Jejeniwa, T. O. (2024). Social impact of automated accounting systems: a review: analyzing the societal and employment implications of the rapid digitization in the accounting industry. *Finance & Accounting Research Journal*, *6*(4), 684-706. https://doi.org/10.51594/farj.v6i4.1069

Karcıoglu, R. & Binici, F. Ö. (2023). Hesap Verebilirlik, Muhasebe ve Güvencede Blokzincir Teknolojisi ve Yapay Zeka'nın Gelişim Fırsatı ve Kullanımı. In: Güngör Karyağdı, N. (ed.), *Denetimde Yeni Trendler: Teori ve Uygulamalar 2* . Özgür Yayınları. DOI: https://doi.org/10.58830/ozgur.pub88.c349

Kaya, C. T., Turkyılmaz, M., & Bırol, B. (2019). RPA Teknolojilerinin Muhasebe Sistemleri Üzerindeki Etkisi. Muhasebe Ve Finansman Dergisi (82), 235-250. https://doi.org/10.25095/mufad.536083

Khatri, V., & Brown, C. V. (2010). Designing data governance. *Communications of the ACM*, *53*(1), 148-152. https://doi.org/10.1145/1629175.1629210

Kişisel Verileri Koruma Kurumu. (2018). Kişisel Veri Güvenliği Rehberi: Teknik ve idari tedbirler (ISBN: 978-975-19-6834-0). https://www.kvkk.gov.tr/yayinlar/veri_guvenligi_rehberi.pdf

Labadie, C., & Legner, C. (2023). Building data management capabilities to address data protection regulations: Learnings from EU-GDPR. *Journal of Information Technology*, *38*(1), 16-44. https://doi.org/10.1177/02683962221141456

Osedahunsi, B. O. (2024). AI and Big Data in Public Accounting: Revolutionizing Audit Processes and Financial Reporting. *INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH*, *5*(11), 5099-5113. https://doi.org/10.55248/gengpi.5.1124.3331

Ömürbek, V., Akçakanat, Ö., & Kılınç, Z. (2023). Muhasebe Mesleğinde E-Dönüşümün Muhasebe Meslek Mensuplarının Mutluluk ve İş Tatmini Seviyeleri Üzerine Etkisi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi, 7(1), 1-23. https://doi.org/10.31200/makuubd.1226881

Özdemir, N. (2025). Yapay Zekâ ve Dijitalleşmenin Muhasebe Ve Denetim Alanlarına Etkisi: Vosviewer Tekniği İle Bibliyometrik Analiz. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(2), 618-638. https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1577069

Pabel, A. S., & Akther, W. (2025). Navigating the ethical landscape: A systematic review of challenges in AI adoption within the accounting profession. *Available at SSRN 5280694*. https://doi.org/10.2139/ssrn.5280694

Parasuraman, A. (2000). Technology Readiness Index (Tri): A Multiple-Item Scale to Measure Readiness to Embrace New Technologies: A Multiple-Item Scale to Measure Readiness to Embrace New Technologies. *Journal of Service Research*, *2*(4), 307-320. https://doi.org/10.1177/109467050024001

Roša, A. (2021). Exploring the role of ethical issues in the context of digital transformation. *Trends Economics and Management*, *15*(38), 23-33. https://doi.org/10.13164/trends.2021.38.23

Shaleh, M. (2024). The Transformative Implications of Technology on Accounting Practices. *Advances in Management & Financial Reporting*, *2*(2), 98–109. https://doi.org/10.60079/amfr.v2i2.278

Thanasas, G. , Kampiotis, G. and Karkantzou, A. (2025) Enhancing Transparency and Efficiency in Auditing and Regulatory Compliance with Disruptive Technologies. *Theoretical Economics Letters*, 15, 214-233. https://doi.org/10.4236/tel.2025.151013

Türkiye Cumhuriyeti. (2016). 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (Resmî Gazete, 7 Nisan 2016, 29677).

Yenisu, E., & Tanç, A. (2021). Muhasebe mesleğinde etik ilkelerin incelenmesi: Etik davranış üzerine bir model önerisi. Erciyes Akademi, 35(3), 1303-1323. https://doi.org/10.48070/erciyesakademi.972432

Yılmaz, B., Bülbül, S. ve Atik, M. (2017). Büyük Verinin (Big Data) Muhasebe Üzerindeki Etkisi ve Muhasebeye Sağladığı Katkıların İncelenmesi. Kara Harp Okulu Bilim Dergisi, 27(1), 79-112.

Yoon, S. (2020). A Study on the Transformation of Accounting Based on New Technologies: Evidence from Korea. *Sustainability*, *12*(20), 8669. https://doi.org/10.3390/su12208669

TEKNOLOJİK GELİŞMELERİN MUHASEBE DALLARINA ETKİLERİ

Prof. Dr., Rahmi YÜCEL[1] / Araş. Gör., Fatih EROĞLU[2]
[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İşletme Bölümü, yucel_r@ibu.edu.tr, 0000-0001-8601-921X
[2]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İşletme Bölümü, fatih.eroglu@ibu.edu.tr, 0000-0002-0285-8030

Özet

Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte, muhasebe alanı teknolojik araçların dönüştürücü etkisine en açık alanlardan biri haline gelmiştir. Yapay zekâ, büyük veri, robotik süreç otomasyonu, blokzincir ve nesnelerin interneti gibi ileri teknolojiler, muhasebenin çeşitli alt dallarında bilgi üretimi ve denetim süreçlerini temelden yeniden biçimlendirmektedir. Bu çalışmanın amacı, bahsi geçen teknolojik ilerlemelerin muhasebe alanları üzerindeki etkilerini teorik bir çerçevede incelemektir. Literatür taramasına dayalı olarak oluşturulan kavramsal model, "teknoloji türü- muhasebe dalı- etki mekanizması- beklenen sonuç- risk/engel" ekseninde yapılandırılmıştır. Elde edilen bulgular, teknolojik araçların denetim, yönetim, finansal ve adli muhasebe gibi farklı alanlarda doğruluk, hız ve güvenilirliği artırdığını, ancak aynı zamanda veri gizliliği, açıklanabilirlik ve etik meseleler gibi yeni risk alanları oluşturduğunu göstermektedir. Sonuç olarak bu çalışma, muhasebe meslek mensuplarının bu alanlardaki teknolojik okuryazarlık ve veri yönetişimi becerilerinin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Dijital dönüşüm, yapay zekâ, blokzincir, robotik süreç otomasyonu, büyük veri

THE EFFECTS OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS ON ACCOUNTING BRANCHES

Abstract

With the acceleration of digitalization, the field of accounting has become one of the areas most open to the transformative effects of technological tools. Advanced technologies such as artificial intelligence, big data, robotic process automation, blockchain, and the Internet of Things are fundamentally reshaping information generation and auditing processes across various subfields of accounting. The purpose of this study is to examine, within a theoretical framework, the impacts of these technological advancements on different branches of accounting. Based on an extensive literature review, the conceptual model is structured along the axis of “technology type- accounting branch- mechanism of effect- expected outcome- risk/barrier.” The findings indicate that technological tools enhance accuracy, speed, and reliability in auditing, management, financial, and forensic accounting, while simultaneously introducing new risk domains such as data privacy, explainability, and ethical concerns. Consequently, the study underscores the importance of improving accountants’ technological literacy and data governance competencies.

Keywords: Digital transformation, artificial intelligence, blockchain, robotic process automation, big data

1. GİRİŞ

Teknolojik dönüşüm, muhasebe disiplininin tarihsel gelişiminde belirleyici bir rol oynamıştır. Bilgi teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte muhasebe işlemlerinin otomasyonu, veri hacmindeki artış ve gerçek zamanlı raporlama imkânı, mesleğin doğasını kökten değiştirmiştir. Endüstri 4.0 paradigması altında şekillenen "Muhasebe 4.0" yaklaşımı, yalnızca finansal bilgi üretimini değil, karar alma, iç kontrol ve denetim süreçlerini de dönüştürmektedir. (Cordos ve Tiron-Tudor, 2023; Gonçalves vd., 2022; Günaydın ve Uzunoğlu, 2022; Tiron-Tudor vd., 2022). Bu çalışma, teknolojik yeniliklerin muhasebenin alt dalları üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak ele alarak alanyazına bütüncül bir bakış kazandırmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, yapay zekâ, büyük veri analizi, blokzincir ve bulut bilişim gibi teknolojiler, muhasebe süreçlerinde veri toplama, işleme ve raporlama metodolojilerini dönüştürerek muhasebe mesleğinin temel işlevlerini yeniden tanımlamaktadır (Bin-Nashwan vd., 2024) (Büyükarıkan, 2021a). Bu yenilikler, muhasebecilerin rutin ve zaman alıcı görevleri otomatikleştirerek, daha yüksek değerli danışmanlık ve analiz faaliyetlerine odaklanmasını sağlamaktadır (Bin-Nashwan vd., 2024). Bu dönüşüm, muhasebe meslek mensuplarının sürekli eğitimle yeni beceriler edinmesini ve bilgisayar mühendisleriyle iş birliği yaparak teknolojik süreçlerin entegrasyonunu sağlamasını zorunlu kılmaktadır (Büyükarıkan, 2021b; Sevim ve Yılmaz, 2024).

Bilgi teknolojilerinin muhasebe bilgi sistemine getirdiği yenilikler, iş süreçlerinin ve muhasebeleştirme faaliyetlerinin eş zamanlı izlenmesine olanak tanımış, özellikle e-defter, sanal depolama, eş zamanlı raporlama ve e-denetim gibi uygulamaların ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır (Büyükarıkan, 2021a). Bu gelişmeler, muhasebe meslek mensuplarının karmaşık işlemleri daha anlaşılır kılmalarına ve yeni beceriler edinerek kendilerini sürekli yenilemelerine olanak tanımıştır (Sevim ve Yılmaz, 2024). Muhasebe alanı ve mesleği, dijitalleşme ve yapay zekâ gibi teknolojik süreçlere uyum sağlayabilmek için yeniden yapılandırılmalı ve bu gelişmeler teorik eğitimin ötesinde uygulamalı yaklaşımlarla desteklenmelidir (Büyükarıkan, 2021b). Bu bağlamda, teknolojiye uyum sağlayabilen ve dijital yetkinliklere sahip muhasebe profesyonellerine olan ihtiyaç artmaktadır (Baysal Artık ve Arslan, 2024; Cordos ve Tiron-Tudor, 2023). Bu durum, muhasebe eğitim programlarının, temel muhasebe bilgilerinin yanı sıra bilişim teknolojileri ve hukuk gibi alanlarda da bilgi sahibi olmayı gerektiren multidisipliner bir yaklaşımı benimsemesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, muhasebe mesleği dinamik yapısını koruyarak Endüstri 4.0 ve sonrasındaki sanayileşme süreçlerinin getirdiği dijitalleşmeyle birlikte daha sofistike bir yapıya bürünmüştür (Günaydın ve Uzunoğlu, 2022).

Çağdaş araştırmalar, veri analizi, yapay zekâ, blokzincir, iş akışı otomasyonu ve iş birliğine dayalı dijital platformlar gibi yeniliklerin geleneksel muhasebe ve denetim uygulamalarını dönüştürdüğünü ortaya koymaktadır. Bu dönüşüm, muhasebe profesyonellerinin mevcut becerilerini korurken, yapay zekâ gibi

dönüştürücü teknolojilere katılmak için yeni yetenekler kazanmalarını zorunlu kılmaktadır (Fetzer vd., 2023). Bu kapsamda, muhasebe eğitiminde bir paradigma değişimi gerekmekte olup, öğrencilerin dijital dönüşüm koşullarına uyum sağlayabilecek karmaşık bilgi, beceri ve yetkinlikleri edinmeleri hedeflenmelidir (Nikolova, 2023). Bu bağlamda, muhasebe profesyonellerinin etik beceriler, dijital yetenekler, işletme bilgisi ve sosyal beceriler gibi dört temel kategori altında gruplandırılabilecek yetkinlik setlerini geliştirmesi kritik öneme sahiptir (Tsiligiris ve Bowyer, 2021). Bu beceriler arasında, yazılım ve temel programlama bilgisi, veri analizi, veri görselleştirme, veri güvenliği yönetimi ve ERP sistemleri uygulama bilgisi gibi teknik yetkinlikler yer alırken (Kutnjak vd., 2023), liderlik, iletişim, çatışma çözümü ve stratejik karar verme gibi sosyal yetkinlikler de önem arz etmektedir.

Nitekim, muhasebe meslek mensupları için dijital okuryazarlık, dijital teknolojiye hakimiyet ve programlama/kodlama yetenekleri günümüz itibarıyla bir gereklilik haline gelmiştir. Bu yetenekler, muhasebecilerin rutin görevlerden ziyade, katma değerli analitik faaliyetlere odaklanarak işletmeler için stratejik bir ortak haline gelmelerini sağlamaktadır. Bu bağlamda, muhasebe mesleğinin geleceği, dijital okuryazarlık, ileri düzey BT becerileri ve programlama gibi yetkinliklerin yanı sıra, istatistiksel ve teknik becerilerle donatılmış, piyasa taleplerine cevap verebilecek profesyonellerin yetiştirilmesine bağlıdır (Karaca ve Meriç, 2023; Cordos ve Tiron-Tudor, 2023).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu kısımda, teknolojik gelişmelerin muhasebenin alt dalları üzerindeki etkilerine dair güncel akademik literatür ayrıntılı bir şekilde gözden geçirilerek, mevcut boşluklar ve gelecekteki araştırma alanları tespit edilecektir.

Son yıllarda muhasebe ve denetim alanındaki teknolojik gelişmeler üzerine yapılan çalışmalar, özellikle yapay zekâ, blokzincir ve büyük veri analizlerinin muhasebe süreçlerine entegrasyonu konularına odaklanmıştır. Bu entegrasyon, muhasebe süreçlerinin otomasyonunu, verimliliğini ve güvenilirliğini artırarak geleneksel muhasebe uygulamalarını dönüştürmektedir (Pargmann vd., 2023).

Ulusal ve uluslararası literatürde yapay zekâ ve makine öğrenmesinin denetim sürecindeki anomali tespiti ile örneklem dışı (tüm popülasyona dayalı) analizlerde dönüştürücü bir etkinlik göstererek süreçlerin doğruluğunu ve verimliliğini artırdığı; büyük veri analitiğinin yönetim muhasebesinde derinlemesine içgörüler üreterek stratejik karar kalitesine kritik katkılar sağladığı; blokzincir tabanlı kayıt sistemlerinin ise finansal doğrulama kapasitesinde benzeri görülmemiş şeffaflık ve güvenlik sunduğu sıkça vurgulanmaktadır (Cai, 2019; Karcıoglu ve Binici, 2023; Osedahunsi, 2024). Yerli yazında Robotik Süreç Otomasyonu'nun (RPA) işlem akışlarını hızlandırarak operasyonel hata oranlarını düşürdüğü ve raporlamayı hızlandırdığı ortaya konulmuştur (Büyükarıkan, 2022; Erkan ve Yılmazcan, 2023; Güngör Karyağdı, 2023; Kaya vd., 2019). Ancak, mevcut

araştırmaların çoğu, belirli teknolojilere veya sınırlı uygulama alanlarına odaklanarak, bu teknolojilerin muhasebenin tüm alt dalları (denetim, yönetim/maliyet, finansal, adli, kamu ve sürdürülebilirlik raporlaması) üzerindeki sinerjik ve sistem düzeyindeki etkilerini göz ardı etmektedir. Bu çalışma, söz konusu eksikliği gidermeyi hedeflemekte olup, teknolojileri "teknoloji türü – muhasebe dalı – etki mekanizması – beklenen sonuç – risk/engel" ekseninde bütüncül ve sistematik bir yaklaşımla ilişkilendiren bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçeve, yapay zekâ/makine öğrenmesi, Robotik Süreç Otomasyonu, büyük veri analizi, blokzincir/akıllı sözleşmeler, Nesnelerin İnterneti/dronlar, bulut bilişim, XBRL/iXBRL, gizlilik artırıcı teknikler ve artırılmış gerçeklik/sanal gerçeklik (AR/VR) gibi çeşitli teknoloji gruplarının ilgili muhasebe alt dallarındaki kullanım alanlarını, etki mekanizmalarını ve potansiyel risklerini tek bir tabloda bütünsel bir biçimde sunmaktadır. Bu tablo, gelecekteki araştırmalar için önemli bir yol haritası sunmakta ve muhasebe mesleğinin teknolojik dönüşüm sürecinde karşılaştığı zorluklar ile fırsatları bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmeye olanak tanımaktadır.

Bu bütüncül yaklaşımın literatürdeki temelleri, hem uluslararası hem de ulusal düzeydeki seçkin çalışmalarla desteklenmektedir: denetimde yapay zekâ uygulamalarına ilişkin kapsamlı incelemeler (Almufadda ve Almezeini, 2021), üçlü kayıt ve blokzincir temelli finansal doğrulama tartışmaları (Cai, 2019; Sgantzos vd., 2023), yönetim/maliyet muhasebesinde büyük veri ve analitik yaklaşımlar (Abbas, 2025; Appelbaum vd., 2017; Osedahunsi, 2024), RPA'nın muhasebe süreçlerine etkileri (Büyükarıkan, 2022; Güngör Karyağdı, 2023; Kaya vd., 2019) ve XBRL/iXBRL ile karşılaştırılabilirlik ve şeffaflık artışı (Arsoy vd., 2018; Karabınar ve Yılmaz, 2012; Nofel vd., 2024) bu sentezin temel taşlarını oluşturmaktadır. Ek olarak, bulut bilişimin muhasebe bilgi sistemleri üzerindeki dönüşümsel etkileri, özellikle erişilebilirlik ve ölçeklenebilirlik açısından incelenmiştir (Meiryani vd., 2023; Shivarajappa, 2024). Son zamanlarda yapılan araştırmalar, bulut bilişim, yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi teknolojilerin entegrasyonunun, finansal raporlamanın etkinliğini ve doğruluğunu önemli ölçüde artırdığını göstermektedir (Shaleh, 2024).

3. YÖNTEM

Bu çalışma nitel bir kavramsal inceleme niteliğindedir. Yöntemsel olarak literatür taraması ve tematik içerik analizi yaklaşımı benimsenmiştir. Analiz çerçevesi, "teknoloji türü-muhasebe dalı-başlıca kullanım/örnek-etki mekanizması-beklenen sonuç-risk/engel" değişkenlerinden oluşmaktadır. Bu yapı, muhasebe literatüründe teknolojik etkilerin çok boyutlu incelenmesini mümkün kılarak farklı disiplinlerdeki bulguların sentezini sağlamaktadır

4. BULGULAR / KAVRAMSAL ANALİZ

Teknolojik gelişmelerin muhasebe dallarına etkileri, çalışma kapsamında geliştirilen kavramsal çerçeveye dayalı olarak Tablo 1'de özetlenmiştir. Bu çerçeve, her bir teknoloji türünün hangi muhasebe dalında kullanıldığını, hangi mekanizma aracılığıyla etkide bulunduğunu, bu etkinin beklenen sonuçlarını ve ortaya çıkabilecek temel risk veya engelleri karşılaştırmalı biçimde ortaya koymaktadır. Tablo, literatürde yer alan çeşitli ampirik ve teorik çalışmalardan (Almufadda ve Almezeini, 2021; Büyükarıkan, 2021a, 2022; Cai, 2019; Güngör Karyağdı, 2023; Karyağdı, 2022; Kaya vd., 2019) sentezlenen bulgulara dayanmaktadır.Tablo 1: Teknolojik Gelişmelerin Muhasebe Dallarına Etkileri

Teknoloji	Muhasebe Dalı	Başlıca Kullanım/Örnek	Etki Mekanizması	Beklenen Sonuç	Başlıca Risk/Engel
Yapay zekâ / Makine Öğrenmesi	Denetim	Anomali tespiti, tüm işlem popülasyonunun incelenmesi	Kanıt kapsamının genişlemesi, örneklemeden tüm veriye geçiş	Denetim kalitesinde ve hızında artış	Açıklanabilirlik sorunu, model önyargısı
	Yönetim Muhasebesi	Talep, maaş ve lojistik tahmini	Tahmin hatalarının azalması, bütçe doğruluğunun artması	Sapma analizinin daha güvenilir hale gelmesi	Hatalı veri kullanımı planlama hatalarına yol açabilir
	Adli Muhasebe	Örüntü madenciliği	Sahtecilik sinyallerinin artması	Dolandırıcılık yakalama oranının artması	Yanlış pozitifler, etik sorunlar
Robotik Süreç Otomasyonu (RPA)	Finansal Muhasebe	Mutabakat, kayıt aktarımı	Operasyonel hata oranının düşmesi	Zamanında raporlama, maliyetlerde azalma	Kırılgan ve katı süreçler
Büyük Veri Analitiği	Yönetim & Maliyet Muhasebesi	Ürün ve kanal kârlılığının mikro-segment analizi	Maliyet nesnelerinin daha ayrıntılı hale gelmesi	Stratejik kararların kalitesinde artış	Veri yönetişimi eksiklikleri
	Sürdürülebilirlik (ESG) Raporlaması	Performans verilerinin ölçümü	Veri bolluğu ve karşılaştırılabilirlik	Daha güvenilir ve kapsamlı raporlama	Standardizasyon eksiklikleri
Blokzincir / Akıllı Sözleşmeler	Finansal Muhasebe	Çifte veya üçlü kayıt sistemi, anlık kayıt	İzlenebilirlik ve teyit edilebilirlik	Hata ve manipülasyon risklerinde azalma	Hukuki statünün belirsizliği, ölçeklenebilirlik sorunları
	Denetim	Kanıtın doğrudan doğrulanması	Doğrulama maliyetlerinin düşmesi	Sürekli denetim olanaklarının artması	Zincir dışı verilerin denetim dışında kalması
	Kamu Muhasebesi	Harcama izlenebilirliği	Saydamlığın artması	Kamu maliyesinde şeffaflığın artması	Politik ve bürokratik direnç
	Adli Muhasebe	Dijital delil saklama	Zincirleme güvence sağlanması	Delil güvenilirliğinin	Hukuki kabul düzeyi sınırlı

				artması	olabilir
IoT / Dronlar	Maliyet Muhasebesi	Gerçek zamanlı tüketim ve atık ölçümü	Standart maliyetlerin güncel tutulması	Varyans analizlerinin isabetliliğinde artış	Sensörlerin doğruluk ve kalibrasyon sorunları
	Denetim	Stok ve varlık sayımı (uzaktan gözlem)	Gözlem kanıtının kalitesinde artış	Fiili doğrulamanın güçlenmesi	Fiziksel ve bilgi güvenliği riskleri
	Sürdürülebilirlik (ESG)	Enerji ve karbon emisyonlarının ölçümü	Çevresel verilerin nesnel şekilde elde edilmesi	Raporlamanın güvenilirliğinde artış	Verilerin doğrulanmasında zorluk
Bulut Bilişim	Tüm Dallar	Ölçeklenebilir muhasebe bilgi sistemleri, ortak veri gölleri	Erişilebilirlik ve zamanlılığın artması	KOBİ'ler dahil tüm işletmeler için erişim kolaylığı	KVKK/GDPR uyum sorunları, tedarikçi riski
XBRL / iXBRL	Finansal Raporlama	Makine tarafından okunabilir raporlar	Karşılaştırılabilirliğin artması	Analist kapsamının artması	Taksonomi uyumsuzluğu, öğrenme süreci maliyetleri
	Kamu Muhasebesi	Bütçe verilerinin standardizasyonu	Uyum ve şeffaflık	Kamu denetiminde etkinliğin artması	Uygulama sürecinde direnç
Gizlilik Artırıcı Teknolojiler	Denetim / Adli / Yönetim	Paydaşlar arasında güvenli analiz	Veri paylaşımının mümkün hale gelmesi	Uyum ve inovasyon kapasitesinde artış	Hesaplama maliyetleri ve teknik karmaşıklık
Artırılmış / Sanal Gerçeklik (AR/VR)	Denetim	Uzaktan envanter gözlemi	Kanıt elde etme kolaylığının artması	Coğrafi esneklik	Delil bütünlüğünün ispat zorluğu
	Yönetim Muhasebesi	Senaryo bazlı bütçeleme	Görselleştirme yoluyla analiz	Karar alma kalitesinde artış	Yüksek yatırım maliyetleri
Kuantum Bilişim (gelecekte)	Şifreleme / Optimizasyon	Şifreleme kırılganlıkları, portföy ve rota optimizasyonu	Çok yüksek hızda hesaplama kapasitesi	Risk yönetimi yöntemlerinde dönüşüm	Kuantum-dayanıklı kriptografi ihtiyacı

4.1. Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi

Tablo 1'de görüldüğü üzere, yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenmesi (ML) teknolojileri özellikle denetim, yönetim muhasebesi ve adli muhasebe alanlarında veri temelli karar süreçlerini derinleştiren araçlar olarak öne çıkmaktadır. Denetim alanında YZ, anomali tespiti ve örüntü analizi yoluyla örnekleme dayalı geleneksel yöntemleri aşarak tüm veri popülasyonunun incelenmesine olanak tanımaktadır. Bu durum, kanıt kapsamını genişletirken denetim kalitesini ve doğruluğunu da artırmaktadır (Almufadda ve Almezeini, 2021; Bakumenko ve Elragal, 2022; Karcıoglu ve Binici, 2023; Osedahunsi, 2024). Yönetim muhasebesinde ise makine öğrenmesi algoritmaları, talep tahmini, bütçeleme ve lojistik planlamada daha isabetli tahminler sunmakta; adli muhasebede sahtecilik tespiti için örüntü madenciliği uygulamaları geliştirilmektedir (Abbas, 2025; Barreto vd., 2025; Han vd., 2022; Jejeniwa vd., 2024). Bununla birlikte, model önyargısı, veri kalitesi ve algoritmik

açıklanabilirlik gibi etik sorunlar, bu teknolojilerin muhasebede sürdürülebilir kullanımında yeni düzenleyici ihtiyaçları gündeme getirmektedir.

4.2. Robotik Süreç Otomasyonu (RPA)

Tablo 1'de vurgulandığı üzere, RPA teknolojisi finansal muhasebe süreçlerinde tekrarlanan işlemleri otomatikleştirerek hem hata oranlarını azaltmakta hem de işlem hızını artırmaktadır. Özellikle mutabakat, veri aktarımı ve fatura eşleştirme gibi görevlerin otomatik yürütülmesi, zamanında raporlama ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır (Güngör Karyağdı, 2023; Kaya vd., 2019). Literatürde RPA'nın, finansal raporlama süreçlerinde hata payını insan müdahalesine kıyasla büyük oranda azalttığı yönünde bulgular mevcuttur (Bhardwaj vd., 2024; Kaya vd., 2019). Bununla birlikte, süreçlerin aşırı otomasyona bağımlı hale gelmesi, esneklik kaybı ve sistem kırılganlığı gibi riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle RPA'nın muhasebe bilgi sistemlerine entegrasyonu, insan-makine iş birliği prensipleri çerçevesinde dengelenmelidir.

4.3. Büyük Veri ve Analitik Yaklaşımlar

Tablo 1'de belirtildiği gibi büyük veri analitiği uygulamaları, yönetim ve maliyet muhasebesi süreçlerinde mikro-segment düzeyinde kârlılık analizleri ile performans ölçümlerinin daha etkin bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Büyük veri uygulamaları, finansal verilerin hacim, çeşitlilik ve hız bakımından artmasıyla birlikte stratejik karar kalitesini artıran içgörüler üretmektedir (Ibrahim vd., 2021; Thanasas ve Kampiotis, 2024). Yönetim muhasebesinde tahmine dayalı modeller, bütçeleme ve sapma analizlerinin doğruluğunu güçlendirirken; maliyet muhasebesinde maliyet nesnelerinin ayrıntı düzeyini artırmaktadır (Osedahunsi, 2024). Ancak veri yönetişimi eksiklikleri, veri gizliliği ve etik kullanım sınırları bu teknolojinin sürdürülebilirliğini sınırlayabilmektedir. Dolayısıyla büyük veri analitiği, muhasebe bilgi sistemlerinde sadece teknik bir araç değil, aynı zamanda yönetişimsel bir yapı olarak ele alınmalıdır.

4.4. Blokzincir ve Akıllı Sözleşmeler

Tablo 1'deki bulgular, blokzincir teknolojisinin finansal muhasebe, denetim ve kamu muhasebesi alanlarında şeffaflık ve izlenebilirliği artırarak bilgi güvenilirliğini güçlendirdiğini göstermektedir. Blokzincir tabanlı "üçlü kayıt sistemi" yaklaşımı hem işlem doğrulamasını hem de denetim kanıtlarının bütünlüğünü güçlendirir (Cai, 2019; Kılınç, 2020; Miller vd., 2018). Akıllı sözleşmelerin muhasebe kayıtlarıyla bütünleşmesi, işlemlerin otomatik olarak kaydedilmesini ve doğrulanmasını sağlar. Denetim açısından bu yapı, doğrulama maliyetlerinin düşmesini ve sürekli denetim olanaklarının artmasını mümkün kılar (Kılınç, 2020; Zheng vd., 2019). Ancak zincir dışı verilerin doğrulanabilirliği, hukuki statünün belirsizliği ve ölçeklenebilirlik sorunları, teknolojinin geniş ölçekli benimsenmesini sınırlayan faktörlerdir.

4.5. IoT ve Dronlar

Tablo 1'de yer alan bulgulara göre, nesnelerin interneti (IoT) ve dron teknolojileri özellikle maliyet muhasebesi ve denetim alanlarında ölçüm ve gözlem süreçlerinde devrim niteliğinde yenilikler sunmaktadır. Gerçek zamanlı sensör verileri, üretim süreçlerindeki enerji, atık ve kaynak tüketimini anlık olarak ölçmeye olanak tanır (Nofel vd., 2024; Sodkomkham vd., 2024). Bu sayede standart maliyetlerin güncelliği korunur ve varyans analizlerinin doğruluğu artar. Denetim boyutunda ise dronlar, stok ve varlık sayımında uzaktan gözlem yoluyla kanıt kalitesini artırmakta ve fiziksel doğrulama sürecine yeni bir boyut kazandırmaktadır (Appelbaum ve Nehmer, 2017). Bununla birlikte, veri güvenliği, sensör kalibrasyonu ve gizlilik gibi konular bu teknolojilerin yaygın kullanımında öncelikli risk alanlarını oluşturmaktadır.

4.6. Bulut Bilişim ve XBRL

Tablo 1'de görüldüğü gibi, bulut bilişim teknolojisi muhasebe bilgi sistemlerinin ölçeklenebilirliğini ve erişilebilirliğini artırarak veri paylaşımını kolaylaştırmaktadır. Özellikle KOBİ'ler açısından maliyet etkin çözümler sunan bulut tabanlı sistemler, raporlama süreçlerinin zamanında tamamlanmasını desteklemektedir (Arsoy vd., 2018). Bununla birlikte veri güvenliği, tedarikçi bağımlılığı ve KVKK/GDPR uyum riskleri, bulut bilişimin dikkatli uygulanmasını gerektirmektedir. XBRL ve iXBRL standartları ise finansal raporlamada karşılaştırılabilirlik ve şeffaflığı güçlendiren önemli dijital dönüşüm araçlarıdır (Arsoy vd., 2018; Karabınar ve Yılmaz, 2012). Bu yapı, kamu ve özel sektör raporlamasında veri bütünlüğünü artırmakla birlikte, taksonomi uyumsuzluğu ve öğrenme süreci maliyetleri nedeniyle uygulama zorlukları da yaratmaktadır.

4.7. Gizlilik Artırıcı Teknolojiler ve AR/VR

Tablo 1'de özetlendiği üzere gizlilik artırıcı teknolojiler (diferansiyel gizlilik, federated learning) denetim, adli ve yönetim muhasebesi alanlarında güvenli veri paylaşımını mümkün kılmaktadır (Dwork ve Roth, 2013; Ma vd., 2023). Bu teknolojiler, veri gizliliğini korurken paydaşlar arasında iş birliğine dayalı analiz süreçlerinin yürütülmesini sağlar. Artırılmış ve sanal gerçeklik (AR/VR) uygulamaları ise denetim ve eğitim süreçlerinde uzaktan gözlem ve senaryo bazlı analiz olanaklarını genişletmektedir (Eskin ve Sarısoy, 2023; Yıldız ve Ağdeniz, 2019). Denetçiler için coğrafi esneklik ve kanıt elde etme kolaylığı sağlasa da delil bütünlüğünün korunması ve yatırım maliyetleri bu alandaki temel zorluklardır.

4.8. Kuantum Bilişim (Geleceğe Bakış)

Tablo 1'de yer alan geleceğe yönelik perspektif, kuantum bilişimin muhasebe sistemleri açısından şifreleme, optimizasyon ve risk yönetimi süreçlerinde radikal dönüşüm potansiyeline işaret etmektedir. Kuantum hesaplama, klasik bilgisayarların çok ötesinde bir işlem kapasitesi sunarak büyük veri analizlerinin hızını ve doğruluğunu artırabilir. Ancak bu dönüşüm, mevcut şifreleme altyapılarının kırılganlığını artıracağından,

"kuantum-dayanıklı kriptografi" kavramını zorunlu hale getirmektedir (Chilkury, 2025; Chowdhury, 2024; Oladimeji vd., 2024). Bu bağlamda kuantum teknolojisi, geleceğin muhasebe denetim sistemleri için hem fırsat hem de dikkatle yönetilmesi gereken bir risk alanıdır.

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, daha önce detaylı olarak ele alınan dijital teknolojilerin muhasebe bilgi sistemleri ve ilgili alt alanlara entegrasyonundan doğan imkanlar ve potansiyel güçlükler bütünsel bir bakış açısıyla değerlendirilmektedir.

Bulgular, teknolojik gelişmelerin muhasebenin yalnızca teknik değil, etik ve yönetişim boyutlarını da etkilediğini göstermektedir. Veri gizliliği, algoritmik önyargı, dijital yeterlilik gibi konular yeni mesleki standartların belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca Türkiye'deki düzenleyici çerçevenin (KGK, TÜRMOB, KVKK) bu dönüşüme uyum hızı, mesleğin sürdürülebilirliği açısından belirleyici olacaktır.

Teknolojik araçlar, muhasebenin bilgi üretim ve güven tesis etme işlevlerini yeniden tanımlamaktadır. Yapay zekâ ve blokzincir temelli sistemlerin yaygınlaşması, veri bütünlüğünü güçlendirmekle birlikte yeni etik ve yönetişim sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu doğrultuda;

- Muhasebe eğitiminde dijital okuryazarlık ve veri analitiği içeriği artırılmalı,
- Meslek mensupları için sürekli teknoloji eğitimi ve etik farkındalık programları oluşturulmalı,
- Regülasyon kurumları veri yönetişimi ve açıklanabilir yapay zekâ ilkelerini standartlaştırmalıdır.
- Muhasebe alanında ulusal ve uluslararası standartlar dijital dönüşüme uygun hale getirilmeli, teknoloji uyumlu yeni denetim yaklaşımları geliştirilmelidir.
- Siber güvenlik ve kuantum bilişim gibi alanlardaki gelişmelerin muhasebe mesleğine entegrasyonu için Ar-Ge yatırımları teşvik edilmeli ve disiplinlerarası iş birliği modelleri oluşturulmalıdır.
- Teknolojik değişimlerin getirdiği fırsatlar ve riskler dikkate alınarak, muhasebe mesleğinin gelecekteki rolleri ve sorumlulukları detaylı bir şekilde değerlendirilmelidir.
- Muhasebe alanındaki profesyonellerin yeni teknolojik yetkinliklere uyum sağlaması ve analitik becerilerini geliştirmesi, mesleğin gelecekteki gereksinimlerini karşılamak adına hayati önem taşımaktadır.

Bu öneriler, muhasebe alanının teknolojik dönüşüme adaptasyonunu hızlandırarak, gelecekteki zorluklara karşı dayanıklılığını artırmayı hedeflemektedir.

KAYNAKLAR

Abbas, K. (2025). Management Accounting and Artificial Intelligence: A Comprehensive Literature Review and Recommendations for Future Research. The British Accounting Review, 101551. https://doi.org/10.1016/j.bar.2025.101551

Almufadda, G., & Almezeini, N. (2021). Artificial Intelligence Applications in the Auditing Profession: A Literature Review [Review of Artificial Intelligence Applications in the Auditing Profession: A Literature Review]. Journal of Emerging Technologies in Accounting, 19(2), 29. American Accounting Association. https://doi.org/10.2308/jeta-2020-083

Appelbaum, D., & Nehmer, R. A. (2017). Using Drones in Internal and External Audits: An Exploratory Framework. Journal of Emerging Technologies in Accounting, 14(1), 99. https://doi.org/10.2308/jeta-51704

Appelbaum, D., Kogan, A., Vasarhelyi, M. A., & Yan, Z. (2017). Impact of business analytics and enterprise systems on managerial accounting. International Journal of Accounting Information Systems, 25, 29. https://doi.org/10.1016/j.accinf.2017.03.003

Arsoy, A. P., Ertan, Y., & Kılınçarslan, T. B. (2018). Genişletilebilir İşletme Raporlama Dili'nin (XBRL) Finansal Raporlama Gelişimine Katkısı ve Tms Taksonomisi Uygulaması. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 79, 1. https://doi.org/10.25095/mufad.438654

Bakumenko, A., & Elragal, A. (2022). Detecting Anomalies in Financial Data Using Machine Learning Algorithms. Systems, 10(5), 130. https://doi.org/10.3390/systems10050130

Barreto, A., Gomes, P., Quesado, P. R., & O'Sullivan, S. (2025). Advancements in Management Accounting and Digital Technologies: A Systematic Literature Review. Accounting Finance & Governance Review/Accounting Finance & Governance Review, 34. https://doi.org/10.52399/001c.137301

Baysal Artık, M., & Arslan, E. (2024). Muhasebe Bürolarında Çalışan Muhasebe Meslek Mensuplarının Dijitalleşmeye Bakışı. Muhasebe ve Denetime Bakış, 24(72), 105-124. https://doi.org/10.55322/mdbakis.1370711

Bhardwaj, V., Noonia, A., Chaurasia, S., Kumar, M., Rashid, A., & Othman, M. T. B. (2024). Optimizing Structured Data Processing Through Robotic Process Automation. Journal Européen Des Systèmes Automatisés, 57(5), 1523. https://doi.org/10.18280/jesa.570528

Bin-Nashwan, S. A., Li, J. Z., Jiang, H., Bajary, A. R., & Ma'aji, M. M. (2024). Does AI adoption redefine financial reporting accuracy, auditing efficiency, and information asymmetry? An integrated model of TOE-TAM-RDT and big data governance. Computers in Human Behavior Reports, 100572. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100572

Boretti, A. (2024). Technical, economic, and societal risks in the progress of artificial intelligence driven quantum technologies. Discover Artificial Intelligence, 4(1). https://doi.org/10.1007/s44163-024-00171-y

Büyükarıkan, U. (2021a). Muhasebe Bilgi Sisteminde Kullanılan Yeni Bilgi Teknolojileri ve Bu Teknolojilerin Rolü. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6(1), 15-25. https://doi.org/10.33905/bseusbed.868264

Büyükarıkan, U. (2021b). Teknolojik Gelişmelerin Muhasebe Mesleği Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (52), 269-288

Büyükarıkan, U. (2022). Muhasebe Bilgi Sisteminde Robotik Süreç Otomasyonu. Aydın İktisat Fakültesi Dergisi, 7(1), 25-32. https://doi.org/10.53839/aifd.1088979

Cai, C. W. (2019). Triple-entry accounting with blockchain: How far have we come? Accounting and Finance, 61(1), 71. https://doi.org/10.1111/acfi.12556

Chilkury, P. K. (2025). Quantum Computing: Revolutionizing Advanced Risk Management Systems. International Journal of Scientific Research in Computer Science Engineering and Information Technology, 11(1), 1305. https://doi.org/10.32628/cseit251112110

Chowdhury, R. H. (2024). Quantum-resistant cryptography: A new frontier in fintech security. World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences, 12(2), 614. https://doi.org/10.30574/wjaets.2024.12.2.0333

Cordos, A., & Tiron-Tudor, A. (2023). Accountıng Optımısed Skıll Set And The Fourth Industrıal Revolutıon-The Vıew Of Professıonal Accountıng Bodıes. Revista Economica, 75(2), 40. https://doi.org/10.56043/reveco-2023-0014

Dwork, C., & Roth, A. (2013). The Algorithmic Foundations of Differential Privacy. Foundations and Trends® in Theoretical Computer Science, 9, 211. https://doi.org/10.1561/0400000042

Erkan, M., & Yılmazcan, O. (2023). Muhasebede yapay zekânın etkisi. *Eklektik Sosyal Bilimler Dergisi*, *1*(2), 267-286.

Eskin, İ., & Sarısoy, Ö. (2023). Muhasebe Eğitiminde Dijital Yetkinlikler: Türk Muhasebe Müfredatı Üzerine Bir İnceleme. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (58), 169-192. https://doi.org/10.30794/pausbed.1228489

Fetzer, T. H., Gibson, Y. S., & Kuhn, J. R. (2023). Technological Transformation of Accounting – Need for Firms to add Technology Training Employee Skill Sets. International Journal of Professional Business Review, 8(12). https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i12.3858

Gonçalves, M. J., Silva, A. F. da, & Ferreira, C. G. (2022). The Future of Accounting: How Will Digital Transformation Impact the Sector? Informatics, 9(1), 19. https://doi.org/10.3390/informatics9010019

Günaydın, A., & Uzunoğlu, H. (2022). Teknolojik Yenilikler Işığında Muhasebe Eğitimi ve Muhasebe Mesleğine İlişkin Yazınsal Bakış. Denetim ve Güvence Hizmetleri Dergisi, 2(2), 92-102.

Güngör Karyağdı, N. (2022). Uzaktan Denetimin Denetim Sürecine ve Verimliliğine Katkısının İncelenmesi: Denetçi Görüşlerinin Değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (31), 14-36.

Güngör Karyağdı, N. (2023). Robotik Süreç Otomasyonu Teknolojisinin Muhasebe ve Denetim Yönünün Gzft (Swot) Analiz Tekniği ile Değerlendirilmesi. Malatya Turgut Özal Üniversitesi İşletme ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 4(2), 143-159.

Han, H., Shiwakoti, R. K., Jarvis, R., Chima, J. S., & Botchie, D. (2022). Accounting and auditing with blockchain technology and artificial Intelligence: A literature review. International Journal of Accounting Information Systems, 48, 100598. Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.accinf.2022.100598

Ibrahim, A. E. A., Elamer, A. A., & Ezat, A. N. (2021). The convergence of big data and accounting: innovative research opportunities. Technological Forecasting and Social Change, 173, 121171. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121171

Jejeniwa, T. O., Mhlongo, N. Z., & Jejeniwa, T. O. (2024). A Comprehensıve Revıew Of The Impact Of Artıfıcıal Intellıgence On Modern Accountıng Practıces And Fınancıal. Computer Science & IT Research Journal, 5(4), 1031. Fair East Publishers. https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i4.1086

Karabınar, S., & Yılmaz, E. (2012). XBRL (Genişletilebilir İşletme Raporlama Dili) ve Geleneksel Finansal Raporlama Sistemlerindeki Sorunların Çözümüne Katkıları. Journal of Accounting and Taxation Studies, 5(2), 1-24.

Karaca, H., & Meriç, A. (2023). Muhasebe Dersi Alan Öğrencilerin Dijital Okuryazarlık Düzeylerinin Muhasebe Eğitimi Üzerine Etkisi. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (44), 282-313. https://doi.org/10.14520/adyusbd.1295489

Karcıoglu, R. & Binici, F. Ö. (2023). Hesap Verebilirlik, Muhasebe ve Güvencede Blokzincir Teknolojisi ve Yapay Zeka'nın Gelişim Fırsatı ve Kullanımı. In: Güngör Karyağdı, N. (ed.), *Denetimde Yeni Trendler: Teori ve Uygulamalar 2* . Özgür Yayınları. DOI: https://doi.org/10.58830/ozgur.pub88.c349

Kaya, C. T., Turkyılmaz, M., & Birol, B. (2019). RPA Teknolojilerinin Muhasebe Sistemleri Üzerindeki Etkisi. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 235. https://doi.org/10.25095/mufad.536083

Kılınç, Y. (2020). Blockchain Teknolojisi: Muhasebe Ve Denetim Mesleği Açısından Bir İnceleme. Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi, 13(3), 989. https://doi.org/10.29067/muvu.678681

Kutnjak, A., Pihir, I., & Vidačić, S. (2023). Shifting Towards Digital Transformation in Bookkeeping Agency - Attitudes Pre- and Post- Implementation of New Technologiesv. TEM Journal, 2512. https://doi.org/10.18421/tem124-63

Ma, C., Li, J., Wei, K., Liu, B., Ding, M., Yuan, L., Han, Z., & Poor, H. V. (2023). Trusted AI in Multiagent Systems: An Overview of Privacy and Security for Distributed Learning. Proceedings of the IEEE, 111(9), 1097. https://doi.org/10.1109/jproc.2023.3306773

Meiryani, M., Jasmine, Fahlevi, M., & Purnomo, A. (2023). The Integration of Internet of Things (IoT) And Cloud Computing in Finance and Accounting: Systematic Literature Review. 2022 7th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR), 525. https://doi.org/10.1109/icbir57571.2023.10147688

Miller, A., Cai, Z., & Jha, S. (2018). Smart Contracts and Opportunities for Formal Methods. In Lecture notes in computer science (p. 280). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03427-6_22

Nikolova, B. S. (2023). The Accounting Education: Is a Paradigm Shift Needed? Journal of Higher Education Theory and Practice, 23(5). https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i5.5932

Nofel, M., Marzouk, M., Elbardan, H., Saleh, R., & Mogahed, A. (2024). Integrating Blockchain, IoT, and XBRL in Accounting Information Systems: A Systematic Literature Review. Journal of Risk and Financial Management, 17(8), 372. https://doi.org/10.3390/jrfm17080372

Oladimeji, S., Egon, A., & Broklyn, P. (2024). The Impact of Quantum Computing on Post-Quantum Cryptography: Standardization And Migration Strategies. SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.4904933

Osedahunsi, B. O. (2024). AI and Big Data in Public Accounting: Revolutionizing Audit Processes and Financial Reporting. International Journal of Research Publication and Reviews, 5(11), 5099. https://doi.org/10.55248/gengpi.5.1124.3331

Pargmann, J., Riebenbauer, E., Holtsch, D., & Berding, F. (2023). Digitalisation in accounting: a systematic literature review of activities and implications for competences. Empirical Research in Vocational Education and Training, 15(1). Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1186/s40461-023-00141-1

Sevim, H., & Yılmaz, Y. (2024). Yapay Zekâ ve Benzeri Teknolojik Gelişmelerin Muhasebe Mesleği Üzerindeki Etkisi. Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14(28), 856-881. https://doi.org/10.53092/duiibfd.1494418

Sgantzos, K., Hemairy, M. A., Tzavaras, P., & Stelios, S. (2023). Triple-Entry Accounting as a Means of Auditing Large Language Models. Journal of Risk and Financial Management, 16(9), 383. https://doi.org/10.3390/jrfm16090383

Shaleh, M. Soc. Sc. S. (2024). The Transformative Implications of Technology on Accounting Practices. Advances in Management & Financial Reporting, 2(2), 98. https://doi.org/10.60079/amfr.v2i2.278

Shivarajappa, M. (2024). The Impact Of Cloud Computıng On Fınancıal Accountıng - Evaluatıng The Impact Of Cloud Computıng On Accountıng Fırms. ShodhKosh Journal of Visual and Performing Arts, 5(3). https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i3.2024.3566

Sodkomkham, T., Ratanatamskul, C., & Chandrachai, A. (2024). A novel integrated material flow cost accounting (MFCA)- IoT- lean management system approach to improving water use efficiency and reducing costs in the beverage industry. Cleaner Environmental Systems, 100232. https://doi.org/10.1016/j.cesys.2024.100232

Thanasas, G. L., & Kampiotis, G. (2024). The role of Big Data Analytics in Financial Decision-Making and Strategic Accounting. Technium Business and Management, 10, 17. https://doi.org/10.47577/business.v10i.11877

Tiron-Tudor, A., Donțu, A. N., & Breşfelean, V. P. (2022). Emerging Technologies' Contribution to the Digital Transformation in Accountancy Firms. Electronics, 11(22), 3818. https://doi.org/10.3390/electronics11223818

Tsiligiris, V., & Bowyer, D. (2021). Exploring the impact of 4IR on skills and personal qualities for future accountants: a proposed conceptual framework for university accounting education. Accounting Education, 30(6), 621. https://doi.org/10.1080/09639284.2021.1938616

Yıldız, B., & Ağdeniz, Ş. (2019). Denetim 4.0'ın Teknolojik Altyapısı. Muhasebe ve Denetime Bakış, 19(58), 83-102.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, W., Chen, X., Weng, J., & Imran, M. (2019). An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. Future Generation Computer Systems, 105, 475. https://doi.org/10.1016/j.future.2019.12.019

YAPAY ZEKÂ TEKNOLOJİLERİNİN PAZARLAMA İLETİŞİMİNDEKİ ROLÜ

Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN

Ege Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Halkla İlişkiler ve Tanıtım Bölümü,

selin.bitirim.okmeydan@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7996-2178

Özet

Günümüzün giderek dijitalleşen dünyasında pazarlama iletişimi, artık yalnızca tüketicilere ulaşma aracı olmanın ötesine geçmiş ve marka kimliğinin inşasından müşteri deneyiminin yönetilmesine kadar akla gelen her süreçte bütüncül rekabet avantajı yaratmanın bir yöntemi hâline gelmiştir. Pazarlama iletişiminin değişen doğasının merkezinde ise yapay zekâ teknolojilerine dayalı dijital dönüşüm yer almaktadır. Günümüzde markalar, hedef kitlelerine daha hızlı, etkili ve kişiselleştirilmiş yollarla ulaşmak için yenilikçi iletişim stratejilerini benimsemekte ve özellikle yapay zekâ destekli güncel uygulamalardan yararlanmaktadır. Yapay zekâ teknolojileri, veriye dayalı pazarlama iletişimi stratejilerinin planlanıp uygulanmasında dijital dönüşüm sürecine hız kazandırmaktadır. Pazarlama iletişiminin evriminde büyük veri analitiği, kişiselleştirme, duygu analizi, otomasyon ve algoritma yönetimi gibi yapay zekâ teknolojileri; markaların hedef kitleleriyle daha kişiselleştirilmiş, etkileşime dayalı, hızlı, hassas ve veri odaklı iletişim kurmasını mümkün kılmaktadır. Yapay zekâ destekli uygulamalar, müşteri yolculuğunun her aşamasını iyileştirerek işletmelerin stratejik avantaj üstünlüğü kazanmasını sağlamaktadır.

Literatür taramasından hareket eden bu çalışma, pazarlama iletişiminin geleneksel dönemden günümüze uzanan dijital dönüşüm sürecindeki değişimini inceleyerek yapay zekâ teknolojilerinin pazarlama iletişimindeki önemini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu amaçla çalışmada öncelikle pazarlama iletişiminin tarihsel gelişimi ele alınmış; geleneksel dönemdeki tek yönlü, ürün odaklı ve bilgilendirici iletişim yaklaşımından, günümüzde dijital dönemde tüketici merkezli, çok kanallı ve etkileşim temelli yapıya geçiş irdelenmiştir. Dijitalleşme süreci ile pazarlama iletişiminin doğasının değiştiği, markalar ile tüketiciler arasındaki ilişkinin daha sürdürülebilir, dinamik, katılımcı ve deneyim odaklı hâle geldiği görülmüştür. Pazarlama iletişiminde yapay zekânın rolüne odaklanan bu çalışma; yapay zekâ teknolojilerinin güncel pazarlama iletişiminin ayrılmaz bir parçası olduğunu ve pazarlama stratejilerini köklü biçimde dönüştürdüğünü ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Pazarlama İletişimi, Dijitalleşme, Yapay Zekâ, İletişim Stratejileri

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN MARKETING COMMUNICATION

Abstract

In an increasingly digitalized world, marketing communication has moved beyond serving merely as a tool for reaching consumers and has become a comprehensive method for creating competitive advantage across all processes, including brand identity construction and the management of customer experience. At the center of this changing nature lies a digital transformation driven by artificial intelligence technologies. Brands now adopt innovative communication strategies to reach their target audiences more rapidly, effectively, and in personalized ways, making extensive use of contemporary AI-supported applications. AI technologies accelerate this digital transformation by enhancing the planning and implementation of data-driven marketing communication strategies. Within this evolution, AI-based tools such as big data analytics, personalization, sentiment analysis, automation, and algorithmic management enable brands to establish faster, more precise, interactive, and highly personalized communication with their audiences. By improving every stage of the customer journey, AI-supported applications contribute to strengthening firms' strategic competitive advantage.

Drawing on a literature-based analysis, this study aims to examine the transformation of marketing communication from the traditional period to the contemporary digital era and to reveal the significance of AI technologies in this process. To achieve this aim, the study first discusses the historical development of marketing communication, analyzing the shift from the one-way, product-oriented, and informational approach of the traditional era to the consumer-centered, multi-channel, and interaction-driven structure of the digital period. The analysis indicates that digitalization has changed the nature of marketing communication, making the relationship between brands and consumers more sustainable, dynamic, participatory, and experience-oriented. Focusing on the role of artificial intelligence within this transformation, the study demonstrates that AI technologies have become an integral component of contemporary marketing communication and have profoundly reshaped marketing strategies.

Keywords: Marketing Communication, Digitalization, Artificial Intelligence, Communication Strategies

1. GİRİŞ

Pazarlama ile ilgili kavramların ortaya çıktığı günden bu yana, pazarlama iletişimi konusu çeşitli akademisyenler, yazarlar ve sektördeki uygulamacılar tarafından büyük ilgi görmüştür. Doğru pazarlama iletişimi araçlarının kombinasyonunu seçmek, işletmelerin ve markaların yenilikçi konumlandırma stratejilerine her zaman büyük katkıda bulunmuştur (Civelek vd., 2021). Pazarlama iletişimi genel olarak bir işletmenin ürün, hizmet veya mesajlarını hedef kitlelerine doğru şekilde iletmek amacıyla kullandığı çeşitli araçları ve stratejileri kapsamaktadır. Temel amaç ise tüketici davranışlarını etkileyerek marka bilinirliğini artırmak, müşteri sadakati oluşturmak ve nihayetinde satışları desteklemektir (Kotler, Keller ve Chernev, 2021). Pazarlama iletişimi, markaların imaj ve itibarını iyileştirerek rekabet avantajı sağlamasında ve müşterilere sunduğu yeni deneyimler ile onlarla duygusal bağı güçlendirmesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır.

Pazarlama iletişiminde doğru içeriklerle doğru hedef kitlelere, doğru zamanda ve doğru kanallardan ulaşma amacı, artık yapay zekâ tabanlı otomasyon, veri analizi ve kişiselleştirme yöntemleri ile desteklenmektedir. Bu kapsamda büyük veri, nesnelerin interneti, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve sanal influencer'lar gibi yapay zekâ destekli yenilikçi teknolojiler, markaların hedef kitleleri ile sınırsız etkileşimini güçlendirmektedir (Başev, 2024; Gross, 2025). Yapay zekâ teknolojilerine dayalı dijital dönüşüm, pazarlama iletişimini köklü bir şekilde değiştirmekte ve markalara hedef kitlelere ulaşmak için yaratıcı yöntemler geliştirmede ilham vermektedir. Yapay zekâ teknolojileri, markaların stratejik planlama ve uygulama süreçlerini dönüştürerek pazarlama iletişiminin tüm bileşenlerini yeniden şekillendirmektedir. Günümüzde yapay zekâ teknolojileri ile desteklenen pazarlama iletişimi, markalara; yaratıcı stratejilerle kimlik oluşturma, müşteri deneyimlerini yönetme, müşteriler ile duygusal bağ kurma ve bunların sonucunda marka değerini güçlendirip daha fazla kârlılık elde etme olanağı sunmaktadır.

Literatür taramasına dayalı bu çalışmada pazarlama iletişimindeki dönüşüm sürecini ve yapay zekâ teknolojilerinin söz konusu dönüşüm sürecindeki rolünü açığa çıkarmak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle pazarlama iletişiminin gelenekselden dijitale uzanan tarihsel yolculuğuna yer verilmektedir. Ardından pazarlama iletişimindeki dijital dönüşüm sürecinde yapay zekânın rolü irdelenmektedir. Çizilen çerçeve kapsamında çalışmada, yapay zekâ teknolojilerinin pazarlama iletişimi alanındaki yansımalarına ışık tutulmaktadır.

2. GELENEKSELDEN DİJİTALE PAZARLAMA İLETİŞİMİNİN EVRİMİ

Modern pazarlamanın ayrılmaz bir parçası olan pazarlama iletişimi, geçmişten günümüze kavramsal ve uygulamalı boyutta büyük bir dönüşüm geçirmiştir. Pazarlamanın ilk aşaması olan geleneksel pazarlama döneminde, üretim ve ürün odaklı bir yaklaşımın hâkim olduğu paradigmada iletişim faaliyetleri de genelde

yalnızca bilgilendirici ve tek yönlü nitelik sergilemekteydi (Durukal, 2019). Kitle iletişim araçlarının yaygınlaşmaya başladığı 20. yüzyılın başlarından itibaren markalar, hedef kitlelerine ulaşmak için reklam ve promosyon gibi klasik iletişim araçlarına yönelmiştir. Ancak 1920'lerden itibaren, I. Dünya Savaşı'nın etkisiyle reklam fikirlerinin öyküleri daha karmaşık bir hâl almıştır. Bu dönemdeki pazarlama iletişimi ise yine ürün odaklı bir bakış açısı ile ürün ve hizmetlerin avantajlarını öne çıkaran, tüketicilerin rasyonel karar aldığını varsayan mesajlara dayanmıştır (Petty, 2025; Rehman vd., 2019).

1920'lerden günümüze kadar uzanan süreçte pazarlama iletişimi, sosyo-ekonomik kırılmalar ve teknolojik gelişmeler sonucunda önemli dönüşümler geçirmiştir. 1929'daki Büyük Buhran, reklamların yalnızca satışa odaklanmasından ziyade tüketici güveni oluşturmaya yönelik duygusal mesajlarla şekillenmesine yol açmış ve 1930'lu yıllara damga vurmuştur. Bu etki, 1940'larda hâkim klasik yaklaşımın temellerini atmıştır (Borrero, 2014). Bu eksende 1940'lar, II. Dünya Savaşı'nın etkisiyle radyo temelli iletişimin öne çıktığı, kamu yararına odaklanan mesajlarla ticari söylemin harmanlandığı bir dönem olmuştur. Radyo reklamcılığı bu yıllarda ürün tanıtımının yanı sıra tüketicilerin güvenini kazanmaya ve markaların sosyal sorumluluk algısını güçlendirmeye yönelik mesajlarla şekillenmiştir (Stole, 2012).

1950'lerde televizyonun evlere girmesiyle birlikte görsel anlatım olanakları genişlemiş ve reklamcılık, duygusal hikâyelerle tüketici bağını güçlendiren bir iletişim alanına dönüşmüştür. 1960'lı yıllarda ise marka kimliği oluşturma, farklılaşma ve tüketici zihninde konumlandırma stratejileri ön plana çıkmış; bu yaklaşımlar modern pazarlama iletişiminin temellerini atmıştır (Keller, 2012; Kotler, Kartajaya ve Setiawan, 2017). Geleneksel iletişim araçları ile 1970'lere kadar gelen pazarlama disiplini, bu yıllardan itibaren ürünü değil, tüketicileri pazarlama süreçlerinin merkezine alan bir yaklaşım sergilemiştir. Böylece büyük bir paradigma değişimi geçiren pazarlama iletişiminin doğası tümüyle dönüşmüştür.

1970'li yıllarda tüketicilerin yalnızca rasyonel değil, aynı zamanda duygusal ve psikolojik varlıklar olduğu düşüncesi pazarlama iletişimine damga vurmuştur. Bu anlayış; ürün özelliklerinin yanı sıra markaların tüketiciler ile kurduğu duygusal bağ üzerinden değer yaratması gerektiği fikrini pekiştirmiştir (Logemann vd., 2020). Bunun sonucunda pazarlama iletişiminde rasyonel ve duygusal vaatleri harmanlayan bütüncül ve stratejik yaklaşımlar benimsenmiştir. 1980'li yıllarda ise pazarlama iletişiminde hedefleme ve konumlandırma stratejileri önem kazanmıştır. Bu dönemde özellikle psikografik segmentasyon, yaşam tarzı analizleri ve tüketici davranışlarının daha derinlemesine incelendiği bir perspektif hâkim olmuştur (Lepisto ve Wilson, 2015). Söz konusu dönem, pazarlama iletişimi stratejilerinin daha seçici hâle getirilmesine ve hedef kitlelere göre özelleştirilmiş şekilde kurgulanmasına zemin hazırlamıştır.

Pazarlama iletişiminde yeni bir aşamayı temsil eden çağdaş yaklaşımlar, 1990'lı yıllarda bütünleşik pazarlama iletişimi kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu kavram, pazarlama iletişimi anlayışında önemli bir dönüm noktasını temsil etmiş ve tüm iletişim araçlarının ortak ve tek seslilik sağlayacak şekilde eşgüdümlü kullanılmasını gerekli kılmıştır (Yarkın ve Topsümer, 2015). Günümüzde halen temel bir yaklaşım olarak geçerliğini koruyan bütünleşik pazarlama iletişimi; mesaj tutarlılığı, marka-mesaj uyumu, çeşitli dağıtım kanallarının ve medya araçlarının entegrasyonu gibi temel prensiplere dayanmaktadır (Rehman vd., 2022). Bu sayede markaların hedef kitleler ile bütüncül ve uyumlu iletişim kurması kolaylaşmış, marka ve hedef kitleler arasındaki etkileşim desteklenmiş, pazarlama stratejilerinin etkinliği artmış ve marka değeri yaratma potansiyeli güçlenmiştir (Purwati ve Ariyani, 2025).

2000'li yılların başında web tabanlı teknolojiler ve internetin ortaya çıkıp yaygınlaşması, tüketici davranışlarında ve pazarlama iletişiminde köklü bir dönüşümü de beraberinde getirmiştir. Özellikle Web 2.0 teknolojilerinin gelişimi ile tüm pazarlama süreçlerini interaktif hâle getiren sosyal medya, pazarlama iletişimini tek yönlülükten çıkarmış ve çift yönlü etkileşime kaydırmıştır (Gedik, 2020). Böylece pazarlama iletişimi stratejilerinde yeni bir eşik olarak kullanıcı üretimli içerik kavramı önemli bir yer edinmiştir. Bu gelişmelerle sosyal medya platformları, mobil uygulamalar, çevrim içi topluluklar ve bloglar/vloglar gibi dijital mecralar, geleneksel iletişim araçlarına alternatif olmanın ötesine geçmiş ve bu araçların tamamlayıcısı olarak pazarlama iletişimi stratejilerine dahil edilmeye başlamıştır (Antczak, 2024). Sosyal medya ile tüketiciler, yalnızca mesajların alıcısı olan pasif konumdan çıkarak mesajların üreticisi ve hatta diğer tüketicilerin satın alma karar ve davranışlarını etkileyen aktif bir güç hâline gelmiş ve pazarlama iletişimi stratejilerinin merkezine konumlanmıştır. Ryan'a (2016) göre 2010'lu yıllara gelindiğinde bilgi ekonomisinin gelişmesi, mobil cihazların çoğalması ve içerik pazarlamasının yükselişi, dijital pazarlama iletişimini hızlandırıp yaygınlaştırmıştır. Böylelikle tüketicilerle gerçek zamanlı ve kişisel bağ kurmaya olanak veren dijital süreç, markaların pazarlama iletişimi stratejilerini daha da güçlendirmiştir (Harizi ve Trebicka, 2023).

Günümüzde ise pazarlama iletişimi; artık dijitalleşmenin ötesinde büyük veri, nesnelerin interneti, algoritmalar, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi yapay zekâ teknolojileri ile yeniden şekillenmektedir. Özellikle kişiselleştirilmiş içerik üretimi, algoritma yönetimi, chatbot destekli müşteri hizmetleri ve davranışsal hedefleme gibi ileri teknoloji uygulamalar, pazarlama iletişiminin işleyişini bütünüyle değiştirmektedir (Davenport vd., 2020; Nkembuh, 2024). Tüketicilere özel kişiselleştirilmiş içerikler üretme, devasa veriden gerçek zamanlı analiz yapma, doğru zamanda doğru hedef kitlelere kişisel mesajlar aktarma ve tüketicilerin duygularını analiz ederek ihtiyaçlarını karşılama gibi yapay zekâ destekli süreçler, pazarlama iletişimini daha

etkili ve işlevsel kılmaktadır (Rolando, 2024). Bu süreçlere entegre olan yapay zekâ teknolojileri, pazarlama iletişimini kökten dönüştürerek markalara yenilikçi ve yaratıcı yollar sunmaktadır.

Yapay zekâ teknolojilerinin pazarlama iletişimi süreçlerine entegre edilmesi, klasik pazarlama iletişimi bileşenleri arasında yer alan reklam, halkla ilişkiler, doğrudan pazarlama, satış promosyonu ve kişisel satış uygulamalarının da dijitalleşmesini beraberinde getirmekte ve bu bileşenlerin, yapay zekâ uygulamaları ile desteklenmesine olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra güncel pazarlama iletişimi bileşenleri, dijital iletişim ve yapay zekâ teknolojilerini daha fazla içerecek şekilde genişlemeye devam etmektedir. Ellitan'a (2023) göre güncel araştırmalar; sosyal medya pazarlamasının pazarlama iletişiminde tutundurma karmasının ayrılmaz bir parçası hâline geldiğini göstermektedir.

Ayrıca günümüzde içerik pazarlaması, influencer pazarlaması ve deneyim pazarlaması gibi yeni nesil pazarlama uygulamalarını birleştiren sosyal medya pazarlama stratejilerinin, duygusal hikâyeler aracılığıyla tüketici etkileşimini doğrudan etkilediği, marka bağlılığını artırdığı ve satın alma süreçlerini desteklediği vurgulanmaktadır (Nazib vd., 2024). Teknoloji dünyasında yaşanan gelişmeler, pazarlama iletişimini dönüştürmeye devam etmektedir. Pazarlama iletişimi, bu dönüşüm süreci içerisinde artık hedef kitlelere yalnızca mesaj aktaran bir araç olmanın ötesine geçmiş ve markaların değer yaratma ve hedef kitleleri ile ilişki inşa etme aracı hâline gelmiştir.

3. DİJİTAL DÖNÜŞÜM VE PAZARLAMA İLETİŞİMİNDE YAPAY ZEKÂ

Dijital teknolojik devrim, pazarlama iletişiminin işleyişini, stratejilerini ve hedef kitlelerle kurulan etkileşim biçimlerini bütünüyle dönüştürmüştür. Bu dönüşüm süreci özellikle yapay zekâ teknolojilerinin pazarlama iletişimi bileşenlerine entegre edilmesi ile daha da hızlanmış ve pazarlama iletişiminde kişiselleştirme, veri analizi, müşteri segmentasyonu, içerik üretimi ve otomasyon stratejilerini geliştirmiştir (Bashang ve Puttanna, 2023). Yapay zekâ, günümüzde destekleyici teknoloji olmanın ötesinde içerik üretimi, karar alma, hedefleme stratejileri ve müşteri deneyimi yönetimi gibi pazarlama iletişimindeki temel süreçlerin merkezine yerleşmiş durumdadır. Büyük veriden elde edilip işlenen veriler ile pazarlama iletişimi stratejileri için içgörüye ulaşmak, makine öğrenimi ve yapay zekâ algoritmaları ile müşteri deneyimlerini kişiselleştirmek ve yapay zekâ destekli sanal asistanlar ve sohbet robotları ile müşterileri destekleyerek müşteri hizmetlerini iyileştirmek mümkündür (Davenport vd., 2020).

Güncel pazarlama uygulamalarında yapay zekâya yönelik çalışmalar dört ana başlıkta toplanmaktadır: Bunlar; teknik pazarlama sorunlarına çözüm sunan algoritmalar, tüketici tepkilerini inceleyen psikolojik yaklaşımlar, istihdam ve toplumsal etkileri ele alan çalışmalar ile yönetsel ve stratejik uygulamalara odaklanan araştırmalar olarak özetlenebilmektedir (Dzyabura ve Hauser, 2019; Frey ve Osborne, 2017; Huang ve Rust,

2021; Mende vd., 2019). Buradan anlaşılabileceği gibi yapay zekâ teknolojilerine bağlı olarak yaşanan dijital dönüşüm, yalnızca teknolojik süreçleri değil aynı zamanda işletmelerin operasyonel yapılarını, pazarlama paradigmasını, pazarlama iletişiminin geleneksel bileşenlerini ve müşteriler ile etkileşimin niteliğini köklü şekilde değiştirmiştir (Bormane ve Blaus, 2024). Pazarlama iletişiminde meydana gelen bu köklü değişimin temel aktörü olan yapay zekâ teknolojileri, markaların hedef kitleleri ile iletişim biçimlerini yeniden şekillendirmekte ve duygusal bağ geliştirecek yaratıcı yöntemleri mümkün kılmaktadır.

Özellikle büyük veri analitiği, veri madenciliği, doğal dil işleme, makine öğrenmesi, algoritma yönetimi ve öngörüsel modelleme gibi yapay zekâ teknolojileri, pazarlama iletişiminde mikro-hedefleme, hiper-kişiselleştirme, içerik üretiminde optimizasyon ve kampanya performansını ölçüp değerlendirme süreçlerine doğrudan katkıda bulunmaktadır (Grewal vd., 2025). Örneğin, geçmiş veriler analiz edilerek tüketici davranışlarının geleceği öngörüsel modellerle tahmin edilebilmekte ve bu tahminlere dayalı iletişim mesajları en doğru zamanda en doğru kanallarla hedef kitlelere aktarılabilmektedir (Huang ve Rust, 2021). Büyük veri analitiği ile çalışabilen yapay zekâ sistemleri, kampanya sonuçlarını ölçümleyerek pazarlama stratejilerine geri bildirim sağlayabilmektedir. Bu sayede pazarlama yöneticileri, kampanya performansını değerlendirirken yalnızca satış oranları gibi somut faktörleri değil, etkileşim ve memnuniyet gibi soyut faktörleri de dikkate almakta ve iletişim stratejilerini dinamik olarak güncelleyebilmektedir (Uwimana vd., 2025). Böylelikle pazarlama iletişimi, gerçek zamanlı veri akışı ile hedef kitlelerle iletişimi kesintisiz sürdürebilme ve müşteri sadakatini güçlendirme olanağı yakalamaktadır.

Yapay zekânın pazarlama iletişimi süreçlerine entegre edilmesi teknik ve stratejik bir zorunluluk hâline gelmiştir. Nitekim günümüzde tüketiciler, markalardan kişiselleştirilmiş üretimler ve çok kanallı deneyimler talep etmektedir. Lemon ve Verhoef'e (2016) göre markaların müşteri yolculuğunu geliştirmek ve müşterileri ile daha hızlı ve sınırsız etkileşim kurmak için fiziksel mağaza, mobil uygulama, web sitesi, çağrı merkezi, e-postalar ve sosyal medya sayfaları gibi farklı iletişim kanallarını kullanmaya dayalı çok kanallı pazarlama iletişimi stratejilerinde yapay zekâ teknolojileri kilit rol oynamaktadır. Sohbet robotu (chatbot) ile müşteri hizmetlerinde gerçek zamanlı destek sunmak, bireysel ilgi alanlarına uygun kişiselleştirilmiş reklamlar göstermek ve algoritmik içerik önerilerinde bulunmak gibi uygulamalar, yapay zekâ teknolojilerinin pazarlama iletişimindeki stratejik dönüşümünün yansımasıdır (Kumar vd., 2024). Özellikle sohbet robotları ve sanal asistanlar aracılığıyla yürütülen otomatik etkileşimler, 7/24 hizmet sunarak tüketici memnuniyetini artırmakta ve markanın erişilebilirlik algısını güçlendirmektedir. Bu etkileşimlerde kullanılan dil işleme algoritmaları sayesinde tüketicilerin beklentilerini daha iyi analiz etmek ve buna uygun yönlendirmelerde bulunmak mümkündür (Vijayakumar vd., 2024).

Yapay zekâ desteği ile güçlendirilen pazarlama iletişimi artık daha hızlı, etkileşimli, kişisel ve duygu odaklı bir nitelik kazanmıştır. Yapay zekâ destekli algoritmalar, pazarlama iletişiminde karar alma süreçlerini veriye dayalı stratejiler üzerine kurmakta, kullanıcıların çevrim içi tüketim davranışlarını gerçek zamanlı izleyerek markalara hiper-kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler sunma olanağı sağlamaktadır (Mladenović vd., 2024). Klasik kişiselleştirmenin ötesine geçerek tüketicilerin zamansal, davranışsal ve duygusal verilerini harmanlayan ileri derecede özelleştirilmiş mesajlar ve içerikler üretmeyi tanımlayan hiper-kişiselleştirme, her bir tüketiciye özel tekliflerin ve konuma dayalı kampanyaların en doğru zamanda iletilmesini mümkün kılmaktadır (Bozkurt vd., 2025). Bu sayede tüketicilerin ihtiyaç ve beklentilerine doğru ve hızlı yanıt verebilen markalar, müşteri tatmini yaratarak satın alma davranışının sürdürülmesini sağlamakta ve yüksek kâr oranlarına ulaşmaktadır.

Öte yandan içerik üretiminde devrim yaratan üretken yapay zekâ teknolojileri, pazarlama iletişimi kampanyalarının hızını ve çeşitliliğini artırmaktadır. Günümüzde yapay zekâ; metin ve ses tabanlı içerik üretimi, videolar ve görseller oluşturarak kreatif ekiplere destek ve ilham vermektedir. Ayrıca e-posta ve blog yazımından web sitesi tasarımına, markalara hikâye anlatıcılığından slogan oluşturmaya kadar pek çok alanda stratejik katkı sunmaktadır (Cillo ve Rubera, 2025). Böylece hem personel ve içerik üretim maliyetleri azalmış hem de kampanya süreçleri daha hızlı yönetilebilir ve ölçülebilir hâle gelmiştir. Reisenbichler vd.'ye (2022) göre doğal dil üretimi (NLG) ve makine öğrenmesi sayesinde e-posta içerikleri, sosyal medya gönderileri ve ürün açıklamaları gibi metinler otomatik olarak oluşturulabilmekte ve bu gibi her tür içerik üretimi kullanıcıların dili, profili ve kültürü çerçevesinde özelleştirilebilmektedir. Bu teknolojiler, markaların işlevsel içerikler üretmesine ve müşteriler ile daha derin ilişkiler kurmasına katkıda bulunmaktadır.

Yapay zekâ destekli pazarlama iletişimi stratejilerinde öne çıkan bir diğer güncel kavram da duygu analizidir. Duygu analizi sürecinde ürün yorumları ve müşteri geri bildirimleri gibi sosyal medya platformlarından elde edilen çeşitli veriler, doğal dil işleme (NLP) algoritmaları aracılığıyla analiz edilmekte ve tüketicilerin duygu durumları belirlenmektedir. Duygu analizi ile markaların, tüketiciler tarafından ne söylendiğinin yanı sıra tüketicilerin ne hissettiğini de anlaması ve iletişim mesajlarını duygusal taleplere göre şekillendirmesi mümkündür (Chowdhury, 2024). Duygu analizi özellikle ürün ve kampanya lansmanı, marka imaj yönetimi, itibar stratejileri, kriz iletişimi ve kurumsal rekabet stratejilerinin başarısını doğrudan etkilemektedir (Haider vd., 2025). Böylece tüketicilerin ihtiyaçları ile uyumlu ve beklentilerine uygun iletişim stratejileri geliştirilerek müşteri deneyimi süreci desteklenmektedir.

Bu noktada müşteri deneyimi, pazarlama iletişiminde yapay zekâ teknolojilerinin geliştirdiği en önemli alanlardan biridir. Chen ve Prentice'e (2024) göre yapay zekâ, müşteri yolculuğunun her aşamasını

destekleyerek müşteri deneyiminin kalitesini artırmaktadır. Satın alma öncesinde içerik önerileri ve ürün tavsiyeleri sunan algoritmik sistemler, satın alma sırasında kişisel asistanlık yapan sohbet robotları ve satın alma sonrası süreçte duygusal ihtiyaçlara göre şekillenen müşteri hizmetleri bütüncül bir müşteri deneyimini tasarlamakta ve iyileştirmektedir. Müşteri deneyiminin iyileştirilmesi, müşteri memnuniyeti ve sadakatini geliştirmenin yanı sıra marka güvenini ve müşteri yaşam boyu değerini de olumlu yönde etkileyerek marka değerini artırmaktadır (Lemon ve Verhoef, 2016). Müşteri deneyimi süreçlerine artık bütünüyle entegre olan yapay zekâ teknolojileri, markalara operasyonel kolaylık ve verimlilik sağlamakta; marka ile hedef kitleleri arasındaki ilişkiyi ve bağlılığı da giderek derinleştirmektedir.

Günümüzde kişiselleştirme ve hiper-kişiselleştirme, veri madenciliği, otomasyon, algoritma yönetimi, duygu analizi ve müşteri deneyimi gibi güncel kavramlar, pazarlama iletişiminin merkezine yerleşmiştir. Pazarlama iletişimindeki bu dönüşüm, markalara sadece teknolojik bir üstünlük değil; aynı zamanda hedef kitleleriyle daha derin, daha anlamlı ve daha uzun vadeli ilişkiler kurma fırsatı sunmaktadır.

4. SONUÇ

İşletmelerin ürün, hizmet ve mesajlarını hedef kitlelerine doğru şekilde ileterek tüketici davranışlarını etkilemek ve satış oranlarını artırmak amacıyla yararlanılan araç, yöntem ve stratejilerin bütününü ifade eden pazarlama iletişimi; tarihsel süreç içerisinde ekonomik, teknolojik ve sosyokültürel dönüşümlerin etkisiyle yeniden şekillenmektedir. Geleneksel pazarlama iletişiminin, tek yönlü ve bilgilendirici mesajlara dayandığı bilinmektedir. Ancak teknolojideki kesintisiz devinim pazarlama iletişimini de etkilemekte ve dijital teknolojiler pazarlama iletişimini sürekli dönüştürmektedir. Günümüzde pazarlama iletişimi; geleneksel dönemden farklı olarak yapay zekâ temelli araçların gelişmesiyle veri ve etkileşim odaklı bir sürece evrilmektedir. Yaşanan sürecin bir uzantısı olarak pazarlama iletişimi, yapay zekâ teknolojilerinin sunduğu olanaklarla güncellenmektedir. Bu noktada Dilaver ve Dilaver'e (2024) göre özellikle büyük veri analitiği, doğal dil işleme, makine öğrenimi, öngörüsel modelleme ve algoritma yönetimi gibi gelişmiş teknolojiler, markaların müşterilerini daha iyi anlamasını, ihtiyaçlarını öngörüp beklentilerini karşılamasını ve her tüketiciye daha fazla kişiselleştirilmiş deneyim sunmasını mümkün kılmaktadır.

Literatürdeki çalışmalar, yapay zekâ teknolojilerinin işletmelere sağladığı çok yönlü katkıları ortaya koymaktadır. Yapay zekâ teknolojileri; pazarlama operasyonlarını ve süreçlerini tamamen otomatikleştirerek pazarlama uzmanlarına yaratıcı düşünceler için zaman kazandırmakta, işletmenin verimliliği ile çalışanların performansını ve motivasyonunu artırmakta, yaratıcı girişimleri teşvik etmekte, işletmeler için esneklik ve kaynak tasarrufu sağlamakta, hedef kitle analizi ile geleceğe dayalı öngörüsel tahminler ve modellemeleri üretmekte, daha doğru müşteri segmentasyonu yaparak satış oranlarını artırmakta, kampanya veya satış

performansını ölçüp değerlendirmeye hız katmakta, stok ve talep yönetimini sürdürülebilir kılmakta ve nihayetinde işletmelere kâr optimizasyonu sağlamaktadır (Balamurugan, 2024; Gao vd., 2023; Grewal vd., 2025; Iwalehin ve Fisher, 2023; Kumar vd., 2024; Ntapiapis, 2023; Rita vd., 2025; Verma vd., 2021).

Günümüzde yapay zekâ destekli pazarlama iletişimi uygulamaları tüketicilere daha hızlı, daha kişisel ve daha bütüncül bir alışveriş ve iletişim deneyimi sağlamaktadır. Muminov'a (2024) göre yapay zekâ teknolojileri; tüketicilere ilgi alanlarına ve geçmiş davranışlarına uygun ürün ve hizmet önerileri sunarak kullanıcı odaklı algoritmalar yardımıyla hiper-kişiselleştirme ve gerçek zamanlı veri analizi ile daha doğru hedefleme yapmaktadır. Böylelikle bu teknolojiler alışveriş deneyimini kolaylaştırmakta ve müşteri yolculuğunu iyileştirerek markaya sadık müşteriler yaratmaktadır. Bununla beraber yapay zekâ teknolojileri, devasa veri analizini mümkün kıldığından müşteri hizmetleri süreçlerinde anlık geri bildirim ve çözüm sağlayarak müşteri memnuniyetini artırmakta, ürün karşılaştırmalarını kolaylaştırıp iade oranlarını düşürmekte, satın alma kararı öncesinde tüketicileri ihtiyaç duyduğu her anda kesintisiz bilgiye ulaştırmakta, deneyim bazlı önerilerle yeni markalarla tanıştırmakta ve satın alma sürecini sadeleştirerek alışverişten alınan tatmin duygusunu yükseltmektedir (Bozkurt vd., 2025; Kietzmann vd., 2018; Kumari, 2022; Lemon ve Verhoef, 2016). Bu sayede tüketiciler ile marka arasındaki duygusal bağ güçlenmekte, etkileşim ve tüketici katılımı arttığından uzun vadeli ve sürdürülebilir müşteri ilişkileri inşa edilmektedir.

Yapay zekânın gelecek yıllarda pazarlama süreçlerine daha fazla dahil olacağı ve pazarlama iletişiminde yapay zekâ teknolojilerinin çeşitlenip derinleşeceği öngörülmektedir. Özellikle kullanıcı verilerine dayalı hiper-kişiselleştirme ile algoritma hedefli sosyal medya kullanımı, satın alma davranışlarını artıran sanal/sentetik influencer yönetimi, müşteri hizmetlerini ve etkileşimini iyileştirmede insan duygularına duyarlı süper sanal asistanlar ve duygusal yapay zekâ, müşteri deneyimini güçlendiren gerçeklik teknolojileri ve gerçek zamanlı etkileşim, süper üretken yapay zekâ tarafından tasarlanıp uygulanan içerik yönetimi ve algoritmik yaratıcılık, şeffaflık ve veri güvenliğini önceleyen etik/sorumlu yapay zekâ gibi konuların öne çıkması beklenmektedir (Başev, 2024; Bormane ve Blaus, 2024; Cunha, 2024; Gross, 2025; Muminov, 2024; Nazib vd., 2024). Tüm bu öngörüler göz önünde bulundurulduğunda pazarlama yöneticisinden içerik üreticisine, veri analistinden iletişim uzmanına kadar tüketicilerle her alanda doğrudan etkileşimde bulunan tüm paydaşların, yapay zekâ temelli dönüşüme uyum sağlayacak dijital yetkinlikler geliştirmesi giderek daha önemli hâle gelmektedir.

KAYNAKLAR

Antczak, B. (2024). The influence of digital marketing and social media marketing on consumer buying behavior. *Journal of Modern Science, 56*(2), 330-335.

Balamurugan, M. (2024). AI-driven adaptive content marketing: Automating strategy adjustments for enhanced consumer engagement. *International Journal for Multidisciplinary Research, 6*(5). 1-8.

Bashang, S. & Puttanna, K. (2023). The role of artificial intelligence in digital marketing: A review. *International Research Journal of Economics and Management Studies*, *2*(3), 125-133.

Başev, S.E. (2024). The role of artificial intelligence (AI) in the future of the advertising industry: Applications and examples of AI in advertising, *International Journal of Education Technology and Scientific Researches, 9*(26), 167-183.

Bormane, S. & Blaus, E. (2024). Artificial intelligence in the context of digital marketing communication. *Frontiers in Communication*. *(9),* 1-13.

Borrero, B. (2014). Advertising and the great depression. In. Coombs, D.S. & Batchelor, B. (Ed.), *We are what we sell* (pp. 63-73). USA: Bloomsbury Publishing.

Bozkurt, S., Uğursoy, A.S. & Meral, S.P. (2025). The impact of personalized messages and designs on consumer experiences and marketing communications in technology: Hyper-personalization. In. Dölkeleş, G. (Ed.), *Impact of contemporary technology on art and design* (pp. 135-164). Hershey, PA: IGI Global.

Chen, Y. & Prentice, C. (2024). Integrating artificial intelligence and customer experience. *Australasian Marketing Journal*, *33*(2), 141-153.

Chowdhury, R.H. (2024). Sentiment analysis and social media analytics in brand management: Techniques, trends, and implications. *World Journal of Advanced Research and Reviews, 23*(2), 287-296.

Cillo, P. & Rubera, G. (2025). Generative AI in innovation and marketing processes: A roadmap of research opportunities. *Journal of the Academy of Marketing Science, (53)*, 684-701.

Civelek, M., Červinka, M., Gajdka, K. & Nétek, V. (2021). Marketing communication tools and their influence on marketing innovation: Evidence from Slovakian SMEs. *Management & Marketing, 16*(3), 210-227.

Cunha, M.N. (2024). Transforming online retail: The impact of augmented and virtual reality on consumer engagement and experience in e-commerce in the context of the Sustainable Development Goals (SDG). *SDGsReview*, *5*, 1-26.

Davenport, T., Guha, A., Grewal, D. & Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science, 48*(1), 24-42.

Dilaver, H. & Dilaver, K.F. (2024). Algorithmic marketing. *International Journal of Engineering Science and Application, 8*(4), 76-84.

Durukal, E. (2019). Pazarlama 1.0'dan pazarlama 4.0'a doğru değişim. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 8*(3), 1613-1633.

Dzyabura, D. & Hauser, J.R. (2019). Recommending products when consumers learn their preference weights. *Marketing Science*, *38*(3), 417-441.

Ellitan, L. (2023). The role of experiential marketing, social media marketing and brand trust in increasing repurchase intention. *International Journal of Research, 10*(9), 181-191.

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.

Gao, B., Wang, Y., Xie, H., Hu, Y. & Hu, Y. (2023). Artificial intelligence in advertising: Advancements, challenges, and ethical considerations in targeting, personalization, content creation, and ad optimization. *SAGE Open, 13*(4), 1-20.

Gedik, Y. (2020). Pazarlamada yeni bir çerçeve: Sosyal medya ve Web 2.0. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 3*(1), 252-269.

Grewal, D., Satornino, C.B., Davenport, T. & Guha, A. (2025). How generative AI is shaping the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *(53),* 702-722.

Gross, E.C. (2025). Virtual influencers in the context of artificial intelligence: An overview of the emerging literature. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, 17*(66), 291-304.

Haider, R., Bari, F.A.I., Shaif, F.I., Rahman, M., Ohi, N.H. & Rahman, K.M. (2025). Quantifying the impact: Leveraging AI-powered sentiment analysis for strategic digital marketing and enhanced brand reputation management. *International Journal of Science and Research Archive, 15*(2), 1103-1121.

Harizi, A. & Trebicka, B. (2023). The integration of social media in integrated marketing communication: A systematic review and theoretical framework. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies, 12*(6), 159-176.

Huang, M.H. & Rust, R.T. (2021). A strategic framework for artificial intelligence in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *(48)*, 30-50.

Iwalehin, O. & Fisher, M. (2023). CRM with Salesforce, HubSpot and Motion AI: Chatbot-enabled CRM-An analysis of automated customer relationship management. *IRE Journals, 7*(5), 301-303.

Keller, K.L. (2012). *Strategic brand management: Building, measuring, and managing brand equity* (4th Ed.). Harlow, UK: Pearson.

Kietzmann, J., Paschen, J. & Treen, E. (2018). Artificial intelligence in advertising: How marketers can leverage artificial intelligence along the consumer journey. *Journal of Advertising Research, 58*(3), 263-267.

Kotler, P., Kartajaya, H. & Setiawan, I. (2017). *Marketing 4.0: Moving from traditional to digital*. Hoboken, NJ: Wiley.

Kotler, P., Keller, K.L. and Chernev, A. (2021). *Marketing management* (16th Ed.). Harlow, UK: Pearson.

Kumar, V., Ashraf, A.R. & Nadeem, W. (2024). AI-powered marketing: What, where, and how? *International Journal of Information Management, (77)*, 1-24.

Kumari, K.W.S.N. (2022). How social media marketing activities influence brand loyalty through brand identity and brand awareness during COVID-19. *Studies of Applied Economics, 40*(3), 1-18.

Lemon, K.N. & Verhoef, P.C. (2016). Understanding customer experience throughout the customer journey. *Journal of Marketing, 80*(6), 69-96.

Lepisto, L.R. & Wilson, T.C. (2015). Marketing strategy in the 1980's: Major changes ahead for marketers. In. Bellur, V. (Ed.), *Marketing horizons: A 1980's perspective. Developments in marketing science* (pp. 135-137). Proceedings of the Academy of Marketing Science, Cham: Springer.

Logemann, J., Cross, G. & Köhler, I. (2020). Beyond the mad men: Consumer engineering and the rise of marketing management, 1920s-1970s. In. Logemann, J., Cross, G. & Köhler, I. *Consumer engineering, 1920s-1970s: Marketing between expert planning and consumer responsiveness* (pp. 1-20). Cham: Palgrave Macmillan.

Mende, M., Scott, M.L., van Doorn, J., Grewal, D. & Shanks, I. (2019). Service robots rising: How humanoid robots influence service experiences and elicit compensatory consumer responses. *Journal of Marketing Research*, *56*(4), 535-556.

Mladenović, M., Jocić, K.J., Đukić, T., Momčilović, O. & Maričić, S. (2024). Reshaping digital landscapes: Analyzing the impact of AI in digital marketing strategies on local SMEs. *Science International Journal*, *3*(4), 99-104.

Muminov, H. (2024). The future of AI in digital marketing: Trends and predictions for 2025. *International Journal of Artificial Intelligence for Digital Marketing, 1*(4), 1-7.

Nazib, M.A.A., Welsa, H. & Ningrum, N.K. (2024). The influence of content marketing, experiential marketing, and influencer marketing on customer loyalty mediated by customer engagement. *Dinasti International Journal of Economics, Finance and Accounting, 5*(4), 3430-3441.

Nkembuh, N. (2024). Beyond algorithms: A comprehensive analysis of AI-driven personalization in strategic communications. *Journal of Computer and Communications, 12*, 112-131.

Ntapiapis, N.T. (2023). Artificial intelligence in digital marketing: Descriptive analysis of companies' artificial intelligence strategies with random sampling. *Etkileşim, 6*(12), 368-387.

Petty, R.D. (2025). *From marking products to marketing brands.* Cham: Palgrave Macmillan.

Purwati, A. & Ariyani, N. (2025). Integrated marketing communication in building brand equity in the social media era. *Ilomata International Journal of Social Science*, *6*(2), 610-629.

Rehman, F.U., Javed, F., Mdyusoff, R., Harun, A., Khan, A. & Ismail, F. (2019). What is advertising? A short review of historical development. *Academic Research International, 10*(4), 128-143.

Rehman, S.U., Gulzar, R. & Aslam, W. (2022). Developing the integrated marketing communication (IMC) through social media: The modern marketing communication approach. *SAGE Open, 12*(2), 1-15.

Reisenbichler, M., Reutterer, T., Schweidel, D.A. & Dan, D. (2022). Frontiers: Supporting content marketing with natural language generation. *Marketing Science, 41*(3), 539-555.

Rita, P., Omran, W., Ramos, R.F. & Costa, T. (2025). Exploring the applications of artificial intelligence in marketing: A topic modelling analysis. *Tourism & Management Studies, 21*(1), 39-55.

Rolando, B. (2024). The role of artificial intelligence in personalized and customized engagement marketing: A comprehensive review. *Economic and Business Journal (ECBIS), 2*(3), 301-316.

Ryan, D. (2016). *Understanding Digital Marketing: Marketing Strategies for Engaging the Digital Generation* (4th Ed.). London: Kogan Page.

Stole, I.L. (2012). *Advertising at war: Business, consumers, and government in the 1940s.* Urbana: University of Illinois Press.

Uwimana, C., Niyigena, C., Nshutiyimana, G. & Umutoniwase, E. (2025). Artificial intelligence for big data in modern marketing: A review about trends, applications, and challenges. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science, 14*(2), 165-183.

Verma, S., Sharma, R., Deb, S. & Maitra, D. (2021). Artificial intelligence in marketing: Systematic review and future research direction. *International Journal of Information Management Data Insights, 1*(1), 1-8.

Vijayakumar, M., Varsini, S.R. & Meeran, S.M. (2024). A study on chatbots and virtual assistants in customer engagement: A review. *International Journal of Engineering and Management Research, 14*(1), 204-208.

Yarkın, D. & Topsümer, F. (2015). The strategic planning process of social media advertising, in the context of integrated marketing communication. In. Taşkıran N. & Yılmaz, R. (Ed.), *Handbook of research on effective advertising strategies in social media age* (pp. 100-120). Hershey, PA: IGI Global.

COVID-19 PANDEMİSİNDE EĞİTİMCİ VE ÖĞRENCİ İLİŞKİSİNİN DÖNÜŞÜMÜ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Doç. Dr. Selin BİTİRİM OKMEYDAN
Ege Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Halkla İlişkiler ve Tanıtım Bölümü,
selin.bitirim.okmeydan@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7996-2178

Özet

Sağlık alanında küresel bir kriz yaratan COVID-19 pandemisi, aynı zamanda eğitim sisteminin işleyişini, öğrenme ortamlarını ve eğitimci-öğrenci ilişkisini de köklü biçimde dönüştürmüştür. Pandemide zorunlu olarak uzaktan eğitime geçilmesi, eğitim sürecinin mekânsal ve zamansal sınırlarını bulanıklaştırmıştır. Bunun yanı sıra uzaktan eğitim, öğrencilerin ev yaşamları ile akademik yaşamları üzerinde çeşitli değişimlere yol açmış ve bu durum özellikle iletişim biçimlerini, motivasyon düzeylerini ve performanslarını derinden etkilemiştir. Uzaktan eğitimde kamera kullanımı, çevrim içi etkileşim örüntüleri, motivasyon eksikliği ve mekân algısı gibi unsurlar, eğitimci ve öğrenci arasındaki ilişkinin niteliğini yeniden şekillendirmiştir. Dolayısıyla pandemi döneminde uzaktan eğitime maruz kalan üniversite öğrencilerinin eğitimcilerle kurdukları ilişkiyi nasıl deneyimlediklerinin ve pandemi ile dönüşen eğitimci-öğrenci ilişkisinin eğitim sürecine nasıl yansıdığının incelenmesi önemli bir gereklilik hâline gelmiştir.

Bu çalışmada COVID-19 pandemisinde ulusal çapta yaşanan uzaktan eğitimin eğitimci ve öğrenci arasındaki ilişkiye yansımalarını ve eğitim sürecindeki dönüşümü ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda nitel araştırma yöntemi izlenmiş ve yüz yüze görüşmelerden yararlanılmıştır. İzmir'de bir devlet ve bir vakıf üniversitesinin 2. ve 4. sınıflarında eğitim gören toplam 12 öğrenci ile 17-28 Ocak 2022 tarihleri arasında görüşmeler gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Böylece ilk üniversite deneyimi pandemi sürecine denk gelen ve uzaktan eğitimle üniversiteye başlayan 2. sınıf öğrencileri ile yüz yüze eğitim deneyimi olan ve pandemi ile uzaktan eğitime geçen 4. sınıf öğrencilerinin kıyaslanması hedeflenmiştir. Araştırma sonuçları, pandemi sürecini deneyimleyen öğrencilerin uzaktan eğitimde eğitimciler ile ilişkilerinin sınıflarına göre değiştiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Pandemi, Uzaktan Eğitim, Çevrim İçi Etkileşim, Motivasyon

A STUDY ON THE TRANSFORMATION OF THE EDUCATOR–STUDENT RELATIONSHIP DURING THE COVID-19 PANDEMIC

Abstract

The COVID-19 pandemic, which created a global crisis in the field of public health, profoundly transformed the functioning of the education system, learning environments, and the relationship between educators and students. The compulsory shift to online education blurred the spatial and temporal boundaries of the learning process. Moreover, remote learning led to various changes in students' home and academic lives, deeply influencing their communication practices, motivation levels, and performance. Elements such as camera use, online interaction patterns, diminished motivation, and altered perceptions of physical space reshaped the quality of the educator–student relationship. Accordingly, understanding how university students who experienced online education during the pandemic perceived their relationships with educators, and examining how the transformed educator–student dynamic influenced the learning process, has become a significant necessity.

This study aims to explore the impact of nationwide online education during the COVID-19 pandemic on the relationship between educators and students, as well as the resulting transformation of the educational process. For this purpose, a qualitative research design was employed, and face-to-face interviews were conducted. Interviews were held between 17 and 28 January 2022 with a total of 12 students enrolled in the second and fourth years of one public and one foundation university in İzmir, and the data were analyzed through descriptive analysis. The study sought to compare second-year students, whose initial university experience coincided with the pandemic and who therefore began their studies through remote learning, with fourth-year students who had experienced face-to-face education but transitioned to online learning due to the pandemic. The findings indicate that the nature of the educator–student relationship during online education varied depending on students' year of study.

Keywords: Pandemic, Distance Education, Online Interaction, Motivation

1. GİRİŞ

İnsanlık, tarih boyunca çeşitli salgın hastalıklarla karşı karşıya gelmiş ve yaşanan her salgın hastalık, önemli toplumsal değişimlere yol açmıştır. Söz konusu değişimler, ekonomiden toplumsal yaşama kadar çok farklı konular üzerinde iz bırakmıştır. Günümüzde ise insanlık, katettiği tüm gelişmelere rağmen beklenenin aksine yine salgın hastalıklarla karşı karşıya gelmektedir. Bilim insanları, özellikle son yıllarda giderek kötüleşen iklim değişikliği ve bozulan ekolojik düzenin insanlığın hiç karşılaşmadığı yeni salgın hastalıkların ortaya çıkmasında önemli bir etken olduğunu ileri sürmektedir (Rice, 2020). Bu noktadan hareketle Klenert vd. (2020), çalışmalarında iklim değişikliğinden kaynaklanan çevresel faktörlerin gelecekte de küresel salgınları yaratma potansiyeli olduğuna dikkat çekmektedir. Yine World Economic Forum tarafından yayımlanan The Global Risks Report 2022'de, gelecekte yaşanması muhtemel iklim değişikliği ve buna bağlı ortaya çıkabilecek yeni salgınlara işaret edilmektedir (World Economic Forum, 2022).

Yeni bir hastalığın küresel boyutta yayılması literatürde "pandemi" olarak yer almaktadır (Kelly, 2011: 540). Pandemi, eski Yunancada bütün, tüm anlamına gelen "pan" ve insanlar anlamına gelen "demos" sözcüklerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir kavramdır (Qiu vd., 2017: 3). Pandemiden söz edebilmek için daha önce karşılaşılmamış yeni bir hastalığın insanlar açısından son derece tehlikeli olması, yüksek bulaşıcılık ve coğrafi yayılım göstermesi ve bu süreçte nüfus bağışıklığının düşük olması gibi bazı parametrelerin ortaya çıkması gerekmektedir (Morens, 2009). İlk kez 2019 yılında Çin'in Wuhan kentinde görülen yeni tip koronavirüs olarak adlandırılan COVID-19, belirtilen tüm bu parametrelere sahip olduğundan Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından 11 Mart 2020'de pandemi olarak ilân edilmiştir (WHO-Europe, 2020).

COVID-19, ilk dönemlerde son derece bulaşıcı ve ölümcül olduğu, hızlı yayıldığı ve bu virüse karşı en başta etkili bir ilaç olmadığı için pandemi ilânıyla birlikte kademeli şekilde dışarı çıkma yasakları ve kısıtlamaları ortaya çıkmıştır (Khatatbeh, 2020). Pandemi ile başlayan bu yasaklar ve kısıtlamalar nedeniyle birçok meslek grubu evden çalışmaya geçmiştir. Ayrıca ilköğretimden üniversitelere kadar tüm eğitim süreçleri de bu küresel salgına acil bir yanıt olarak uzaktan yürütülmüştür. Zorunlu uzaktan eğitime geçilmesiyle birlikte dünya genelinde ilköğretim düzeyindeki 1.2 milyar çocuk (Li ve Lalani, 2020) ve 220 milyon üniversite öğrencisi genç (UNESCO, 2021) ise eğitimlerini evlerinden çevrim içi yöntemlerle sürdürmek durumunda kalmıştır.

Bu çalışmada COVID-19 pandemisi sürecinde ulusal çapta deneyimlenen uzaktan eğitimin, eğitimci ve öğrenciler arasındaki ilişkiye nasıl yansıdığını ve eğitim sürecini nasıl değiştirdiğini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda nitel araştırma yöntemi izlenmiş ve yüz yüze görüşmelerden yararlanılmıştır. İzmir'de bir devlet ve bir vakıf üniversitesinin 2. ve 4.sınıflarında eğitim gören toplam 12 öğrenci ile 17-28 Ocak 2022

tarihleri arasında görüşmeler gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Böylece ilk üniversite deneyimi pandemi sürecine denk gelen ve uzaktan eğitim ile üniversiteye başlayan 2. sınıf öğrencileri ile yüz yüz eğitim deneyimi olup pandemi ile uzaktan eğitime geçen 4. sınıf öğrencilerinin kıyaslanması hedeflenmiştir. Araştırma sonuçları, pandemi sürecini deneyimleyen öğrencilerin uzaktan eğitimde eğitimciler ile ilişkilerinin sınıflarına göre değiştiğini göstermiştir.

2. YÖNTEM

İzmir'de bir vakıf ve bir devlet üniversitesinin iletişim fakültelerinde eğitim gören 2. ve 4. sınıf öğrencilerinin uzaktan eğitim deneyimlerine ışık tutmak ve uzaktan eğitime yönelik görüşlerini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilen araştırmanın tasarımına aşağıdaki alt başlıklarda yer verilmiştir.

2.1. Amaç ve Yöntem

Bu çalışma, COVID-19 pandemisi sürecinde uzaktan eğitime geçmek zorunda kalan ve iletişim fakültelerinde eğitim gören üniversite öğrencilerine odaklanmaktadır. Bu noktadan hareketle pandemi döneminde uzaktan eğitime geçen öğrencilerin görüşlerinden yola çıkarak uzaktan eğitimin öğrenci ve eğitimciler arasındaki iletişimi nasıl dönüştürdüğünün derinlemesine öğrenilmesi amaçlanmaktadır.

Çalışma amacı doğrultusunda nitel araştırma yöntemlerinden fenomenolojik desen benimsenmiş ve veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşme yöntemi tercih edilmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinden fenomenolojik desende sıklıkla kullanılan veri toplama tekniklerinden biri olan görüşme, esas olarak insanların geçmiş, şimdi ya da gelecekle ilgili tutum, görüş ve davranışları ile ilgili bilgi almak üzere başvurulan bir veri toplama tekniğidir (Güler vd., 2013).

Derinlemesine görüşme, tek bir katılımcı ile gerçekleştirildiği için veri kaybı yaşanmamakta, katılımcının konunun dışına sapması gibi bir durum söz konusu olmamaktadır (Kurtuluş, 2010). Bununla birlikte nicel yöntemin aksine genelleme yapmak yerine derinlemesine veri toplama amacı güden nitel yöntem, küçük örneklemlerle katılımcıların deneyimlerini görüşme, odak grup çalışmaları, gözlem gibi veri toplama teknikleriyle saptamaya çalışmaktadır (Başkale, 2016).

Bu çalışmada da örneklem grubunda yer alan katılımcılarla yüz yüze yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Edinilen veriler nitel ve karma araştırma verilerini analiz etmek için tasarlanmış MAXQDA (2020) programı ile deşifre edilerek kodlanmış, temalara ayrılmış ve açıklanmıştır.

2.2. Araştırma Soruları

Pandemi süreciyle birlikte zorunlu olarak uzaktan eğitime geçilmesi, farklı kademedeki birçok eğitim kurumu için eğitim verimliliğinin sorgulanmasına neden olmuştur. Bu süreçte yapılan araştırmalar; pandemi döneminde uzaktan eğitimin öğrenci motivasyonunu olumsuz etkilediğini (Garcia ve Renavo, 2022; Sieber vd.,

2020), öğrencilerin kendi ve eğitimcilerle aralarındaki ilişkinin duygusal olarak daha çok kırılganlaştığını (Tzafilkou vd., 2021; Fukuda ve Fukuda, 2022) ve genel olarak eğitim verimliliğinin yetersiz olduğunu göstermiştir (Nenko vd., 2020; Murphy, 2020). Literatürdeki söz konusu bulgulardan hareketle bu çalışmada iki araştırma sorusuna (A.S.) cevap bulunmaya çalışılmaktadır:

A.S.$_1$: Zorunlu uzaktan eğitim süreci öğrencilerin eğitimcileri ile olan iletişimini nasıl dönüştürmüştür?

A.S.$_2$: Pandemi vb. durumlarda zorunlu olarak uygulanan uzaktan eğitim süreci öğrenciler açısından nasıl daha verimli hâle getirilebilir?

2.3. Araştırmanın Örneklemi

Örneklem; evrenin tümüne ulaşmanın her zaman mümkün olmadığı durumlarda, evrenle ilgili herhangi bir olguyu araştırmak amacıyla evren içerisinden, evreni temsil etmesi amacıyla seçilen küçük toplulukları ifade etmektedir (Altındiş ve Ergin, 2018). Bu araştırmanın örneklem seçiminde ise amaca yönelik örnekleme yöntemi uygulanmıştır. Amaca yönelik örnekleme, nitel araştırma yöntemlerinde sıkça başvurulan ve araştırmacıların, belirlenen amaca uygun birimleri incelemesine izin veren bir yöntemdir (Erdoğan, 2007). Bu örneklem yöntemi üzerinden gerçekleşen araştırmalarda örneklem büyüklüğünden ziyade veri doygunluğuna ulaşılması esastır (Creswell, 2019).

17-28 Ocak 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu araştırmada, İzmir'de bir vakıf üniversitesinin iletişim fakültesinde eğitim gören 3 adet 2. sınıf ile 3 adet son sınıftan toplam 6 öğrenci ve yine İzmir'de bir devlet üniversitesinde eğitim gören 3 adet 2. sınıf ile 3 adet son sınıftan 6 öğrenci olmak üzere toplam 12 öğrenci amaçlı örneklem yöntemine göre seçilmiştir.

2.4. Araştırma Etiği

Araştırma kapsamında yapılan görüşmeler, katılımcıların hür iradeleri ile gerçekleştirilmiş ve katılımcılar, görüşme öncesi araştırmanın amacı, görüşmede sorulacak sorular ve görüşmeci mahremiyeti hakkında detaylı şekilde bilgilendirilmiştir. Araştırma etiği gereği, katılımcı öğrencilerin kimlik bilgileri ve eğitim görmekte oldukları üniversitelerin isimleri gizli tutulmuş ve bütün katılımcılar; Katılımcı 1 … Katılımcı 12 olmak üzere rakamsal olarak kodlanmıştır. Katılımcıların ses kayıtları araştırmacı dışında bir kişi veya kuruluşla paylaşılmamış, ses kayıtlarının deşifrelerinin yapılmasının ardından kayıtlar kalıcı olarak kayıt cihazından silinmiştir.

3. BULGULAR

Araştırmada izlenen betimsel analiz yöntemi ile araştırma soruları kapsamında elde edilen verilerin tanımlanması, kategorize edilmesi, açıklanması ve yorumlanmasıyla bilimsel sonuçlara ulaşılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler, tümevarımsal yaklaşım ile yorumlanmış ve belirlenen temalar kapsamında

katılımcıların görüşlerinden hareketle genel çıkarımlar yapılmıştır. Bulguların analiz edilmesinde katılımcıların sorulara verdikleri yanıtlar dikkate alınmıştır. Elde edilen veriler, araştırma soruları çerçevesinde saptanan dört temaya göre yorumlanmıştır. Araştırma kapsamında oluşturulan bu temalar aşağıdaki gibidir:

Tema 1: *Özel Alan İhlali*

Tema 2: *Oryantasyon Eğitimi*

Tema 3: *İletişimde Samimiyet Eksikliği*

Tema 4: *Öğrenci Performansında Azalma*

3.1. Özel Alan İhlali Temasının Analizi

Bu temada devlet ve vakıf üniversitesinde eğitim gören öğrenciler arasında farklılık saptanmamış, ancak öğrencilerin sınıflarına göre bir farklılık oluştuğu tespit edilmiştir. Bu temada öğrencilerin çoğunluğu, derste kamera açılması istendiği zaman, ev ortamının uygun olmamasından dolayı özel alanlarının ihlal edildiği hissine kapıldıklarını belirtmiştir. Özel alan ihlalini dile getiren öğrenciler, genellikle evlerinde kendilerine ait bir çalışma ortamı olmadığı ya da evlerinin görünmesinden utandığı için kamera açmayı istemediklerini vurgulamışlardır. Öğrencilerin bu soruya, birbirine çok benzer ve ortak yaklaşımlarda bulunarak yanıt verdikleri izlenmiştir.

Öğrencilerin yanıtlarına göre bu temada ortaya çıkan bir diğer unsur ise eğitimciler ile iletişimde özel alan ihlaline yönelik düşüncelerdir. Bu konuda öğrencilerin sınıflarına göre farklılıklar tespit edilmiştir. Son sınıftaki öğrencilerin, eğitimcilerin özel alanını ihlal etme endişesi taşıdıkları ve bu nedenle eğitimcilerle genellikle e-posta yoluyla iletişim kurmaya çabaladıkları, telefonla görüşmeleri gerekiyorsa eğitimcileri mesai saatleri içerisinde aramaya özen gösterdikleri öne çıkmıştır. 2. sınıf öğrencilerinin ise bu bilinçten uzak olduğu görülmüş; bu öğrencilerin, eğitimcilerin özel telefonlarından istedikleri zaman onlara ulaşmaktan çekinmediği izlenmiştir.

Bu temada öğrencilerin kamera açıp derse katılma isteği özel alan ihlali olarak görülürken eğitimcilere istendiği zaman e-posta atılmasının özel alan ihlali olarak değerlendirilmediği dikkat çekmiştir. Ayrıca bu konuda son sınıf öğrencilerinin daha bilinçli olduğu, eğitimcilere cep telefonundan ulaşmaktan kaçındığı ve mesai saatleri dışında iletişim kurmadığı görülmüştür. Oysa 2. sınıf öğrencilerinde henüz bu bilincin oluşmadığı ve eğitimcilere Whatsapp üzerinden mesaj atmaktan çekinmedikleri, eğitimcilerin cep telefonlarını arayarak iletişim kurdukları ve mesai içi veya mesai dışı saatleri dikkate almadıkları gözlenmiştir.

3.2. Oryantasyon Eğitimi Temasının Analizi

Devlet ve vakıf üniversitelerindeki öğrencilerin çoğunluğu pandemi sürecinde oryantasyon eğitimi verilmemesini eğitimci ve öğrenci iletişiminde önemli bir eksiklik olarak görmüştür. Pandemi sürecinde

yaşanan sorunların birçoğunu oryantasyon eksikliğine bağlayan öğrenciler, üniversitelerin etkinlik düzenlemek yerine eğitimciler ve öğrenciler arasında iletişime yönelik oryantasyon eğitimini daha verimli bulduklarını dile getirmişlerdir.

Öğrencilerin çoğunluğu, üniversiteler tarafından öğrencilerin motivasyonunu artırmaya ve onları hem kendi içlerinde hem de eğitimciler ile bir araya getirmeye yönelik çok sayıda etkinlik yapıldığını belirtmişlerdir. Ancak bu etkinliklerin amacından saptığını, öğrencilerin motivasyonunu sağlamaktan uzaklaştığını, birçok etkinliğe katılmanın zorunlu tutulmasının öğrencileri rahatsız ettiğini ve çok sayıda etkinliğin dikkati daha fazla dağıttığını söylemişlerdir. Bu konuda özellikle devlet üniversitelerindeki öğrencilerin çok fazla sayıda düzenlenen etkinliklerden sıkıldıklarını belirtmeleri dikkat çekmiştir.

Öğrencilerin bu etkinlikler yerine daha fazla oryantasyon eğitimi almayı tercih ettikleri saptanmıştır. Devlet ve vakıf üniversitelerindeki öğrencilerin neredeyse tamamının vurguladığı bu isteğin, özellikle 2. sınıf öğrencilerinden geldiği dikkat çekmiştir. Bu isteğin, üniversite deneyimi pandemi sürecine denk gelen ve görüşmelerin gerçekleştirildiği tarih aralığında 2. sınıf olan öğrencilerden gelmesi anlaşılır bir noktadır. Bu öğrencilerin daha önce üniversitede yüz yüze eğitim görmemiş olmaları, eğitimcilerle nasıl iletişim kuracaklarını bilmemelerine yol açmış ve oryantasyon konusunda yaşanan eksiklikler, belirsizliği beraberinde getirmiştir.

3.3. İletişimde Samimiyet Eksikliği Temasının Analizi

Bu temada öğrencilerin benzer görüşleri olduğu görülmüştür. Öğrencilerin verdiği yanıtlara göre pandemi sürecinde yüz yüze eğitimin yerini alan uzaktan eğitimin, öğrencilerin eğitimciler ile kurdukları iletişimin kalitesini bozduğu anlaşılmıştır. Bu temayı oluşturan görüşlere göre öğrenciler, ders motivasyonunu ve eğitim kalitesini artırmak için eğitimcilerle kurulan iletişimi son derece önemli gördüklerini belirtmiştir. Yüz yüze iletişimde eğitimcilerle bir araya geldiklerinde iletişimin güçlendiğini dile getiren öğrenciler, oluşan samimi iletişim ortamını ise kendileri için oldukça yararlı bulduklarını söylemişlerdir.

Ancak öğrenciler, pandemi süreci ile uzaktan eğitimin başlaması sonucunda eğitimciler ile kurdukları samimi iletişimin ortadan kalktığını vurgulamışlardır. Öğrenciler, uzaktan eğitimde eğitimcileri ekrandan görmelerine rağmen sınıf içindeki gibi bir etkileşimin oluşmadığını, kendilerini ifade etmekten çekindiklerini ve daha resmî bir iletişim atmosferi doğduğunu dile getirmişlerdir. Bu konuda devlet ve vakıf öğrencileri arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

Buna karşın, temayı oluşturan görüşlerde öğrencilerin sınıflarına göre farklılık oluştuğu izlenmiştir. Görüşmelerin gerçekleştirildiği tarihte 2. sınıf olan öğrenciler, daha önce yüz yüze iletişim deneyimi edinmeden üniversite yaşamına uzaktan eğitimle başladıkları için eğitimcilerle yakın ve samimi iletişim kuramadıklarını

özellikle vurgulamışlardır. Eğitimcileri tanımadıkları ve onları sadece ekrandan gördükleri için kendilerini eğitim sürecine daha yabancılaşmış hissettiklerini belirtmişlerdir. Bu temada son sınıf öğrencileri ise yüz yüze iletişim deneyimi olmasına rağmen birden alıştıkları iletişim ortamının değişmesini yadırgadıklarını ve yakın iletişim içinde oldukları eğitimcilerle bile pandemi sürecinde uzaklaştıklarını söylemişlerdir. Eğitimcilerle yüz yüze eğitimde kurulan samimi ilişkilerin uzaktan eğitimde aynı olmadığının altını çizen öğrenciler, eğitimcilerin kendileri ile samimi bir atmosfer kurmaya çalışmasına rağmen, uzaktan eğitimde yakınlık hissinin olmadığına dikkat çekmişlerdir.

3.4. Öğrenci Performansında Azalma Temasının Analizi

Devlet ve vakıf üniversitelerindeki öğrencilerin tamamı pandemi süresince devam eden uzaktan eğitimde performanslarının azaldığı konusunda görüş birliğine varmışlardır. Bu temada performans düşüşü ile ilgili görüşlerde öğrencilerin sınıflarına göre herhangi bir değişim izlenmemiştir. Eğitimcilerden bağımsız olarak uzaktan eğitimin öğrenci ve eğitimci arasındaki ilişkiyi olumsuz etkilediği ve bu durumun, öğrencilerin başarısına doğrudan yansıdığı hakkında uzlaşı sağlanmıştır.

Bu temada öğrenciler, pandemide uzaktan eğitimin hem kendi hem de eğitimcilerle aralarındaki etkileşimi azalttığını, ancak etkileşimin başarı ve performans açısından önemli olduğunu dile getirmişlerdir. Öğrenciler, uzaktan eğitimin bir arada olma hissi veremediğini ve öğrencilerin sınıf bağlamından uzaklaşarak daha önce deneyimlemedikleri bir süreçte kendilerini güvensiz hissettiklerini söylemişlerdir. Uzaktan eğitimin doğası gereği yakınlığa izin vermediği, eğitimcilere rağmen derslerde kendilerini daha çekingen hissettikleri için istenen etkileşimin kurulamadığı ve bu durumun ise performans düşüşüne yol açtığı belirtilmiştir.

Öğrenciler, eğitimcilerle kurdukları iletişimin ve yaratılan etkileşimin yoğunluğuna göre derslerde daha başarılı olduklarını, derslere daha fazla ilgi duyduklarını ve bunun sonucunda derslerdeki performanslarının arttığını vurgulamışlardır. Uzaktan eğitimin sınıf içi iletişimde ve etkileşim süreçlerinde kopukluk yarattığının altını çizen öğrenciler, kendi akademik başarıları ve performanslarındaki düşüşü bu sebebe bağlamışlardır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Uzaktan eğitim, yeni bir kavram olmasa da teknolojideki ilerlemeler ile bu uygulamaların kapsamı oldukça genişlemiştir. Özellikle 2020 yılının ilk aylarından itibaren tüm dünyayı etkileyen COVID-19 pandemisinde yüz yüze eğitime bir alternatif olarak tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de pandemiye hızlı bir yanıt niteliğinde uygulanmaya başlanan uzaktan eğitim, birçok tartışmanın fitilini ateşlemiştir. Bu tarihten itibaren ulusal ve uluslararası literatürde uzaktan eğitime odaklanan çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada pandemi sürecinde uygulanan uzaktan eğitimde öğrenci ve eğitimciler arasındaki iletişimin dönüşümünü ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 17-28 Ocak 2022 tarihleri

arasında İzmir'de bir devlet ve bir vakıf üniversitesinin 2. ve 4. sınıflarında eğitim gören toplam 12 öğrenci ile yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Böylece ilk üniversite deneyimini uzaktan eğitimle pandeminin gölgesi altında yaşayan ve görüşmelerin gerçekleştirildiği tarih aralığında 2. sınıf olan öğrenciler ve daha önce yüz yüze eğitim görürken pandemi ile birdenbire uzaktan eğitime geçen öğrenciler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalarda çoğu zaman benzer görüşlere ulaşılmıştır. Araştırmada kullanılan fenomenolojik yöntem gereği katılımcılar, pandemi sürecini deneyimleyen öğrencilerden oluştuğu için benzer görüşlerin ortaya çıkmasını, araştırmanın doğal bir sonucu olarak düşünüp yorumlamak mümkündür.

Araştırmada öğrencilerin görüşlerine göre dört tema oluşmuş ve bu temalar betimsel analiz kapsamında çözümlenmiştir. Ortaya çıkan *"Özel Alanın İhlali"* konulu ilk temada, öğrencilerin uzaktan eğitim sürecinde kamera açmaktan çekindiği, özellikle kendilerine ait çalışma ortamı olmayan öğrencilerin bunu özel alan ihlali olarak değerlendirdiği, evini beğenmeyen öğrencilerin ise kamera açmaktan utandığı ve evini kimsenin görmesini istememesi nedeniyle kamera açmadığı dikkat çekmiştir. Bu temada 2. sınıf öğrencilerinin özel alan algısının kendileri ile sınırlı olduğu görülmüştür.

Özel alan ihlalini içeren ilk temada, öğrencilerin devlet ve vakıf üniversitesi kapsamında fark göstermeden çoğunlukla benzer görüşleri paylaştığı tespit edilmiştir. Ancak bu temada, öğrencilerin sınıfları büyüdükçe daha bilinçli davranışlar sergilediği ortaya çıkmıştır. Bu temanın, öğrencilerin pandemiden önce üniversitede yüz yüze eğitim alıp almadıklarına göre farklılık gösterdiği izlenmiştir. Buna göre pandemi sonucunda üniversite yaşamına uzaktan eğitim aracılığıyla başlamak zorunda kalan öğrenciler ile pandemi öncesinde yüz yüze eğitim alan ve eğitimciler ile yüz yüze iletişim deneyimi olan öğrencilerin farklılık göstermesi doğal kabul edilebilmektedir. Öğrencilerin yüz yüze eğitim deneyiminin pandemi sürecine de yansıdığı ve edinilen deneyimin, eğitimcilerle iletişim kurma noktasında belirleyici olduğu saptanmıştır. Bu sonuç, Pokhrel ve Chhetri'nin (2021) pandemide uzaktan eğitimin öğrenci ve eğitimci iletişimini nasıl dönüştürdüğünü açıklamaya yönelik çalışmasında öne çıkan bulgularla örtüşmüş ve uzaktan eğitimin özel alan, mahremiyet ihlali ve psikolojik çekinceler gibi konularla ilişkili algılandığı bulgusuyla benzerlik göstermiştir.

Araştırmanın ikinci teması olan *"Oryantasyon Eğitimi"* başlığında, öğrencilerin pandemi sürecinde en çok zorlandıkları konuların başında eğitimcilerle iletişimi güçlendirecek oryantasyon eğitiminin eksikliği geldiği saptanmıştır. Öğrenciler, uzaktan eğitimde üniversiteler tarafından birçok etkinlik yapıldığını, ancak bu süreçte oryantasyon eğitiminin ya hiç verilmediğini ya da yeterli düzeyde olmadığını belirtmişlerdir. Bu temada özellikle uzaktan eğitimle üniversiteye yeni başlayan ve görüşmelerin gerçekleştirildiği tarihlerde 2. sınıf olan öğrencilerin daha çok zorlandığı görülmüştür. Bu öğrencilerin üniversiteye yeni başlamaları ve kendileri için yabancı bir süreçten geçmeleri başlı başına oryantasyon süreci gerektirmektedir. Öğrenciler, çoğu zaman sınıf

içi etkileşimle bu oryantasyon sürecini doğal olarak yaşamaktadır. Oysa bu sürecin pandemiye denk gelmesi ve öğrencileri sınıfta bir araya getirecek etkileşimin olmaması belirsizliği artıran bir faktör olarak değerlendirilebilmektedir.

Daha önceden yüz yüze eğitim deneyimi olmasına rağmen pandemi ile uzaktan eğitime geçen 4. sınıf öğrencilerinin de oryantasyon konusuna dikkat çektiği görülmüştür. Ancak bu öğrenciler, pandemi öncesindeki yüz yüze iletişim deneyimlerinden dolayı bu süreci daha rahat atlattıklarını ve yeni deneyimlenen eğitim modeline daha kolay uyum sağladıklarını söylemiştir. Bu durum, pandemi gibi belirsiz ve bilinmez bir sürecin öğrenciler üzerinde baskı yarattığını göstermesi bakımından önemlidir. Dolayısıyla öğrencilerin sınıf gözetmeksizin oryantasyon sürecini elzem görmeleri ve uzaktan eğitimde oryantasyon eğitimini tavsiye etmeleri dikkat çekmiştir. Bu sonuç, Almusharraf ve Bailey (2021) ile Yau vd. (2022) tarafından yapılan çalışmalarda, pandemide oryantasyon çalışmalarının eğitimciler ve öğrenciler arasındaki iletişimi güçlendirmede rol oynadığı bulgularıyla benzerlik taşımaktadır.

"İletişimde Samimiyet Eksikliği" araştırmanın üçüncü temasıdır. Bu temada öğrenciler, uzaktan eğitimin eğitimcilerle kurdukları iletişime olumsuz yansıdığını ve samimi ilişkileri ortadan kaldırdığını vurgulamıştır. Öğrenciler, uzaktan eğitimde samimiyetin yerini resmî ilişkilerin aldığı konusunda birleşmiştir. Araştırma sürecinde 2. sınıf olan öğrenciler, üniversiteye uzaktan eğitim ile başladıkları için eğitimcileri yakından tanıma ve onlarla samimi ilişkiler geliştirme fırsatı bulamadıklarından yakınmıştır. Son sınıf öğrencileri ise samimi ilişkilerin uzaktan eğitimle soğuduğunu ve bu süreçte eğitimcilerle iletişim kurmada daha çekingenlik yaşadıklarını belirtmiştir. Özellikle son sınıf öğrencileri, daha önce samimi ilişkiler geliştirdikleri eğitimcilerin derslerinde bile daha tutuk ve çekingen olduklarını dile getirmiştir. Bu temada öğrencilerin "yanlış bir şey söyleme" korkusuyla derste eğitimcilere espri yapamadıklarını ve ders içinde kendilerine sorulan sorulara bile cevap vermekten kaçındıklarını söylemeleri dikkat çekmiştir.

Öğrenciler, yüz yüze eğitimde sınıf içi iletişim ortamında düşüncelerini açıklamaktan çekinmediklerini ancak uzaktan eğitimdeki yabancılaşma hissi nedeniyle yalnızca dersleri takip ettiklerini, kamera açsalar bile kendilerini rahat hissetmediklerini ve bu durumun eğitimciler ile kurdukları samimi iletişimi engellediğini belirtmiştir. Fukuda ve Fukuda (2022), pandemide eğitimcilere yüklenen sosyal ve psikolojik yükleri belirlemek amacıyla hazırladıkları çalışmada, uzaktan eğitimi iyileştirmede eğitimci-öğrenci ilişkisinin geliştirilmesini temel çıkış noktası olarak ele almış; bunun için eğitimci ve öğrenciler arasında yakın iletişimi oluşturacak optimal bir destek biçimi önermiştir. Bu araştırmada da tutarlı sonuçlar ortaya çıkmış ve öğrenciler tarafından dile getirilen eğitimcilerle samimi ilişkilerin bozulma kaygısını ortadan kaldırmaya yönelik iletişim stratejilerine önem verilmesi, uzaktan eğitimde iletişimi dönüştüren bir faktör olarak karşımıza çıkmıştır.

"Öğrenci Performansında Azalma" ise araştırmanın son temasıdır. Bu temada öğrencilerin tamamı ortak görüş sergilemiş ve uzaktan eğitimde akademik başarı ve performanslarının azaldığını belirtmiştir. Öğrenciler, sınıf bağlamında kurulan iletişimin ve etkileşimin kendilerini motive ettiğini ve performansları üzerinde doğrudan etkisi olduğunu vurgulamıştır. Oysa pandemi süreciyle yaşanan uzaktan eğitimde etkileşimden uzak kaldıkları için yabancılaşma ve uzaklaşma hissettiklerini ve bu durumun da akademik performanslarına olumsuz yansıdığını dile getirmiştir. Ayrıca bu temada pandemi süresince kullanılan uzaktan eğitim modelinin, öğrencilerin derse katılma ve ders çalışma motivasyonunda önemli bir düşüşe neden olduğu ortaya çıkmıştır.

Devlet ve vakıf üniversitesi fark etmeksizin bütün öğrenciler, bu süreçte motivasyonlarının azaldığını, istenen ölçüde etkileşim kuramadıkları bir ortamda kendilerini derse veremediklerini, sınıf bağlamından kopuk eğitimin öğrencilik doğasına uygun olmadığını, çevrim içi derslerde dikkatlerinin daha kolay dağıldığını ve özellikle sınavlarda daha çok baskı hissettiklerini belirtmiştir. Bu bulgular, Murphy (2020) ve Nenko vd. (2020) tarafından yapılan araştırma sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Söz konusu araştırmalarda, öğrencilerin pandemi sürecinde deneyimledikleri uzaktan eğitimde motivasyon ve performanslarının gözle görülür derecede azaldığı açığa çıkmış ve bu araştırmanın sonucu da ilgili araştırmaların sonuçlarını doğrulamıştır.

Araştırma sonucunda ortaya çıkan temalar, aynı zamanda uzaktan eğitimde yaşanan temel sorunlara da ışık tutmaktadır. Öğrencilerin dile getirdiği ve ısrarla altını çizdiği görüşler, uzaktan eğitimde öğrenciler ve eğitimciler arasındaki etkileşimin dönüşümüne işaret etmektedir. Bu sonuçlar, uzaktan eğitimin temel sorunlarını vurgulamakta ve uzaktan eğitimde bu konuların aşılması için yeni arayışlara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

Almusharraf, N.M. & Bailey, D. (2021). Online engagement during COVID-19: Role of agency on collaborative learning orientation and learning expectations. *Journal of Computer Assisted Learning, (37),* 1285-1295.

Altındiş, S. & Ergin, A. (2018). *Araştırma evreni ve örneklem*. Ş. Aslan (Ed.). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri* içinde (ss. 181-104). Konya: Eğitim Yayınevi.

Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 9*(1), 23-28.

Creswell, J.W. (2019). *Karma araştırma yöntemlerine giriş.* Ankara: Pagem Akademi.

Erdoğan, İ. (2007). Pozitivist *metodoloji-bilimsel araştırma tasarımı istatiksel yöntemler analiz ve yorum.* (2. Ed.). Ankara: Erk Yayınları.

Fukuda, Y. & Fukuda, K. (2022). Educators' psychosocial burdens due to the COVID-19 pandemic and predictive factors: A cross-sectional survey of the relationship with sense of coherence and social capital. *International Journal of Environmental Research and Public Health, (19),* 1-16.

Garcia, M.B. & Renavo, T.F. (2022). Pandemic, higher education, and a developing country: How teachers and students adapt to emergency remote education. Asia Pacific Information Technology Conference. Thailand, (January, 14-16), 111-115.

Güler, A., Halıcıoğlu, M.B. & Taşğın, S. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* Ankara: Seçkin Yayınları.

Kelly, H. (2011). The classical definition of a pandemic is not elusive. *Bull World Health Organ, (89),* 539-540.

Khatatbeh, M. (2020). Efficacy of nationwide curfew to encounter spread of COVID-19: A case from Jordan. *Frontiers in Public Health, 8*(893), 1-3.

Klenert, D, Funke, F., Mattauch, F. & Callaghan, B. (2020). Five lessons from COVID-19 for advancing climate change mitigation. *Environmental and Resource Economics, (76),* 751-78.

Kurtuluş, K. (2010). *Araştırma yöntemleri.* İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Li, C. & Lalani, F. (2020). The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. World Economic Forum. *https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/* adresinden edinilmiştir (Erişim Tarihi: 14.04.2022).

MAXQDA (2022). What does MAXQDA do? MAXQDA. *https://www.maxqda.com/why-maxqda* adresinden edinilmiştir (Erişim Tarihi: 21.04.2022).

Morens, D.M, Folkers, G.K. & Fauci, A.S. (2009). What is a pandemic? *The Journal of Infectious Diseases, (200),* 1018-1021.

Murphy, M.A.P. (2020). COVID-19 and emergency e-learning: Consequences of the securitization of higher education for post-pandemic pedagogy. *Contemporary Security Policy, (41)*3, 492-505.

Nenko, Y., Kybalna, N. & Snisarenko, Y. (2020). The COVID-19 distance learning: Insight from Ukrainian students. *The Brazilian Scientific Journal of Rural Education, (5),* 1-19.

Pokhrel, S. & Chhetri, R. (2021). A literature review on impact of COVID-19 pandemic on teaching and learning. *Higher Education for the Future, 8*(1), 133-141.

Qiu, W., Rutherford, S., Mao, A. & Chu, C. (2017). The pandemic and its impacts. *Health, Culture and Society, 9*(10), 1-11.

Rice, D. (2020). Scientists are seeing an 'acceleration of pandemics': They are looking at climate change. *https://www.usatoday.com/story/news/nation/2020/09/10/climate-change-covid-19-does-global-warming-fuel-pandemics/5749582002/* adresinden edinilmiştir (Erişim Tarihi: 23.03.2022).

Sieber, V., Hüppi, R. & Praetorius, A. K. (2020). *Teaching, motivation, and well-being during COVID-19 from the perspective of university students and lecturers.* Zurich, Swiss: University of Zurich.

Tzafilkou, K., Perifanou, M. & Economides, A.A. (2021). Negative emotions, cognitive load, acceptance, and self-perceived learning outcome in emergency remote education during COVID-19. *Education and Information Technologies, (26),* 7497-7521.

UNESCO (2021). UNESCO COVID-19 education response. UNESCO Digital Library. *https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378174* adresinden edinilmiştir (Erişim Tarihi: 23.04.2022).

WHO-Europe (2020). Coronavirus disease (COVID-19) pandemic *https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/novel-coronavirus-2019-ncov* adresinden edinilmiştir (Erişim Tarihi: 18.03.2022).

World Economic Forum (2022). *The global risks report 2022.* 17th Edition. Geneva: Switzerland.

Yau, A.H.Y., Yeung, M.W.L. & Lee, C.Y.P. (2022). A co-orientation analysis of teachers' and students' perceptions of online teaching and learning in Hong Kong higher education during the COVID-19 pandemic. *Studies in Educational Evaluation, (72),* 1-11.

BATI SİNEMASINDA MÜSLÜMAN KADIN TEMSİLİ: ŞEYH, KIZIM OLMADAN ASLA, ZORAKİ RADİKAL FİLMLERİ ÖRNEĞİ[1]

AYSUN SEVİNÇ
aysunsevinc@gmail.com, ORCID NUMARASI: 0000-0002-3479-6006

Özet

Batı sinemasında, İslam dinini ve Müslümanları resmetmek üzere kullanılan temsillere bakıldığında, filmlerin çoğunlukla gerçeklikten uzak, karikatür bir şablon üzerinden ilerlediği görülmektedir. Genelde Batı sinemasında ve özellikle Amerikan politikalarına paralel olarak üretimler yapan Hollywood yapımlarında, Müslüman karakterler beyazperdede ya kötücül kimlikler olarak temsil edilmekte ya da tümden yok sayılmaktadır.

11 Eylül eylemleri sonrasında da bu önyargılı ve tektipleştirici bakış açısının korunduğu ancak o tarihlere kadar oryantalizm olarak tanımlanan bakış açısının bu kez İslam düşmanlığına evrilerek İslamofobia şeklinde karşımıza çıktığını söylemek mümkündür. Batı sinemasında çizilen Müslüman stereotipin Müslüman kadın için de üzerine yapılan eklemelerle pek farklı olmadığı görülmektedir. Batı kökenli ya da batı etkisinde ortaya konan eserlerde, çoğunlukla salt Ortadoğu kökenli Arap kadını olarak gösterilen Müslüman kadın basma kalıp bir anlayışla tek tipleştirilmektedir. Müslüman kadın kimliksiz ve fiziksel ve psikolojik olarak istismara açık, cinsel bir obje ve sık sık şiddete maruz kalan silik karakterler olarak resmedilmektedir. Sosyal hayatın içinde ise sadece burka veya çador ile görebildiğimiz, sessiz ve isimsiz karakterler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada Batı sinemasındaki Müslüman ve Müslüman kadın imajı tanımlanarak, değişen dünya dinamiklerine bağlı olarak, 11 Eylül öncesi ve sonrasında Batı sinemasındaki Müslüman kadın temsilinin hangi kodlar üzerinden inşa edildiği ortaya konulmaya çalışılacaktır. Çalışmada Şeyh, Kızım Olmadan Asla ve Zoraki Radikal filmlerindeki Müslüman kadının nasıl temsil edildiği Teun A. Van Dijk'in Eleştirel Söylem Çözümlemesi yöntemi çerçevesinde incelenecektir. Çalışmaya konu olan Şeyh, Kızım Olmadan Asla, Zoraki Radikal filmleri, görsel/işitsel kodlar ve anlatı kodları bağlamında yapısal çözümlemeyle irdelenecektir. Bu çalışma ile örnek olarak seçilen filmlerdeki Müslüman kadın temsilinin, Batı sinemasında üretilen klasik temsillerle olan benzerlikleri karşılaştırılacak ve üretilen imaj çalışmasının hangi tarihsel arka plana dayandığı ortaya konularak, literatüre mütevazı bir katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: Batı sineması, müslüman kadın, imaj, sinema

[1] Bu çalışma Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İletişim Bilimleri Anabilim dalında Doç. Dr. Osman Vedüd Eşidir danışmanlığında yürütülen "Batı Sinemasında Müslüman kadın Temsili: Şeyh, Kızım Olmadan Asla, Zoraki Radikal Filmleri Örneği" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

REPRESENTATION OF MUSLIM WOMEN IN WESTERN CINEMA: EXAMPLE OF ŞEYH, NEVER WITHOUT MY DAUGHTER, FORCED RADICAL FILMS[2]

Abstract

In Western cinema, representations of Islam and Muslims are often portrayed through a caricature, far removed from reality. In Western cinema, and particularly in Hollywood productions aligned with American policies, Muslim characters are portrayed on screen as villains or ignored altogether.

It's safe to say that this prejudiced and stereotypical perspective persisted after the September 11th attacks, but what had previously been described as Orientalism evolved into hostility toward Islam, manifesting itself as Islamophobia. The Muslim stereotype portrayed in Western cinema appears to be no different for Muslim women, with further refinements. In works of Western origin or Western influence, Muslim women are often portrayed as Arab women of Middle Eastern descent, stereotyped, and stereotyped. Muslim women are portrayed as unaware, vulnerable to physical and psychological abuse, sexual objects, and frequently subjected to violence. In social life, they appear as silent and anonymous figures, seen only in burqas or chadors.

This study will define the image of Muslims and Muslim women in Western cinema and, in response to changing global dynamics, will attempt to reveal the codes through which the representation of Muslim women in Western cinema has been constructed before and after September 11th. This study will examine the representation of Muslim women in the films The Sheikh, Never Without My Daughter, and Radical Force, using Teun A. Van Dijk's Critical Discourse Analysis method. The films The Sheikh, Never Without My Daughter, and Radical Force, which are the subjects of this study, will be examined through structural analysis in the context of visual/auditory codes and narrative codes. This study will compare the similarities between the representation of Muslim women in these selected films and classical representations in Western cinema and will aim to make a modest contribution to the literature by revealing the historical background of this image study.

Keywords: Western cinema, muslim women, image, cinema

[2] This study is derived from the master's thesis titled "The Representation of Muslim Women in Western Cinema: The Examples of The Sheik, Not Without My Daughter, and The Reluctant Fundamentalist," conducted under the supervision of Assoc. Prof. Osman Vedüd Eşidir in the Department of Communication Sciences at the Institute of Social Sciences, Fırat University.

SOSYAL MEDYA VE SİYASİ İLETİŞİMİN SEÇMEN ALGISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: BASKİL ÖRNEĞİ[3]

ŞEYMA KÜRÜM
seyma.krm97@gmail.com
ORCID NUMARASI: 0009-0000-4893-2761

Özet

Bu çalışma, sosyal medya ve siyasi iletişimin yerel seçimlerde seçmen davranışına etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, 2024 yerel seçim sürecinde Elazığ'ın Baskil ilçesinde aday adayı olan kişiler üzerinden yürütülmüştür. Nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş ve fenomenolojik araştırma deseni kullanılmıştır. Fenomenolojik yaklaşım, bireylerin deneyimlerini, algılarını ve anlam dünyalarını derinlemesine anlamayı hedeflemektedir. Araştırma evrenini ilçede siyasal faaliyet gösteren aday adayları oluşturmuş olup, amaçlı örnekleme yöntemiyle toplam yedi aday adayı ile görüşme yapılmıştır. Bu yöntemle araştırma konusuna ilişkin derinlemesine ve zengin veriler elde edilmiştir.

Veriler, yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Katılımcılara açık uçlu sorular yöneltilmiş ve adaylık motivasyonları, ilçenin temel sorunları, sosyal medya kullanımı ile seçmen davranışına etkisi hakkında detaylı bilgi sağlanmıştır. Görüşmeler ses kaydı ile alınmış, içerik analizi yöntemi ile sistematik olarak değerlendirilmiş ve temalar oluşturulmuştur. Araştırmada etik ilkelere titizlikle uyulmuş, katılımcıların gizliliği korunmuş ve görüşmelere katılım tamamen gönüllülük esasına dayandırılmıştır.

Bulgular, adayların motivasyonlarının memleket sevgisi, hizmet arzusu ve mevcut yönetimlere yönelik eleştirel tutum temelinde şekillendiğini göstermektedir. Baskil'in temel sorunları yönetimsel yetersizlik, altyapı eksiklikleri, eğitim düzeyinin düşüklüğü ve "taşıma oy" uygulaması olarak belirlenmiştir. Katılımcılar, sosyal medyanın seçmen davranışlarını etkilediği konusunda hemfikir olmakla birlikte, kullanım düzeyleri ve stratejileri açısından farklılık göstermektedir. Sosyal medya, genç seçmenler üzerinde Instagram, 40 yaş üstü seçmenler üzerinde Facebook aracılığıyla etkili olmaktadır.

Yüz yüze iletişim ve sosyal medya arasındaki farklılıklar, adayların dijital farkındalık ve stratejik yaklaşımlarıyla ilişkilidir. Sosyal medya, yalnızca bir propaganda aracı değil, siyasal farkındalık ve temsil bilincini şekillendiren bir platform olarak önem kazanmaktadır. Çalışma, yerel siyasette dijital iletişim stratejilerinin seçmen algısı üzerindeki rolünü net bir şekilde ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Sosyal medya, Siyasi iletişim, Seçmen davranışı, Baskil, Yerel seçim

[3] Bu çalışma Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İletişim Bilimleri Anabilim dalında Doç. Dr. Osman Vedüd Eşidir danışmanlığında yürütülen "SOSYAL MEDYA VE SİYASİ İLETİŞİMİN SEÇMEN ALGISI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: BASKİL ÖRNEĞİ" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

THE EFFECTS OF SOCIAL MEDIA AND POLITICAL COMMUNICATION ON VOTER PERCEPTION: THE CASE OF BASKİL[4]

Abstract

This study aims to examine the effects of social media and political communication on voter behavior in local elections. The research was conducted during the 2024 local election period through the candidacy experiences of individuals who applied to run for office in the Baskil district of Elazığ. A qualitative research approach was adopted, and a phenomenological research design was employed. The phenomenological approach seeks to gain an in-depth understanding of individuals' experiences, perceptions, and meaning-making processes. The research population consisted of prospective candidates involved in political activities within the district, and seven candidates were interviewed using purposive sampling. This method enabled the collection of rich and detailed data relevant to the research topic.

Data were gathered through semi-structured, in-depth interviews. Participants were asked open-ended questions and provided detailed information regarding their motivations for candidacy, the district's primary issues, their social media use, and its impact on voter behavior. The interviews were audio-recorded, systematically analyzed using content analysis, and thematic categories were developed. Ethical principles were strictly observed, participant confidentiality was protected, and participation in the interviews was entirely voluntary.

The findings reveal that the candidates' motivations are shaped by a love for their hometown, a desire to serve, and a critical stance toward current administrations. The main issues of Baskil were identified as administrative inadequacies, insufficient infrastructure, low levels of education, and the practice of "transported voting." While the participants agree that social media influences voter behavior, their levels of use and strategic approaches differ. Social media is found to be influential among young voters primarily through Instagram, and among voters aged 40 and over through Facebook.

Differences between face-to-face communication and social media use are linked to the candidates' level of digital awareness and strategic orientation. Social media emerges not only as a tool for political propaganda but also as a platform that shapes political awareness and representational consciousness. The study clearly demonstrates the role of digital communication strategies in shaping voter perceptions within the context of local politics.

Keywords: Social media, political communication, voter behavior, Baskil, local elections

[4] This study is derived from the master's thesis titled "THE EFFECTS OF SOCIAL MEDIA AND POLITICAL COMMUNICATION ON VOTER PERCEPTION: THE CASE OF BASKIL," conducted under the supervision of Assoc. Prof. Osman Vedüd Eşidir in the Department of Communication Sciences, Institute of Social Sciences, Fırat University..

SARIMSAKTA *Fusarium spp.* HASTALIKLARININ MÜCADELESİNDE MİKORİZAL FUNGUSLARIN VE YEŞİL GÜBRELEMENİN ROLÜ

Deniz CEYLAN[1] Prof. Dr. Nagehan Desen KÖYCÜ[2]
[1]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye
Email: 1258109103@nku.edu.tr Orchid ID: 0009-0005-9343-5867
[2]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Tekirdağ, Türkiye
E-mail: dkoycu@nku.edu.tr Orchid ID: 0000-0003-2511-6096

Özet

Bu çalışma, Allium sativum L. (sarımsak) üretiminde görülen *Fusarium* spp. hastalıkların kontrolünde mikorizal funguslar (AMF) ve yeşil gübreleme uygulamalarının etkilerini, literatürde yer alan araştırmalardan elde edilen bilgiler doğrultusunda değerlendiren bir derlemedir. Sarımsak, ekonomik ve tıbbi değeri yüksek bir bitki olmasına rağmen, toprak ve tohum kaynaklı patojenler nedeniyle verim ve kalite kayıplarına uğrayabilmektedir. Özellikle *Fusarium* spp. kök çürüklüğü ve solgunluk belirtilerine yol açarak önemli ekonomik zararlara neden olmaktadır. Ayrıca bu funguslar, toprakta faydalı mikrobiyal popülasyonları destekleyerek patojenlerin baskılanmasına katkıda bulunur. Yeşil gübreleme uygulamaları ise, özellikle baklagiller gibi bitkilerin toprağa karıştırılmasıyla organik madde miktarını artırmakta, azot fiksasyonu sağlamakta ve toprak yapısını iyileştirmektedir. Bu uygulamalar, toprak erozyonunun önlenmesi, mikrobiyal aktivitenin artması ve kimyasal gübre kullanımının azalması açısından önemli yararlar sağlamaktadır. Literatür bulguları, mikorizal fungus ve yeşil gübrelemenin birlikte kullanımının sarımsak üretiminde bitki büyümesini desteklediğini, kök gelişimini teşvik ettiği, *Fusarium* hastalıklarının şiddetini azalttığını ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını teşvik ettiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, sürdürülebilir üretim uygulamalarına yönelik bir kılavuzun temelini oluşturmakta ve çiftçilere çevre dostu, ekonomik ve uygulanabilir yöntemler sunarak tarımsal üretime pratik katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Sarımsak (*Allium sativum*), *Fusarium* spp., Mikorizal fungus, Yeşil gübreleme.

THE ROLE of MYCORRHIZAL FUNGI and GREEN MANURE in the MANAGEMENT of *Fusarium* spp. DISEASES in GARLIC

Abstract

The present study is a review that evaluates the effects of mycorrhizal fungi and green manure applications on the management of *Fusarium* spp.-induced diseases observed in *Allium sativum* L. (garlic) production. This evaluation is based on information obtained from studies reported in the scientific literature. Despite the economic and medicinal importance of garlic, yield and quality losses often occur due to soil- and seed-borne pathogens. In particular, *Fusarium* spp. has been shown to cause significant economic losses by inducing root rot and wilting symptoms. Mycorrhizal fungi establish a symbiotic relationship with plant roots, facilitating the uptake of phosphorus, nitrogen, and microelements and enhancing plant resistance, water retention capacity, and stress tolerance. In addition, these fungi contribute to the suppression of pathogens by supporting beneficial microbial populations in the soil. Green manure practices, particularly the incorporation of leguminous plants into the soil, have been shown to increase organic matter content, promote nitrogen fixation, and improve soil structure. The implementation of such practices provides substantial benefits, including the prevention of soil erosion, enhancement of microbial activity, and reduction in the use of chemical fertilizers. A review of the existing literature suggests that the combined use of mycorrhizal fungi and green manure in garlic cultivation supports plant growth, enhances root health, reduces the severity of *Fusarium* diseases, and promotes sustainable agricultural practices. The findings of this review form the basis for a guideline on sustainable production practices and offer farmers environmentally friendly, economical, and practical methods that can contribute to agricultural productivity.

Keywords: Garlic (*Allium sativum*), *Fusarium* spp., Mycorrhizal fungi, Green manure

1. GİRİŞ

Sarımsak (*Allium sativum* L.), Asparagales takımı içerisinde Amaryllidaceae familyasının Allioideae alt familyasına bağlı, gıda ve tıbbi amaçlarla geniş kullanım alanına sahip önemli bir kültür bitkisidir (APG IV, 2016). Morfolojik olarak 30–60 cm boylanabilen sarımsak bitkisi 30–45 cm uzunluğunda şerit yapraklar ve 5–10 cm çapında çok sayıda dişten oluşan bir baş yapısına sahiptir. Bitkinin keskin kokusu ve aroması, uçucu yağlarda bulunan organosülfür bileşiklerinden kaynaklanmaktadır (Evren vd., 2006). Ilıman iklim koşullarını seven sarımsak için optimum gelişme sıcaklığı 15–20°C olup, iyi drene olmuş, organik maddece zengin ve hafif asidik–nötr pH aralığındaki topraklarda en iyi gelişimi göstermektedir (İbret, 2013). Sarımsak vejetatif olarak diş ekimiyle çoğaltılmakta, sonbaharda gerçekleştirilen ekimden sonra bitki uzun bir kışlama dönemine girmekte ve ilkbaharla birlikte hızlı bir vejetatif gelişme göstermektedir (Aşkan & Dağdemir, 2015). Baş iriliği, diş sayısı, kabuk rengi ve aroma gibi özellikler bakımından çeşitler arasında belirgin farklılıklar bulunmakta; bu çeşitlilik sarımsağın ticari ve yerel üretim sistemlerinde geniş bir adaptasyon kabiliyeti göstermesine katkı sağlamaktadır (Beşirli vd., 2023). Sarımsağın gıda kullanımının yanı sıra **insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri** de geniş kapsamlı araştırmalarla ortaya konmuştur. Bitkinin yalnızca tarımsal değil, aynı zamanda fonksiyonel gıda niteliği de oldukça değerlidir. Sarımsakta bulunan allicin, alliin ve diğer organosülfür bileşikleri güçlü antimikrobiyal, antioksidan ve bağışıklık düzenleyici etkilere sahiptir (Akan, 2014; Kızılaslan & Tokatlı, 2021). Bu nedenle sarımsak hem beslenme hem de geleneksel tıbbi uygulamalar açısından önemli bir bitki olarak kabul edilmektedir.

Türkiye, sarımsak üretiminde bölgesel çeşitlilik göstermekte olup en yoğun üretim Gaziantep, Kastamonu, Kahramanmaraş ve Hatay illerinde gerçekleşmektedir. TÜİK (2022) verilerine göre sarımsak, Türkiye toplam sebze üretiminin %5'lik bölümünü oluşturarak hem ekonomik hem de bölgesel önemini ortaya koymaktadır. Ancak yüksek ekonomik değere sahip bu ürün, çeşitli toprak kökenli patojenler nedeniyle önemli verim ve kalite kayıplarıyla karşı karşıyadır.

Sarımsakta üretimi sınırlayan en önemli etmenlerden biri *Fusarium* spp. tarafından oluşturulan kök çürüklüğü, solgunluk ve depo çürüklüğü gibi hastalıklardır (Pitt vd., 1994; Nelson vd., 1994). *Fusarium* türlerinin dayanıklı klamidosporlar oluşturabilmesi, toprakta uzun yıllar canlı kalabilmesi ve monokültür üretim sistemlerinde kolayca birikmesi bu patojenleri kontrol altında tutmayı güçleştirmektedir. Kimyasal ilaçlamanın sınırlı etkisi ve çevresel riskleri, üreticileri daha sürdürülebilir ve çevre dostu yaklaşımlara yöneltmektedir.

Bu doğrultuda mikorizal fungus uygulamaları ve yeşil gübreleme son yıllarda ön plana çıkan biyolojik ve ekolojik stratejilerdir. AMF, kök bölgesindeki yaygın hif ağıyla bitkinin fosfor başta olmak üzere temel besin elementlerini daha etkin kullanmasını sağlamakta, su alımını iyileştirerek stres koşullarına dayanıklılığı

artırmakta ve rizosferde oluşturduğu mikrobiyal denge ile patojen baskısını azaltmaktadır (Weng vd., 2022). Buna karşılık yeşil gübreleme uygulamaları organik madde miktarını artırarak toprak sağlığını iyileştirmekte, mikrobiyal rekabeti güçlendirmekte ve bazı türlerde biyofumigasyon etkisi yaratarak *Fusarium* inokulumunu doğrudan azaltabilmektedir (Karakurt, 2009; Baysal-Gürel vd., 2020; Zhou vd., 2020). Bu bağlamda sürdürülebilir sarımsak üretiminde AMF ve yeşil gübrelemenin birlikte değerlendirilmesi, kimyasal girdilerin azaltılmasını destekleyen, biyolojik çeşitliliği koruyan ve *Fusarium* gibi zor kontrol edilen patojenlere karşı uzun vadeli bir çözüm sağlayan önemli bir entegre mücadele yaklaşımı oluşturmaktadır. Bu çalışma, sarımsakta *Fusarium* spp. hastalıklarının biyolojisini ve bu hastalıkların kontrolünde AMF ve yeşil gübrelemenin potansiyelini literatüre dayalı olarak kapsamlı biçimde değerlendirmektedir.

2. SARIMSAKTA *Fusarium* spp. ve ENFEKSİYON SÜRECİ

Fusarium spp., toprakta yaygın olarak bulunan, hem saprofit hem de patojenik yaşam döngüsüne sahip önemli bir fungus grubudur. Dünya genelinde çok sayıda kültür bitkisinde kök çürüklüğü, solgunluk, çökerten ve baş çürüklüğü gibi hastalıklara neden olarak ciddi verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır. Toprak kökenli olmaları, dayanıklı klamidosporlar oluşturabilmeleri ve uygun çevresel koşullarda hızla çoğalabilmeleri, bu grubun kontrolünü güçleştiren temel faktörlerdir (Summerell, 2019). Fusarium türlerinin başlıca inokulum kaynağı topraktır. Sporlar toprakta uzun yıllar canlı kalabilmekte; özellikle drenajı yetersiz, ağır bünyeli veya monokültür üretimin sürdürüldüğü alanlarda hastalık riski belirgin şekilde artmaktadır. Bulaşık tohumlar, hastalığın yeni alanlara taşınmasına aracılık eden en önemli kaynaklardan biridir (Nelson vd., 1994). Hastalıklı bitki artıklarının toprağa karıştırılması inokulum yoğunluğunu yükseltirken; yağmur suyu, yüzey sulama, drenaj akışı, tarım makineleri, iş gücü trafiği, rüzgâr, nematodlar ve bazı böcekler sporların tarlada yayılmasını kolaylaştırabilir. Bu nedenle hastalık yönetimi yalnızca kimyasal uygulamalara değil; sağlıklı tohum kullanımı, ekim nöbeti, bitki artığı yönetimi ve hijyen uygulamalarını içeren entegre stratejilere dayanmalıdır.

Toprakta bulunan mikrokonidiler, makrokonidiler, klamidosporlar ve miselyal parçalar, Fusarium'un uzun süre canlılığını korumasını sağlayan yapılardır (Nelson vd., 1994). Bitki köklerinden salgılanan karbon ve azot içerikli ekzudatlar spor çimlenmesini uyarır. Çimlenen sporların oluşturduğu çim tüpleri, kökün zayıf bölgelerinden—kök uçları, yan kök çıkış noktaları, kök tüyleri ve yaralanmış alanlardan—bitkiye giriş yapar (Summerell, 2019). Fungusun ürettiği selülaz, pektinaz ve hemiselülaz gibi hidrolitik enzimler hücre duvarı bileşenlerini parçalayarak penetrasyonu kolaylaştırır (Beckman, 1987). Nematodların neden olduğu mikro yaralanmalar da enfeksiyonun başlamasını hızlandıran önemli bir etkendir.

Bitki dokusuna girdikten sonra miselyum önce kök korteksini kolonize eder, ardından endodermisi aşarak ksilem damarlarına ulaşır. Ksilem içindeki ilerleme hem aktif miselyal büyüme hem de su iletim akımının taşıyıcı etkisiyle gerçekleşir. Bu süreç, su taşınımının engellenmesine, iletim demetlerinde renk değişimine ve bitkinin üst aksamında solgunluğa yol açar (Mueller vd., 1988). Bitki öldükten sonra fungus saprofitik evreye geçerek dokuları ayrıştırmaya devam eder; bu durum tarladaki inokulumun sürekli yenilenmesine ve bir sonraki üretim sezonu için yüksek hastalık baskısının ortaya çıkmasına neden olur. Bu nedenle hastalıklı bitki artıklarının tarlada bırakılması, Fusarium yoğunluğunu artıran en önemli risk faktörlerinden biridir (Leplat vd., 2013).

Sarımsakta Fusarium enfeksiyonları genellikle kök çürüklüğü, solgunluk, dişlerde kahverengileşme ve depolama döneminde çökme ile karakterizedir. Hastalık ilerledikçe köklerde nekroz, iletim demetlerinde renk değişimi ve gelişme geriliği belirginleşir. İleri evrelerde dişler yumuşar, su kaybeder ve depolama kalitesi düşer (Mondani vd., 2021). Sarımsakta en sık rapor edilen türler F. proliferatum, F. oxysporum, F. solani ve F. equiseti olup, bu türlerin bir kısmı hem tarla döneminde hem de depolama sürecinde zarar oluşturabilmektedir. Özellikle F. proliferatum'un fumonisin ve trichothecene gibi mikotoksinler üretebilmesi, hastalığı yalnızca verim açısından değil, aynı zamanda gıda güvenliği açısından da kritik bir problem hâline getirmektedir (Zhou vd., 2022).

3. ARBUSKÜLER MIKORİZAL FUNGUSLARIN *Fusarium* spp. ÜZERİNE ETKİSİ

Arbusküler mikorizal funguslar (AMF), sarımsak da dahil olmak üzere birçok kültür bitkisinde köklerle kurdukları karşılıklı yararlı (simbiyotik) ilişki sayesinde bitki büyümesini, beslenmesini ve stres toleransını artıran önemli toprak mikroorganizmalarıdır. AMF hifleri kök yüzey alanını genişleterek bitkinin besin alımını artırmakla kalmaz; aynı zamanda kök yapısının güçlenmesi, mikrobiyal etkileşimlerin zenginleşmesi, abiyotik streslere karşı toleransın yükselmesi ve patojen baskısının azalması gibi çok yönlü faydalar sağlar (Tablo 1). Bu durum, toplam biyokütle ve verimde anlamlı artışlara yol açmaktadır (Weng vd., 2022; Golubkina vd., 2020). AMF kolonizasyonu, kök korteksinde yapısal güçlenmeye ve hücre duvarlarında lignifikasyon artışına neden olarak *Fusarium* spp. gibi toprak kökenli patojenlerin penetrasyonunu fiziksel olarak sınırlamaktadır. Aynı zamanda bitkide fitoaleksin üretimi, antioksidan savunma metabolizması ve fenolik bileşik birikimi gibi biyokimyasal tepkileri artırarak patojenlere karşı daha güçlü bir savunma yanıtı oluşmasını sağlar (Weng vd., 2022). Hif ağı sayesinde su alımını kolaylaştırarak kuraklık ve tuzluluk toleransını yükseltir; ağır metal stresinde ise metal bağlayıcı bileşiklerin üretimini artırarak bitkiyi toksisiteye karşı korur (Wang vd., 2024). Rizosferde AMF varlığı, *Pseudomonas*, *Bacillus* ve *Streptomyces* gibi yararlı bakterilerin gelişimini teşvik ederek çoklu mikroorganizma etkileşimlerine dayalı bir biyolojik koruma ağı oluşturur. Bu sinerjik yapı,

patojen baskılanmasını güçlendirirken aynı zamanda toprak sağlığını ve mikrobiyal çeşitliliği artırır (Weng vd., 2022). AMF, tuzluluk, kuraklık ve ağır metal stresine toleransı artırmakta ve kök–su ilişkisini düzenlemektedir (Wang vd., 2024). Bu durum, stres altında sarımsağın *Fusarium* enfeksiyonlarına daha dayanıklı olmasına katkı sağlamaktadır. Dewi vd. (2025), sarımsakta AMF'nin *Fusarium* hastalıklarının mücadelesini doğrudan inceleyen az sayıdaki çalışmalardan birini gerçekleştirmiştir. Araştırmada *Bacillus amyloliquefaciens* B1 ile AMF ile birlikte uygulanması, bitki büyüme parametrelerinde belirgin artış sağlamış ve *Fusarium oxysporum* kaynaklı hastalık şiddetini anlamlı düzeyde azaltmıştır. Çalışma, AMF'nin sarımsakta hem biyokontrol potansiyeli taşıdığını hem de diğer faydalı mikroorganizmalarla sinerjik etki gösterebildiğini ortaya koyması bakımından literatüre önemli katkı sunmaktadır. Bu bulgu, AMF'nin tek başına veya diğer biyokontrol ajanlarıyla birlikte kullanıldığında *Fusarium* enfeksiyonlarını baskılayabileceğini ve entegre mücadele stratejilerinde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Tablo 1. Arbusküler mikorizal fungusların (AMF) sarımsak bitkisinde besin alımı, kök morfolojisi, abiyotik stres toleransı ve toprak kökenli patojenlere karşı dayanıklılık üzerine etkileri.

Etki Mekanizması	Sarımsak Üzerine Etkisi	Kaynak
Besin Elementi Alımı	Fosfor, azot ve çinko gibi elementlerin alımını artırır; kök yüzey alanını genişleterek beslenme verimliliğini yükseltir.	Golubkina vd., 2020; Weng vd., 2022
Toprak Kökenli Patojenlere Dayanıklılık	*Fusarium* spp. gibi patojenlere karşı dayanıklılığı artırır; hastalık şiddetini azaltır.	Weng vd., 2022
Kök Morfolojisi ve Fizyolojik Dayanıklılık	Kök endodermisinde kalınlaşma sağlar; patojen girişini ve kuraklık etkilerini azaltır.	Peterson & Farquhar, 1994; Zhang vd., 2023
Abiyotik Stres Toleransı	Kuraklık, tuzluluk ve ağır metal stresine karşı su alımını ve dayanıklılığı artırır.	Zhang vd., 2023
Rizosfer Canlılığı ve Mikrobiyal Etkileşim	Faydalı mikroorganizmaların aktivitesini artırır; patojen baskılanmasını ve bitki gelişimini teşvik eder.	Weng vd., 2022

4.1. AMF ve Fungisit Etkileşimi

AMF bitki beslenmesi, stres toleransı ve kök sağlığı üzerindeki olumlu etkileri bilinmektedir; ancak tarımsal üretimde yaygın olarak kullanılan fungisitlerle etkileşimleri, simbiyotik ilişkinin sürekliliği açısından kritik bir konudur. Fungisitlerin AMF üzerindeki etkileri; etken madde, doz, uygulama zamanı ve toprak koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Birçok çalışma, özellikle sistemik fungisitlerin yüksek dozlarda AMF spor çimlenmesini ve hif gelişimini baskıladığını, ancak önerilen tarla dozlarında etkilerin çoğunlukla sınırlı olduğunu göstermektedir (Kjøller & Rosendahl, 2000; Schreiner & Bethlenfalvay, 1997). Tohum ilaçlaması veya düşük doz toprak uygulamalarına ilişkin araştırmalar, fungisit uygulamasının AMF kolonizasyonunu tamamen ortadan kaldırmadığını; ancak kolonizasyon başlangıcını geciktirebildiğini ortaya koymuştur. Cameron vd. (2017), soya fasulyesinde çeşitli fungisit kaplamalarının AMF kolonizasyonu ve besin

alımı üzerindeki etkilerini incelemiş ve çoğu ticari preparatın simbiyotik ilişkiyi yalnızca hafif düzeyde etkilediğini bildirmiştir. Benzer şekilde Channabasava vd. (2015), *Rhizophagus fasciculatus* ile birkaç fungisitin etkileşimini araştırmış; bazı fungisitlerin kolonizasyonu baskıladığını, ancak bazılarının etkisinin minimal olduğunu göstermiştir. Son yıllarda pestisit–AMF etkileşimlerini özetleyen kapsamlı çalışmalar, fungisitlerin doğrudan (spor çimlenmesi, hif büyümesi) ve dolaylı (rizosfer mikrobiyotası, bitki fizyolojisi) etkiler oluşturabileceğini vurgulamaktadır (Hage-Ahmed vd., 2019; Pagano vd., 2023). Bazı fungisitlerde düşük dozda hafif uyarım, yüksek dozda baskılanma gözlenebildiği bildirilmiştir (Jakobsen vd., 2021). Bu bulgu, fungisit uygulamalarının AMF ile rekabetçi olmayan, hatta bazı koşullarda tamamlayıcı bir etkileşim gösterebileceğini işaret etmektedir.

Türkiye'de yürütülen çalışmalarda da benzer sonuçlar rapor edilmiştir. Çetinkaya (2018), nohut ve mercimekte kullanılan bazı fungisitlerin AMF türleri ve Rhizobium ile simbiyotik ilişkiler üzerinde baskılayıcı etkilere sahip olabileceğini, ancak etkinin fungisit ve AMF türüne göre değiştiğini belirtmiştir. Ulusal derlemeler de, AMF'nin toprak sağlığı ve sürdürülebilir üretim açısından önem taşıdığını, pestisit uygulamalarında bu simbiyozun korunmasının gerekli olduğunu vurgulamaktadır (Demirözer & Özgönen, 2013; Yıldız, 2009). Bazı çalışmalarda AMF uygulamasının fungisit dozunun azaltılmasına rağmen hastalık kontrolünün korunduğu rapor edilmektedir (Demir vd., 2024). Bu nedenle AMF varlığının korunması, özellikle *Fusarium* gibi toprak kökenli patojenlerle mücadelede, kimyasal ve biyolojik yöntemlerin entegre kullanıldığı sürdürülebilir stratejiler açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

4. YEŞİL GÜBRELEMENİN *Fusarium* spp. ÜZERİNE ETKİSİ

Yeşil gübrelemede kullanılacak bitkinin doğru seçimi, *Fusarium spp.* gibi toprak kökenli patojenlerle mücadelede uygulamanın başarısını doğrudan belirlemektedir. Seçilecek türün yüksek organik madde üretme kapasitesine, güçlü kök yapısına ve toprak mikrobiyal aktivitesini artırma potansiyeline sahip olması, *Fusarium* inokulumunun baskılanması açısından kritik öneme sahiptir (Akkeçeci & Özkan, 2022). Bu özelliklere sahip baklagiller, buğdaygiller ve özellikle Brassicaceae familyasına ait bitkiler, *Fusarium* ile mücadelede etkili yeşil gübre bitkileri olarak öne çıkmaktadır. Yeşil gübrelemenin *Fusarium spp.* üzerine etkileri temel olarak üç mekanizmayla açıklanmaktadır:(i) bitkilerin içerdiği biyokimyasal bileşiklerin doğrudan antifungal etkisi, (ii) kök salgıları ve organik artıkların mikrobiyal rekabeti artırması, (iii) toprak yapısının ve biyolojik çeşitliliğin iyileştirilmesiyle patojen kolonizasyonunun dolaylı baskılanması. Brassicaceae türleri, içerdiği glukozinolatların parçalanmasıyla ortaya çıkan izotiyosiyanat bileşikleri sayesinde toprakta güçlü bir biyofumigasyon etkisi oluşturur. Bu bileşiklerin *Fusarium* spor çimlenmesini ve hif gelişimini baskıladığı, inokulum yoğunluğunu önemli ölçüde azalttığı bildirilmektedir (Baysal-Gürel vd., 2020). Bu nedenle hardal, turp ve kanola gibi türler,

özellikle yoğun *Fusarium* bulaşıklığı bulunan alanlarda etkili bir biyolojik kontrol bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Baklagiller ise Rhizobium nodülleri aracılığıyla azot bağlayarak topraktaki besin dengesini iyileştirmekte ve mikrobiyal çeşitliliği artırmaktadır. Larkin (2008), baklagil yeşil gübrelerinin toprağın mikrobiyal topluluğunu yeniden yapılandırarak yararlı mikroorganizmaların baskınlığını artırdığını, bunun da *Fusarium* gibi patojenlerin rekabet gücünü azalttığını bildirmektedir. Artan organik madde, *Trichoderma*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* gibi antagonistik mikroorganizmaların çoğalmasını teşvik ederek *Fusarium* kolonizasyonunu dolaylı olarak sınırlandırmaktadır. Nitekim toprak sağlığının yüksek organik madde içeriği, dengeli besin döngüsü ve zengin mikrobiyal çeşitlilikle ilişkilendirildiğini ortaya koyan çalışmalar, yeşil gübrelemenin bu özellikleri güçlendirerek hastalık baskılanmasını artırdığını göstermektedir (Larkin, 2015). Zhou vd. (2020), baklagil yeşil gübrelerinin toprak mikrobiyal topluluklarını daha dengeli bir mikroekosistem yapısına dönüştürdüğünü, bunun da *Fusarium* gelişimini sınırladığını bildirmiştir. Organik gübre ve yeşil gübre kombinasyonlarının kullanılabilir azotu artırdığı, karbon kayıplarını azalttığı ve genel toprak sağlığını iyileştirerek patojenleri baskıladığı da ortaya konmuştur (Zhou vd., 2022). Benzer şekilde, çeltik sapı ile baklagil yeşil gübresinin birlikte toprağa karıştırılmasının kullanılabilir azotu artırdığı ve karbon–azot kayıplarını azalttığı, böylece toprak mikrobiyal aktivitesini güçlendirerek patojen baskılanmasına katkı sağladığı bildirilmiştir (Guopeng vd., 2020). Yeşil gübre uygulamalarının etkisi, arbusküler AMF ile birlikte kullanıldığında daha da güçlenmektedir. AMF'nin kök savunma mekanizmalarını aktive etmesi, hücre duvarını güçlendirmesi ve faydalı mikroorganizmaların kök çevresindeki yoğunluğunu artırması, *Fusarium* gibi patojenlerin kök bölgesine giriş ve kolonizasyonunu önemli ölçüde azaltmaktadır (Weng vd., 2022). Bu nedenle baklagil yeşil gübreleri ile AMF uygulamalarının birlikte kullanılması, *Fusarium* inokulum basıncının azaltılmasında sinerjik bir etki oluşturmaktadır.

5. SONUÇ

Sarımsakta *Fusarium* spp. kaynaklı hastalıkların kontrolü, yalnızca kimyasal uygulamalara dayalı geleneksel yöntemlerle tam olarak çözülemeyen, çok yönlü bir sorun alanıdır. Bu derlemenin ortaya koyduğu bulgular, arbusküler mikorizal funguslar ile yeşil gübrelemenin toprak mikrobiyal dengesini güçlendirerek *Fusarium* baskısını azaltan iki önemli ekolojik araç olduğunu göstermektedir. AMF'nin kök gelişimi, besin alımı ve savunma tepkilerini iyileştirici etkileri; yeşil gübrelemenin organik maddeyi artırması ve biyofumigasyon yoluyla patojeni baskılamasıyla birleştiğinde, sarımsakta hastalık gelişimi doğal yollarla zayıflayabilmektedir. Ayrıca literatür, AMF'nin varlığında bazı hedefe yönelik fungisitlerin daha düşük dozlarla etkili olabildiğini ve bu yaklaşımın kimyasal kullanımını azaltarak sürdürülebilir üretime katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmaların, AMF, yeşil gübreleme ve uygun fungisit uygulamalarının birlikte

değerlendirildiği entegre mücadele modellerine odaklanması hem toprak sağlığının korunması hem de uzun vadeli hastalık kontrolünün sağlanması açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Akan, S. (2014). Sarımsak (Allium Sativum L.) Tüketiminin insan sağlığına yararları. *Akademik Gıda, 12*(2), 95-100.

Angiosperm Phylogeny Group (APG). (2016). An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **181(1): 1–20.**

Akkeçeci, Ş., & Özkan, Ç. Ö. (2022). Organik tarımda yeşil gübre uygulamasının önemi ve sürdürülebilirliği. *Adyutayam Dergisi, 10*(2), 161-174.

Aşkan, E., & Dağdemir, V. (2015). Türkiye sarımsak piyasasının ekonomik analizi. *Alınteri Journal of Agriculture Science, 28*(1), 19-26.

Baysal-Gürel, F., Miller, S. A., & Lewis Ivey, M. L. (2020). Effect of brassica crop-based biofumigation on soilborne disease management. *Canadian Journal of Plant Pathology, 42*(1), 1–17.

Beşirli, G., Karakan, F. Y., & Arpacı, B. B. (2023). Çaltı sarımsağının agromorfolojik karakterizasyonu ve uçucu yağ içeriği. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 34* (Özel Sayı), 42-51.

Beckman, C. H. (1987). *The nature of wilt diseases of plants.* American Phytopathological Society, Saint Paul, MN.

Cameron, J. C., Lehman, R. M., Sexton, P., Osborne, S. L., & Taheri, W. I. (2017). Fungicidal seed coatings exert minor effects on arbuscular mycorrhizal fungi and plant nutrient content. *Agronomy Journal*, *109*(3), 1005-1012.

Channabasava, A., Lakshman, H. C., & Jorquera, M. A. (2015). Effect of fungicides on association of arbuscular mycorrhiza fungus rhizophagus fasciculatus and growth of proso millet (*Panicum miliaceum* L. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *15*(1), 35-45.

Çetinkaya, S., Demir, S., & Durak, E. D. (2018). Bazı fungisitlerin nohut (Cicer arietinum L.) ve mercimek (Lens culinalis L.) bitkilerinde arbusküler mikorhizal funguslar (AMF)'a Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *23*(3), 192-204.

Demir, S., Boyno, G., Rezaee Danesh, Y., Teniz, N., Calayır, O., Çevik, R., & Calzarano, F. (2024). Preliminary insights into sustainable control of Solanum lycopersicum early blight: harnessing arbuscular mycorrhizal fungi and reducing fungicide dose. *Agronomy*, *14*(11), 2521.

Demirözer, O., & Özgönen, H. (2013). Tarımsal Üretimde Arbusküler Mikorizal Funguslar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 9-15.

Dewi, F. S., Dewi, R. R., Abadi, A. L., Setiawan, A., Aini, L. Q., & Syib'li, M. A. (2025). Biocontrol of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* on Indonesian local garlic plants (Lumbu Hijau) Using a consortium of *Bacillus amyloliquefaciens* B1 and arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycobiology, 53*(1), 18-26.

Evren, M., Apan, M., & Albayram, C. (2006). *Sarımsağın antimikrobiyal özellikleri.* Türkiye 9. Gıda Kongresi, Mayıs 24-26, Bolu.

Golubkina, N., Amagova, Z., Matsadze, V., Zamana, S., Tallarita, A., & Caruso, G. (2020). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on yield, biochemical characteristics, and elemental composition of garlic and onion under selenium supply. *Plants, 9*(1), 84.

Guopeng, Z. H. O. U., Weidong, C. A. O., Jinshun, B. A. I., Changxu, X. U., Naohua, Z. E. N. G., Songjuan, G. A. O., & Fugen, D. O. U. (2020). Co-incorporation of rice straw and leguminous green manure can increase soil available nitrogen (N) and reduce carbon and N losses: an incubation study. *Pedosphere, 30*(5), 661-670.

Hage-Ahmed, K., Rosner, K., & Steinkellner, S. (2019). Arbuscular mycorrhizal fungi and their response to pesticides. *Pest management science*, *75*(3), 583-590.

İbret, B. (2013). Türkiye'deki sarımsak tarımı ve taşköprü sarımsağı üzerine coğrafi açıdan bir inceleme. *Marmara Coğrafya Dergisi, 12*, 17-50.

Jakobsen, I., Murmann, L. M., & Rosendahl, S. (2021). Hormetic responses in arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biology and Biochemistry*, *159*, 108299.

Karakurt, E. (2009). Toprak verimliliği yönünden yeşil gübreler ve gübreleme. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 18*(1-2), 48-54.

Kızılaslan, N., & Tokatlı, K. (2021). Sarımsağın insan sağlığı üzerine etkileri. *TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 1*(2), 62-71.

Kjøller, R., & Rosendahl, S. (2000). Effects of fungicides on arbuscular mycorrhizal fungi: differential responses in alkaline phosphatase activity of external and internal hyphae. *Biology and Fertility of Soils*, *31*(5), 361-365.

Larkin, R. P. (2008). Relative effects of biological amendments and crop rotations on soil microbial communities and soilborne diseases of potato. *Soil Biology and Biochemistry, 40,* 1341–1351.

Larkin, R. P. (2015). Soil health paradigms and implications for disease management. Annual Review of *Phytopathology, 53*, 199–221.

Leplat, J., Falchetto, L., Mangin, P., Héraud, C., Gautheron, E., Gautheron, N., & Lyon, B. S. (2013). Saprophytic survival of *Fusarium graminearum* in crop residues. *Agronomy for Sustainable Development, 33*(1), 97-111.

Mondani, L., Chiusa, G., Battilani, P. (2021). Chemical and biological control of *Fusarium* species involved in garlic dry rot at early crop stages. *European Journal of Plant Pathology, 160(3), 575-587.*

Mueller, W.C. and Beckman C. H. (1988). Correlated light and electron microscope studies of callose deposits in vascular parenchyma cells of tomato plants inoculated with *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici*. *Physiological and Molecular Plant Pathology 33*, 201-208.

Nelson, P. E., Dignani, M. C., & Anaissie, E. J. (1994). Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. *Clinical microbiology reviews, 7*(4), 479-504.

Öztürk, N., Basım, E., & Basım, H. (2017). Tarımda mikorizal fungusların etkinliği. *Mantar Dergisi, 8*(1), 20-34.

Pagano, M. C., Kyriakides, M., & Kuyper, T. W. (2023). Effects of pesticides on the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Agrochemicals*, *2*(2), 337-354.

Peterson, R. L., & Farquhar, M. L. (1994). Mycorrhizas—Integrated Development between roots and fungi. *Mycologia, 86*(3), 311-326.

Pitt, J. I., Hocking, A. D., Bhudhasamai, K., Miscamble, B. F., Wheeler, K. A., & Tanboon-Ek, P. (1994). The normal mycoflora of commodities from thailand. 2. beans, rice, small grains and other commodities. *International Journal of Food Microbiology, 23*(1), 35-53.

Schreiner, R. P., & Bethlenfalvay, G. J. (1997). Plant and soil response to single and mixed species of arbuscular mycorrhizal fungi under fungicide stress. *Applied Soil Ecology*, *7*(1), 93-102.

Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis* (3rd ed.). Academic Press.

Summerell, B. A. (2019). Resolving *Fusarium*: Current status of the genus. *Annual review of phytopathology*, *57*(1), 323-339.

TÜİK (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Sarımsak Üretim Verileri, Https://Tuik.Gov.Tr/ Medas/?Kn=92andlocale=Tr 17.02.2022) Erişim Tarihi 20.05.2024.

Yıldız, A. (2009). Mikoriza ve arbusküler mikoriza bitki sağlığı ilişkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *6*(1), 91-101.

Zhou, W., Ma, Q., Wu, L., Hu, R., Jones, D. L., Chadwick, D. R., & Chen, Y. (2022). The effect of organic manure or green manure incorporation with reductions in chemical fertilizer on yield-scaled n_2o emissions in a citrus orchard. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *326*, 107806.

Zhou, G., Gao, S., Xu, C., Dou, F., Shimizu, K., & Cao, W., (2020). Rational utilization of leguminous green manure to mitigate methane emissions by influencing methanogenic and methanotrophic communities. *Geoderma*, 361: 114071.

Weng, W., Yan, J., Zhou, M., Yao, X., Gao, A., Ma, C., & Ruan, J. (2022). Roles of arbuscular mycorrhizal fungi as a biocontrol agent in the control of plant diseases. *Microorganisms*, *10*(7), 1266.

Wang, Q., Liu, M., Wang, Z., Li, J., Liu, K., & Huang, D. (2024). The role of arbuscular mycorrhizal symbiosis in plant abiotic stress. *Frontiers in Microbiology, 14,* 1323881.

XTH GEN AİLESİ: HÜCRE DUVARI DİNAMİĞİNİN ANAHTAR OYUNCULARI VE BİTKİLERDEKİ ROLLERİ

Doç.Dr. Tuğba GÜRKÖK TAN[1] , Prof.Dr. Hülya SİPAHİ[2], Dr.Öğr.Üyesi Gülşen GÜÇLÜ[3]
[1] Çankırı Karatekin Üniversitesi, Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu, Tarla Bitkileri Bölümü, Çankırı, Türkiye, Moleküler Biyoloji, t.gurkok@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0599-5628
[2]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, , Eskişehir, Türkiye, Tarımsal Biyoteknoloji, hulya.sipahi@ogu.edu.tr, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7925-2766
[3]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi,Sağlık Hizmetleri MYO, Sağlık Programları Bölümü, Sivas, Türkiye, Moleküler Biyoloji, gulsenguclu@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3599-213X

Özet

Xyloglucan endotransglukozilaz/hidrolazlar (XTH), bitki hücre duvarında yer alan ksiloglukan zincirlerinin dinamik olarak yeniden düzenlenmesini sağlayan temel enzimlerdir. Bu enzimler, ksiloglukan zincirlerini kesip başka zincirlere aktaran *xyloglucan endotransglukozilaz* (XET) aktivitesiyle ya da zincirlerin indirgen uçlarını su molekülleriyle yeniden birleştirerek kesen *ksiloglukan endohidrolaz* (XEH) aktivitesiyle işlev görür. Bu iki mekanizma aracılığıyla XTH'ler, hücre duvarının esneklik kazanmasını, kontrollü biçimde gevşemesini ve yeniden yapılandırılmasını mümkün kılar. Böylece hücre uzaması, genişlemesi ve bölünmesinin düzenlenmesinde kritik rol oynarlar ve bitki dokularının doğru morfolojik yapılanmasına katkı sağlarlar.

Genom çapında gerçekleştirilen XTH analizleri, gen ailesinin evrimsel olarak oldukça çeşitlenmiş olduğunu, gen sayısı, intron-ekzon yapıları ve protein motiflerinin türden türde belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. XTH genlerinin ifade profillerinin dokuya özgü olduğu; büyüme, gelişme, hormon sinyalleri ve çevresel streslere yanıt veren düzenleyici motifler taşıdıkları da gösterilmiştir. Bu enzimler sürgün uzaması, kök büyümesi, çiçek ve meyve gelişimi gibi birçok fizyolojik olayda görev alır. Ayrıca kuraklık ve tuzluluk gibi streslerde hücre duvarını güçlendirirken, sıcaklık streslerinde duvar gevşemesini düzenler. Bu nedenle XTH'ler, meyve yumuşamasının kontrolü, lif kalitesinin artırılması, biyokütle işlenebilirliğinin iyileştirilmesi ve stres toleransı yüksek bitki çeşitlerinin geliştirilmesi gibi tarımsal uygulamalar açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çalışma, XTH gen ailesinin hücre duvarı dinamiğindeki temel işlevlerini ve bitkilerde üstlendikleri biyolojik rollerin genel yönleriyle değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

Teşekkür: Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) komisyonu tarafından BAPGTM111224B21 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: XTH, genom çaplı analiz, hücre duvarı

XTH GEN FAMILY: KEY PLAYERS IN CELL WALL DYNAMICS AND THEIR ROLES IN PLANTS

Abstract

Xyloglucan endotransglucosylase/hydrolases (XTHs) are key enzymes that dynamically reorganize xyloglucan chains within the plant cell wall. These enzymes function either through xyloglucan endotransglucosylase (XET) activity, which cleaves xyloglucan chains and transfers them to other chains, or through xyloglucan endohydrolase (XEH) activity, which cleaves chains by reattaching their reducing ends to water molecules. Through these two mechanisms, XTHs enable controlled loosening, restructuring, and increased flexibility of the cell wall. Consequently, they play critical roles in regulating cell elongation, expansion, and division, thereby contributing to the proper morphological development of plant tissues.

Genome-wide analyses of XTHs have revealed that this gene family is evolutionarily diverse, with gene numbers, intron–exon structures, and protein motifs differing markedly among species. Expression profiling has shown that XTH genes exhibit tissue-specific expression patterns and contain regulatory motifs responsive to growth, development, hormonal signaling, and environmental stresses. These enzymes participate in numerous physiological processes, including shoot elongation, root growth, and flower and fruit development. Moreover, they strengthen the cell wall under drought and salinity stress while regulating wall loosening under temperature stress. XTHs therefore hold significant potential for agricultural applications such as controlling fruit softening, improving fiber quality, enhancing lignocellulosic biomass processing, and developing plant varieties with improved stress tolerance. This study aims to evaluate the fundamental functions of the XTH gene family in cell wall dynamics and their biological roles in plants.

Acknowledgment: This study was supported by the Çankırı Karatekin University Scientific Research Projects (BAP) Commission under project number BAPGTM111224B21.

Keywords: XTH, genome-wide analysis, cell wall

1. GİRİŞ

Bitki hücre duvarı, hücreye fiziksel bir bariyer sağlamakla birlikte çevresel uyaranlarla etkileşim görevi gören, sinyal iletimi, iyon homeostazı ve antioksidan savunmada da aktif rol oynayan, dinamik ve oldukça karmaşık bir yapıdır (Loix ve ark., 2017). Proteinler ile selüloz, hemiselüloz ve pektin gibi polisakkaritler birincil hücre duvarının ana yapı taşları olup, polisakkarit moleküllerinin arasına lignin gibi fenolik bileşenlerin eklenmesiyle ikincil hücre duvarının oluşumu ile gerçekleşir (Le Gall ve ark., 2015). Bitki türü ve dokularına göre değişiklik göstermekle birlikte bu polimerlerin oranı, bazı sert ağaçlarda %20'nin üzerinde lignin bulunurken, floemde hiç lignin bulunmaz. İkincil hücre duvarları, ksilem ve sklerenkima gibi özel dokularda birikir ve bitkilerin dik büyümesini ve suyu verimli bir şekilde taşımasını sağlayan mukavemet sağlar (Barros ve ark., 2015; Liu ve ark., 2018).

Birincil hücre duvarının ana hemiselülozik bileşeni olan ksiloglukan selüloz mikrofibrillerine bağlanarak güçlü ancak esnek bir ağ oluşturur. Bu ağın modifikasyonu, hücre genişlemesi ve farklılaşması için gereklidir ve bu süreç büyük ölçüde ksiloglukan endotransglukozilaz/hidrolaz (XTH) enzim ailesi tarafından yönetilir. XTH tarafından ksiloglukan zincirlerinin kesilip yeniden bağlanması veya pektin modifikasyonları gibi süreçlerle sağlanır. Bu sürekli yapım, yıkım ve yeniden modellenme, hücrenin büyümesi için gereken duvar esnekliğini kontrol ederken, aynı zamanda patojenlere karşı bir bariyer görevi görür ve mekanik stres gibi sinyalleri algılayarak hücre içi sinyalizasyonu başlatır (Anderson ve Kieber, 2020). XTH proteinleri tipik olarak apoplast içine salgılanır ve hücre duvarı matrisinde işlev görür. XTH aktiviteleri, hücre duvarının gevşemesini, sıkılaşmasını veya yeniden yapılandırılmasını sağlar, böylece bitki dokuları gelişim süreçlerine ve çevre koşullarına bağlı olarak kontrollü bir şekilde genişleyebilir veya güçlenebilir. Büyümeyle ilgili süreçlere ek olarak, son zamanlarda yapılan çalışmalar XTH'lerin bitki savunması ve strese adaptasyonda rol oynadığını ortaya koymuştur. XTH'lerin çeşitlilik gösteren rolleri onları biyoteknolojik çalışmalar için önemli bir hedef haline getirmektedir.

2. XTH Yapısı, Sınıflandırılması, Gen Ailesinin Moleküler Fonksiyonları ve Mekanizması

XTH'ler, keratan sülfat, β-1,3-glukanlar, karışık bağlı β-1,3(4)-glukanlar, ksiloglukanlar, j-karragenan ve agaroz gibi çeşitli substratlar üzerinde etki eden enzimleri içeren glikozit hidrolaz 16 (GH16) multigen ailesine aittir (Zhu ve ark., 2022).

XTH'ler, bir N-terminal sinyal peptidi, korunmuş bir katalitik alan ve bir C-terminal uzantısından oluşan enzimlerdir (Campbell ve Braam, 1999). Sinyal peptidi, proteini endoplazmik retikulum ve Golgi aparatından apoplast'a yönlendirir ve burada XTH, ksiloglukan substratları üzerinde etki eder (Rose ve ark., 2002). XTH, 280 ila 330 amino asit arasında değişir ve glikozit hidrolaz ailesi 16 (GH16) enzimlerinin yapısal bir özelliği

olan β-jelly-roll katlanması gösterir (Baumann ve ark., 2007). Enzimatik aktivite için gerekli korunmuş katalitik motif DEIDFEFLG bulundurur (Fry ve ark., 1992). Bu motifdeki mutasyonlar, XET ve XEH aktivitesinin tamamen kaybolmasına yol açar (Yuan ve ark., 2024). Bazı XTH'ler ayrıca karbonhidrat bağlayıcı domainlere (CBM'ler) sahiptir ve selüloz-ksiloglukan komplekslerine karşı afiniteyi artırır (Vendittove ark., 2015).

XTH proteinleri XET ve XEH olmak üzere iki katalitik aktiviteye sahiptir. Bunlar, xyloglucan zincirleri keserek ve indirgeyici uçları diğer ksiloglukan moleküllerine yeniden birleştirerek ksiloglukan zincirlerini uzatan endotransglukozilazlar (XET) (EC 2.4.1.207) ve ksiloglukan indirgeyici uçlarını su moleküllerine yeniden birleştirerek ksiloglukan zincirlerini kesen endohidrolazlardır (XEH, EC 3.2.1.151) (Fry ve ark., 1992; Eklöf ve Brumer 2010). XEH aktivitesi, xyloglucan zincirini keser ancak yeniden bağlamaz. XET aktivitesi, hücre uzaması, genç dokuların büyümesi, kök ve hipokotil uzaması gibi olaylarda kritik rol oynarken. XEH aktivitesi, **hücre duvarı parçalanması, meyve yumuşaması, yaprak dökümü, senesens** gibi süreçlerde önemlidir.

Filogenetik olarak, bitki XTH'leri üç ana gruba ayrılır: Grup I/II, Grup IIIA ve Grup IIIB (Wu ve ark., 2020). Çalışmalar, XET aktivitesine sahip XTH'nin çoğunlukla Grup I/II'ye, XEH aktivitesine sahip XTH'nin ise çoğunlukla Grup III'e ait olduğunu göstermiştir. XTH ailesinin korunan protein dizisi, katalitik aktiviteye sahip amino asit kalıntıları içeren DEIDFEFLG'dir (Baumann ve ark., 2007). Grup IIIA üyeleri özellikle meyve olgunlaşması ve kopması sırasında duvar ksiloglukanlarının bozulmasına katılır (Baumann ve ark., 2007). Ancak Grup IIIB proteinleri de esas olarak XET aktivitesi gösterse de Grup I/II ile karşılaştırıldığında substrat özgüllüğü ve gelişimsel ekspresyon paternleri bakımından farklılık gösterir (Eklöf ve Brumer 2010).

3. *XTH* Gen Ailesinin Genom Çapında Tanımlanmasının Önemi

Genom çapında *XTH* gen ailesinin tanımlanması, genlerin yapısal ve fonksiyonel çeşitliliğini ortaya koyar, böylece bitki hücre duvarı yapısı ve bitkilerin gelişim süreçlerinde bu genlerin rolleri hakkında bulgular sunar ve bu bulgular bitki biyolojisi ve genetik mühendisliği alanlarında yeni hedeflerin belirlenmesini sağlar.

Genom çapında analizlerle, bitkilerde *XTH* gen ailesine ait çok sayıda gen tespit edilmiştir. Gen sayıları türe göre değişkenlik göstermiştir. Örneğin, *Brassica rapa* 53 gen ile en geniş aileye sahipken (Wu ve ark., 2020), *Glycine max* 61 gen (Song ve ark., 2018), *Nicotiana tabacum* 56 gen (Wang ve ark., 2018), *Brassica oleracea* 38 gen (Wu ve ark., 2020), *Osmanthus fragrans* 38 gen (Yang ve ark., 2022), *Manihot esculenta* 37 gen (Zhang ve ark., 2025) ve *Ipomoea batatas* 36 gen (Zhang ve ark., 2023) barındırmaktadır. Orta büyüklükteki aileler *Schima superba*'da 34 (Yang ve ark., 2022), *Vitis vinifera*'da 34 (Qiao ve ark., 2022), *Arabidopsis thaliana*'da 33, *Brachypodium distachyon*'da 29 (Shen ve ark., 2025), *Raphanus sativus*'ta 28 (Han ve ark., 2025), *Liriodendron chinense*'de 27 (Wu ve ark., 2022), *Dimocarpus longan*'da 25 (Ma ve ark.,

2022), *Solanum tuberosum*'da 25 (Meng ve ark., 2025), *Hordeum vulgare*'de 24 (Fu ve ark., 2019), *Larix kaempferi*'de 16 gen (Jiang ve ark., 2025) yer almaktadır. Ayrıca bu çalışmayı destekleyen proje kapsamında ise *Phaseolus vulgaris*'te 34 gen yer aldığı bulunmuştur.

XTH'lerin dokuya özgü ifade edilen izoformları bulunmaktadır. Örneğin Arabidopsis'te *AtXTH9, AtXTH18* kök uzama bölgelerinde (Vissenberg ve ark., 2005), kavaklarda XTH4, XTH9 vasküler ksilem farklılaşmasınada (Bourquin ve ark., 2002), *XTH5* tohum çimlenmesi ve embriyo ekseni büyümesinde (Ma ve ark., 2022), *XTH33* ise polen tüpü genişlemesi ve anter açılmasında (Wollenweber ve ark., 2021) ifade edilirler.

Tek bir gen yerine tüm ailenin genom boyunca incelenmesi, enzimatik fonksiyonun anlaşılmasının yanı sıra, bitkinin evrimi, gelişimi ve çevreye uyum stratejileri hakkında bütünsel bir bakış açısı kazandırır. Genom boyu analizlerle, *XTH* gen ailesi üyelerinin, ne zaman ortaya çıktığı, duplikasyonları, nasıl evrimleştiği veya korunduğunun anlaşılması, aile üyelerinden hangilerinin korunmuş roller veya özelleşmiş roller kazandığı anlaşılır hale gelir. Filogenetik analizlerle, *XTH* genlerinin hangi alt grubun (XET veya XEH) üyeleri olduğu ve paylaştıkları ortak özellikleri ortaya konulur. Çok sayıda *XTH* gen ailesine ait genlerin varlığının nedeni araştırılır. Hangi genin işlevi hangi genin varlığıyla telafi edilir anlaşılmaya çalışılır. Ayrıca bu çalışmalarda, her bir *XTH* geninin ifadelerinin düzenleyici promotör dizilerindeki korunan cis-elemanlarının tespiti ile genlerin dokuya ve gelişim aşamalarına özgü ifadeleri yorumlanabilir. Ayrıca hangi genin hangi çevresel faktörlere (yaralanma, kurak, ısı, ışık vb.) tepki olarak ifade edildiği belirlenir. Gerçek zamanlı PCR veya transkriptom (RNA-seq) gibi analizler ise belirli stres koşullarında *XTH* genlerinin ifade düzeylerini ortaya çıkarır. Böylece, stres toleransı ile ilişki genler belirlenir ve bu genler toleranslı bitkilerin geliştirilmesinde kullanılır. Ayrıca (RNA-seq) analizleri bitkinin gelişim dönemlerinde hangi *XTH* genlerinin aktif olduğunu belirlemeyi sağlar.

Genom çapında yapılan bu çalışmalar sayesinde tarımsal ürünlerde kalite ve verim artışı için moleküler düzeyde müdahalelerin planlanabilir. XTH genlerinin bitki hücre duvarının yapısal özelliklerine etkisi, bitkilerin büyüme hızını, doku sertliğini ve dayanıklılığını belirler. Bu genlerin tam olarak tanımlanması ve fonksiyonlarının aydınlatılması, bitki ıslahında genetik çeşitliliğin değerlendirilmesi ve stres koşullarına dayanıklılığı artıracak genlerin seçilmesinde kritik bir veri sağlar. Böylece, genom çapında XTH genlerinin tanımlanması hem temel bitki biyolojisi araştırmalarına hem de uygulanabilir tarımsal yeniliklere önemli katkılar sunar.

4. Büyüme, Gelişme ve Abiotik Stres Tepkilerinde XTH'lerin Rolleri

XTH'lerin aktif olduğu rejenerasyon süreçlerinde, hücre duvarı hem yapısal bütünlüğünü korur hem de esnekliğini artırarak yeni hücrelerin büyümesi ve gelişmesini kolaylaştırır (Tenhaken ve ark., 2015; Osorio ve

ark., 2018). Ayrıca, stres ve hasar sonrası hücre duvarı onarımında da önemli işlev görürler. Böylece XTH gen ailesi, bitki yaşamsal süreçlerinde hücre duvarı modifikasyonunu yöneten anahtar protein gruplarından biridir ve bitkilerin gelişimi, büyümesi ve stres koşullarına adaptasyonunda temel bir rol üstlenir (Sola ve ark., 2021).

XTH genlerinin ekspresyonu, bitki büyümesi ve strese adaptasyondaki çok işlevli rollerini yansıtan, gelişimsel, hormonal ve çevresel düzeylerde sıkı bir şekilde düzenlenir (Yokoyama ve Nishitani, 2001). *XTH* transkriptleri, genç yapraklar, hipokotiller, uzayan kökler, meyveler ve gelişen tohumlar gibi genişleyen dokularda birikir ve gelişimsel düzenlemeyi gösterir (Saladié ve ark., 2006). Uzanmakta olan hücrelerde, özellikle kök uzama bölgesinde, XTH enzimleri, yönlü hücre genişlemesini kolaylaştırmak için duvar gevşemesine katkıda bulunur (Vissenberg ve ark., 2005).

Yaprak gelişimi sırasında, *XTH* genleri hücre duvarındaki ksilan polisakaritlerinin modifikasyonunu sağlayarak hücre büyümesini ve genişlemesini destekler. Bu mekanizma yaprakların şekillenmesi ve büyüklüğünün belirlenmesinde önemli olup, hücreler arası destek ve yapısal esnekliği düzenler. Böylece, yaprakların fonksiyonel gelişimi ve optimum fotosentez için uygun fiziksel yapı sağlanır. Çiçek gelişiminde ise XTH genlerinin ekspresyonu, hücre duvarının yeniden şekillenmesini düzenleyerek çiçek organlarının oluşumu ve morfolojisinde etkili olur. Özellikle, çiçek organlarının büyüme ve farklılaşması süreçlerinde *XTH* genleri, hücrelerin genişlemesi ve dokuların uyumlu gelişimini destekler. Bu genlerin işlevi, çiçeklerin şekil çeşitliliği ve fonksiyonel uyumu için gereklidir, böylece bitkilerin üremesi ve çeşitliliği sağlanır. XTH genlerinin yaprak ve çiçek gelişimindeki bu düzenleyici rolleri, hücre duvarı yapısının esnekliği ve dönüşümüne dayanmaktadır. *Arabidopsis*'te *AtXTH18* ve *AtXTH31*'in aşırı ekspresyonu, duvar gevşemesinin artması nedeniyle daha uzun hipokotiller ve kökler ile sonuçlanmıştır (Vissenberg ve ark., 2005).

XTH genleri, bitkilerin kuraklık, tuzluluk, soğuk, sıcak, sel ve oksidatif stres gibi çevresel streslere adaptasyonunda, stres türüne bağlı olarak esnekliği veya sertliği korumak için hücre duvarını yeniden şekillendirme yoluyla rol oynar (Miedes ve ark., 2013). Stres koşulları genellikle turgor basıncında, ROS birikiminde ve hormonal dengede değişikliklere neden olur ve bu da hücre duvarı mekaniklerini ayarlamak için *XTH* gen ifadesini değiştirir (Gall ve ark., 2015).

Kuraklık stresinde, bitkiler su kaybını önlemek ve yapısal stabiliteyi korumak için hücre duvarının uzayabilirliğini azaltır (Seleiman ve ark., 2019; 2021). *AtXTH17, HvXTH1* ve *OsXTH5* gibi birkaç *XTH* geni, hücre duvarını güçlendirmek için köklerde fazla ifade edilmiştir (Vissenberg ve ark., 2005; Fu ve ark., 2024; He ve ark., 2009). Tersine, kuraklıkla indüklenebilir *XTH22*, büyümeyi ve yaşlanmayı kontrol etmek için yaşlı yapraklarda duvar gevşemesini artırmıştır (Zhang ve ark.,2022). Promotör analizleri, bu *XTH* genlerinde ABRE ve MYB bağlanma motiflerini ortaya çıkarmıştır (Yang ve ark., 2022; Refaiy ve ark., 2024). ABA uygulaması

da bazı XTH'leri baskılamış, bu da hormonal stres ile bir bağlantı olduğunu göstermiştir (Zhang ve ark., 2025). Buğdayda *TaXTH12* mutantları, hücre duvarının gevşemesini azaltmış ve ABA'ya bağlı yolaklar aracılığıyla kuraklık toleransını artırmıştır (Han ve ark., 2023).

Yüksek sıcaklık hücre duvarını yumuşatır ve protein denatürasyonu ile ROS üretimine neden olur. Domateste, *SlXTH23* ısı stresi sırasında güçlü bir şekilde indüklenmiş ve hücre duvarının bütünlüğünü korumaya yardımcı olmuştur (Miedes ve Lorences, 2009. Düşük sıcaklık, membran akışkanlığını ve turgoru azaltır, bu da hücre duvarının sertleşmesine neden olabilir (Rajashekar ve ark., 1996). Soğuk stresinde, *AtXTH21* fazla ifade ediliştir ve duvarın gevşemesine ve büyümenin geri kazanılmasına katkıda bulunmuştur (Shi ve ark., 2014). Tuz stresi, ozmotik dengesizliğe ve iyon toksisitesine yol açarak hücre duvarında değişikliklere neden olur (Zhu, 2022). Çeltikte, *OsXTH28* ve *OsXTH9*, tuzluluk altında önemli ölçüde indüklenir ve MYB transkripsiyon faktörleri tarafından düzenlenir. *OsXTH28*'i aşırı eksprese eden çeltik bitkisinde, daha yüksek tuz toleransı, daha yüksek sürgün biyokütlesi ve daha iyi ozmotik uyum göstermiştir (Jan ve ark., 2004). Artan ksiloglukan metabolizması, Na^+ birikiminin azalması ve daha iyi ozmotik uyum ile bağlantılı olduğu belirlenmiştir (Miedes ve ark., 2013).

Stres sırasında üretilen reaktif oksijen türleri (ROS), konsantrasyonuna bağlı olarak hücre duvarını sertleştirebilir veya gevşetebilir (Tenhaken, 2015). Orta düzeyde ROS, duvar polisakkaritlerini onarmak veya çapraz bağlamak için XTH'yi aktive ederken, aşırı ROS enzim aktivitesini inhibe eder (Miedes ve ark., 2013). Bazı XTH'ler, oksidatif modifikasyona duyarlı sistein kalıntıları içerir ve stres altında aktivitelerini değiştirir (De Caroli ve ark., 2021).

Hücre duvarı yeniden modellenmesini sağlayan *XTH* genleri, meyve kalitesinin artırılması ve biyoyakıt uygulamaları için de hedef alınmıştır (Guadagno ve ark., 2025). Olgunlaşma sırasında aşırı aktif olan ve meyveyi aşırı yumuşatan XEH genleri susturulabilir. Örneğin, domateste, *SlXTH5*'in susturulması meyvelerin yumuşamasını geciktirmiş ve raf ömrünü uzatmıştır (Saladié ve ark., 2006). Aksine, kavakta *XTH34*'ün susturulması, ikincil ksilem genişlemesinin azalmasına ve odun esnekliğinin azalmasına neden olmuştur (Bourquin ve ark., 2002). Domateste *SlXTH1* geninde mutasyonlar yapılarak, çatlamaya karşı direnç artırılmış ve raf ömrü uzatılmıştır, böylece daha sert meyveler üretilmiştir (Zhang ve ark., 2022).

XTH gen modifikasyonları, biyoyakıt verimini artırmak için lignoselülozik yapıyı değiştirebilir. Kavakta *PtXTH9*'un aşırı ekspresyonu, selüloz-ksiloglukanın yeniden düzenlenmesini artırarak ahşabın esnekliğini ve sakarifikasyon verimliliğini iyileştirmiştir (Bourquin ve ark., 2002). Pamukta, XTH manipülasyonu lif uzaması, inceliği ve gerilme mukavemetini etkilemiştir (Shao ve ark., 2011).

5. Sonuç

Bitki hücre duvarının ana yapı taşlarından biri olan ksiloglukan'ın yapısını düzenleyen XTH'ler, hücre duvarını sürekli olarak "yeniden modelleme" yaparak, bitkinin hem büyüme ve gelişmesi için hem de çevresel streslere karşı direncinin sağlanması için hücre duvarını esnek veya sert bir bariyere dönüştürür. *XTH* gen ailesinin genom çapında analizleri ve genetik manipülasyonları, organ büyümesi, vasküler farklılaşma, meyve yumuşaması, lif üretimi, biyoyakıt işlemenin iyileştirilmesi ve stres toleransının artışı gibi konularda katkı sağlayacaktır.

Referanslar

Anderson, C. T., & Kieber, J. J. (2020). Dynamic construction, perception, and remodeling of plant cell walls. Annual Review of Plant Biology, 71(1), 39-69.

Barros, J., Serk, H., Granlund, I., & Pesquet, E. (2015). The cell biology of lignification in higher plants. Annals of botany, 115(7), 1053-1074.

Baumann, M. J., Eklof, J. M., Michel, G., Kallas, A. M., Teeri, T. T., Czjzek, M., & Brumer, H. (2007). Structural evidence for the evolution of xyloglucanase activity from xyloglucan endo-transglycosylases: biological implications for cell wall metabolism. The Plant Cell, 19(6), 1947–1963.

Bourquin, V., Nishikubo, N., Abe, H., Brumer, H., Denman, S., Eklöf, J. M., & Mellerowicz, E. J. (2002). XTH genes and secondary wall formation in Populus. The Plant Cell, 14(5), 1095–1109.

Campbell, P., & Braam, J. (1999). Xyloglucan endotransglycosylases: diversity of genes, enzymes and potential wall-modifying functions. Trends in plant science, 4(9), 361-366.

De Caroli, M., Manno, E., Piro, G., & Lenucci, M. S. (2021). Ride to cell wall: Arabidopsis XTH11, XTH29 and XTH33 exhibit different secretion pathways and responses to heat and drought stress. The Plant Journal, 107(2), 448-466.

Eklöf, J. M., & Brumer, H. (2010). The XTH gene family: an update on enzyme structure, function, and phylogeny in xyloglucan remodeling. Plant Physiology, 153(2), 456–466.

Fry, S. C., Smith, R. C., Renwick, K. F., Martin, D. J., Hodge, S. K., & Matthews, K. J. (1992). Xyloglucan endotransglycosylase activity in plants. Biochemical Journal, 282(2), 821–828.

Fu, M. M., Liu, C., & Wu, F. (2019). Genome-wide identification, characterization and expression analysis of xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase genes family in barley (Hordeum vulgare). Molecules, 24(10), 1935.

Fu, M. M., Cao, F., Qiu, C. W., Liu, C., Tong, T., Feng, X., ... & Wu, F. (2024). Xyloglucan endotransglucosylase-hydrolase 1 is a negative regulator of drought tolerance in barley via modulating lignin biosynthesis and stomatal closure. Plant Physiology and Biochemistry, 216, 109171.

Gall, H. L., Philippe, F., Domon, J. M., Gillet, F., Pelloux, J., & Rayon, C. (2015). Cell wall metabolism in response to abiotic stress. Plants, 4(1), 112-166.

Guadagno, A., Gomez, L. D., & Ercolano, M. R. (2025). Genetic and biotechnological strategies to exploit plant cell walls for bioenergy production. Bioresource Technology, 133640.

Han, J., Liu, Y., Shen, Y., & Li, W. (2023). A surprising diversity of xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase in wheat: new in sight to the roles in drought tolerance. International Journal of Molecular Sciences, 24(12), 9886.

Han, T., Cui, Y., Jing, Y., Liu, M., Chen, X., Song, Y., & Wang, L. (2025). Xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase 25 positively regulates the lead tolerance in Raphanus sativus. Frontiers in Plant Science, 16, 1607751.

He, H., Serraj, R., & Yang, Q. (2009). Changes in OsXTH gene expression, ABA content, and peduncle elongation in rice subjected to drought at the reproductive stage. Acta Physiologiae Plantarum, 31(4), 749-756.

Jan, A., Yang, G., Nakamura, H., Ichikawa, H., Kitano, H., Matsuoka, M., & Komatsu, S. (2004). Gibberellin-responsive XTH genes in rice. Plant Physiology, 134(2), 1013–1024.

Jiang, Y., Qin, R., Wang, Y., Liu, C., & Gai, Y. (2025). Identification and expression profiles of xyloglucan endotransglycosylase/hydrolase family in response to drought stress in Larix kaempferi. Plants, 14(12), 1882.

Le Gall, H., Philippe, F., Domon, J. M., Gillet, F., Pelloux, J., & Rayon, C. (2015). Cell wall metabolism in response to abiotic stress. Plants, 4(1), 112–166.

Liu, Q., Luo, L., & Zheng, L. (2018). Lignins: biosynthesis and biological functions in plants. International journal of molecular sciences, 19(2), 335.

Loix, C., Huybrechts, M., Vangronsveld, J., Gielen, M., Keunen, E., & Cuypers, A. (2017). Reciprocal interactions between cadmium-induced cell wall responses and oxidative stress in plants. Frontiers in Plant Science, 8, 1867.

Ma, X., Chen, Y., Liu, M., Xue, X., Zhang, X., Xu, L., & Lin, Y. (2022). Genome-wide analysis of the XTH gene family and functional analysis of DlXTH23.5/25 during early longan somatic embryogenesis. Frontiers in Plant Science, 13, 1043464.

Meng, T., Wang, P., Nie, H., Wu, X., Li, N., Ma, Y., ... & Ma, Y. (2025). Genome-wide analysis of potato xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase (XTH) gene family revealed StXTH9 involved in drought stress responses. Scientia Horticulturae, 344, 114119.

Miedes, E., & Lorences, E. P. (2009). XTH and fruit softening. Journal of Plant Physiology, 166(6), 571–584.

Miedes, E., Suslov, D., Vandenbussche, F., Kenobi, K., Ivakov, A., Van Der Straeten, D., & Vissenberg, K. (2013). Xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase (XTH) overexpression affects growth and cell wall mechanics in etiolated Arabidopsis hypocotyls. Journal of Experimental Botany, 64(8), 2481–2497.

Qiao, T., Zhang, L., Yu, Y., Pang, Y., Tang, X., Wang, X., & Sun, Q. (2022). Identification and expression analysis of xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase (XTH) family in grapevine (Vitis vinifera L.). PeerJ, 10, e13546.

Osorio, S., *et al.* (2018). Xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase (XTH) overexpression modulates plant growth and stress tolerance in *Arabidopsis*. *Frontiers in Plant Science, 9*, 1361. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01361.

Rajashekar, C. B., & Lafta, A. (1996). Cell-wall changes and cell tension in response to cold acclimation and exogenous abscisic acid in leaves and cell cultures. Plant Physiology, 111(2), 605-612.

Refaiy, M., Tahir, M., Jiao, L., Zhang, X., Zhang, H., Chen, Y., ... & Pang, X. (2024). Genome-Wide Identification of XTH Multigene Family in Chinese Jujube (Ziziphus jujuba) and Their Expression Patterns Under Different Environmental Stresses.

Rose, J. K., Braam, J., Fry, S. C., & Nishitani, K. (2002). The XTH family of enzymes involved in xyloglucan endotransglucosylation and endohydrolysis: current perspectives and a new unifying nomenclature. Plant and cell physiology, 43(12), 1421-1435.

Saladié, M., Rose, J. K. C., Cosgrove, D. J., & Catalá, C. (2006). XTH and tomato fruit ripening. Plant Physiology, 140(3), 1059–1072.

Seleiman, M. F., Refay, Y., Al-Suhaibani, N., Al-Ashkar, I., El-Hendawy, S., & Hafez, E. M. (2019). Integrative effects of rice-straw biochar and silicon on oil and seed quality, yield and physiological traits of Helianthus annuus L. grown under water deficit stress. Agronomy, 9(10), 637.

Seleiman, M. F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., ... & Battaglia, M. L. (2021). Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. Plants, 10(2), 259.

Shao, M. Y., Wang, X. D., Ni, M., Bibi, N., Yuan, S. N., Malik, W., ... & Hua, S. J. (2011). Regulation of cotton fiber elongation by xyloglucan endotransglycosylase/hydrolase genes. Genet Mol Res, 10(4), 3771-3782.

Shen, H., Tan, Q., Zhao, W., Zhang, M., Qin, C., Liu, Z., & Wu, H. (2025). Genome-wide analyses of the XTH gene family in Brachypodium distachyon and functional analyses of the role of BdXTH27 in root elongation. International Journal of Molecular Sciences, 26(15), 7457.

Shi, H., Ye, T., Zhong, B., Liu, X., Jin, R., & Chan, Z. (2014). At HAP 5A modulates freezing stress resistance in Arabidopsis through binding to CCAAT motif of AtXTH21. New Phytologist, 203(2), 554-567.

Šola, K., *et al.* (2021). XTH is an overlooked component of plant immunity and abiotic stress responses. *Trends in Plant Science, 26*(7), 729–742. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.02.009

Song, L., Valliyodan, B., Prince, S., Wan, J., & Nguyen, H. T. (2018). Characterization of the XTH gene family: new insight to the roles in soybean flooding tolerance. International Journal of Molecular Sciences, 19(9), 2705.

Tenhaken, R. (2015). The role of xyloglucan and pectins in the mechanical integration of plant cell walls. *Journal of Experimental Botany, 66*(20), 6089–6100. https://doi.org/10.1093/jxb/erv335

Venditto, I., Najmudin, S., Luís, A. S., Ferreira, L. M., Sakka, K., Knox, J. P., ... & Fontes, C. M. (2015). Family 46 Carbohydrate-binding Modules Contribute to the Enzymatic Hydrolysis of Xyloglucan and β-1, 3–1, 4-Glucans through Distinct Mechanisms*♦. Journal of Biological Chemistry, 290(17), 10572-10586.

Vissenberg, K., Fry, S. C., Pauly, M., Höfte, H., & Verbelen, J. P. (2005). XTH activity in root elongation. Journal of Experimental Botany, 56(421), 673–683.

Vissenberg, K., Oyama, M., Osato, Y., Yokoyama, R., Verbelen, J. P., & Nishitani, K. (2005). Differential expression of AtXTH17, AtXTH18, AtXTH19 and AtXTH20 genes in Arabidopsis roots. Physiological roles in specification in cell wall construction. Plant and Cell Physiology, 46(1), 192-200.

Wang, M., Xu, Z., Ding, A., & Kong, Y. (2018). Genome-wide identification and expression profiling analysis of the xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase gene family in tobacco (Nicotiana tabacum L.). Genes, 9(6), 273.

Wollenweber, T. E., van Deenen, N., Roelfs, K. U., Prüfer, D., & Gronover, C. S. (2021). Microscopic and transcriptomic analysis of pollination processes in self-incompatible Taraxacum koksaghyz. Plants, 10(3), 555.

Wu, D., Liu, A., Qu, X., Liang, J., & Song, M. (2020). Genome-wide identification and expression profiling analyses of XTH gene families in Brassica rapa L. and Brassica oleracea L. BMC Genomics, 21(1), 782.

Wu, J., Zong, Y., Tu, Z., Yang, L., Li, W., Cui, Z., ... & Li, H. (2022). Genome-wide identification of XTH genes in Liriodendron chinense and functional characterization of LcXTH21. Frontiers in Plant Science, 13, 1014339.

Yang, Y., Miao, Y., Zhong, S., Fang, Q., Wang, Y., Dong, B., & Zhao, H. (2022). Genome-wide identification and expression analysis of XTH gene family during flower-opening stages in Osmanthus fragrans. Plants, 11(8), 1015.

Yang, Z., Zhang, R., & Zhou, Z. (2022). The XTH gene family in Schima superba: Genome-wide identification, expression profiles, and functional interaction network analysis. Frontiers in Plant Science, 13, 911761.

Yokoyama, R., & Nishitani, K. (2001). A comprehensive expression analysis of all members of a gene family encoding cell-wall enzymes allowed us to predict cis-regulatory regions involved in cell-wall construction in specific organs of Arabidopsis. Plant and cell physiology, 42(10), 1025-1033.

Yuan, W., Yao, F., Liu, Y., Xiao, H., Sun, S., Jiang, C., ... & Zhang, J. (2024). Identification of the xyloglucan endotransglycosylase/hydrolase genes and the role of PagXTH12 in drought resistance in poplar. Forestry Research, 4, e039.

Zhang, C., He, M., Jiang, Z., Liu, L., Pu, J., Zhang, W., ... & Xu, F. (2022). The xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase gene XTH22/TCH4 regulates plant growth by disrupting the cell wall homeostasis in Arabidopsis under boron deficiency. International Journal of Molecular Sciences, 23(3), 1250.

Zhang, J. Z., He, P. W., Xu, X. M., Lü, Z. F., Cui, P., George, M. S., & Lu, G. Q. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of the xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase gene family in sweet potato [Ipomoea batatas (L.) Lam]. International Journal of Molecular Sciences, 24(1), 775.

Zhang, W., Wang, H., Chen, Y., Liu, M., Guo, X., Zhang, R., & Chen, Y. (2025). The XTH gene family in cassava: genomic characterization, evolutionary dynamics, and functional roles in abiotic stress and hormonal response. Agronomy, 15(9), 2194.

Zhu, J., Tang, G., Xu, P., Li, G., Ma, C., Li, P., & Wan, S. (2022). Genome-wide identification of xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase gene family members in peanut and their expression profiles during seed germination. PeerJ, 10, e13428.

KİMYASALSIZ TIBBİ VE AROMATİK BİTKİ YETİŞTİRİCİLİĞİ VE EKOLOJİK YABANCI OT YÖNETİMİ: YEREL UYGULAMALAR

Doç.Dr. Tuğba GÜRKÖK TAN[1], Dr.Öğr.Üyesi Gülşen GÜÇLÜ[2]
[1] Çankırı Karatekin Üniversitesi, Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu, Tarla Bitkileri Bölümü, Çankırı, Türkiye, Moleküler Biyoloji, t.gurkok@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0599-5628
[2]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Sağlık Programları Bölümü, Sivas, Türkiye, Moleküler Biyoloji, gulsenguclu@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3599-213X

Özet

Tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB), içeriklerindeki biyolojik olarak aktif metabolitler sayesinde farmasötik, kozmetik, gıda ve aromaterapi gibi çeşitli endüstrilerde yüksek ekonomik öneme sahiptir. Ancak geleneksel yetiştiricilikte yoğun olarak kullanılan kimyasal gübreler, herbisitler ve pestisitler; toprak sağlığının bozulması, biyolojik çeşitliliğin azalması, çevresel kirlilik risklerinin artması ve bitkilerin etken madde bileşiminde değişiklikler gibi önemli sorunlara yol açabilmektedir. Bu nedenle kimyasal girdilere bağımlılığı azaltan, ekolojik prensiplere dayalı üretim yaklaşımlarının değerlendirilmesi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliğinde yabancı ot baskısını yönetmeye yönelik ekolojik yöntemler literatür temelinde ele alınmaktadır. Toprak sağlığını destekleyen organik madde uygulamaları, kompost ve mikrobiyal gübre kullanımı; biyolojik mücadelede faydalı organizmaların rolü; malçlama, mekanik ve kültürel tekniklerin yabancı ot kontrolüne katkıları; ürün münavebesinin ekosistem temelli işlevi ve allelopatik bitkilerin potansiyel bastırıcı etkileri tartışılmaktadır. Ayrıca yerel üretim sistemlerinde gözlenen genel eğilimler ve uygulamaların sürdürülebilir TAB üretimi açısından taşıdığı önem değerlendirilmiştir. Bu çalışma, mevcut literatür doğrultusunda kimyasal kullanımı azaltılmış, çevresel açıdan duyarlı ve farklı üretim koşullarına uyarlanabilir yetiştiricilik stratejilerinin geliştirilmesine yönelik genel bir bakış sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Tıbbi ve aromatik bitkiler; organik tarım; yabancı ot yönetimi; malçlama; biyolojik kontrol; münavebe

CHEMICAL-FREE MEDICINAL AND AROMATIC PLANT CULTIVATION AND ECOLOGICAL WEED MANAGEMENT: LOCAL APPLICATIONS

Abstract

Medicinal and aromatic plants (MAP) are of high economic importance in various industries such as pharmaceuticals, cosmetics, food, and aromatherapy due to the biologically active metabolites they contain. However, chemical fertilizers, herbicides, and pesticides, which are heavily used in traditional cultivation, can cause significant problems such as soil degradation, reduced biodiversity, increased environmental pollution risks, and changes in the active ingredient composition of plants. Therefore, evaluating production approaches based on ecological principles that reduce dependence on chemical inputs is becoming increasingly important. This study examines ecological methods for managing weed pressure in the cultivation of medicinal and aromatic plants based on the literature. The role of beneficial organisms in biological control; the contribution of organic matter applications, compost, and microbial fertilizer use to soil health; the contribution of mulching, mechanical, and cultural techniques to weed control; the ecosystem-based function of crop rotation; and the potential suppressive effects of allelopathic plants are discussed. Furthermore, the general trends and practices observed in local production systems and their importance for sustainable TAB production have been evaluated. This study aims to provide an overview of the development of cultivation strategies that reduce chemical use, are environmentally sensitive, and are adaptable to different production conditions, in line with the existing literature.

Keywords: Medicinal and aromatic plants; organic farming; weed management; mulching; biological control; crop rotation

1. GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB), farmasötik preparatlardan gıda takviyelerine, kozmetik ürünlerden aromaterapi uygulamalarına kadar uzanan geniş kullanım alanları nedeniyle dünyada giderek artan ekonomik öneme sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü, dünya nüfusunun %80'inin birincil sağlık bakımında bitkisel ürünlerden yararlandığını bildirmektedir (WHO, 2013). TAB tarafından sentezlenen uçucu yağlar, fenolikler, flavonoidler ve alkaloidler gibi biyolojik olarak aktif etken maddelerdeki çeşitlilik bu metabolitlerin endüstriyel alandaki değerini arttırmaktadır (Burt, 2004; Ekor, 2014). Ayrıca, doğal ürünlere yönelik tüketici talebindeki artış, TAB üretimini hem yerel hem de uluslararası ticarette stratejik bir sektör haline getirmiştir. Türkiye gibi biyolojik çeşitlilik açısından zengin ülkelerde TAB üretimi hem kırsal kalkınmaya katkı sağlamakta hem de ihracat potansiyeli yaratmaktadır (Acıbuca & Budak, 2018).

1.1. TAB'ların Ekonomik ve Endüstriyel Önemi

TAB'lar, tıbbi drog, uçucu yağ, ekstrakt ve aroma verici maddelerin elde edilmesinde temel kaynak olarak değerlendirilmektedir. Küresel TAB piyasasının yıllık ticaret hacminin 120 milyar doları aştığı ve her yıl büyüme eğilimi gösterdiği bildirilmektedir (FAO, 2021). Endüstride doğal antioksidan, antimikrobiyal ve aromatik bileşiklere yönelik talep arttıkça, bitkisel hammaddelerin sürdürülebilir üretimi daha kritik hâle gelmektedir.

TAB'ların etken madde içerikleri, yetiştirme koşullarına, iklimsel faktörlere, toprak özelliklerine ve uygulanan tarımsal girdilere büyük ölçüde bağlıdır (Pant ve ark., 2021). Bu nedenle üretim sistemlerinde kullanılan gübreleme, sulama ve yabancı ot yönetimi uygulamaları doğrudan kaliteyi etkilemekte; özellikle uçucu yağ kompozisyonu ve diğer sekonder metabolitlerin oranlarında önemli değişikliklere yol açabilmektedir. Ekolojik yöntemlere dayalı üretim sistemlerinin son yıllarda daha fazla önem kazanmasının temel nedenlerinden biri, kimyasal girdilerin etken maddeler üzerindeki olumsuz etkilerinin bilinmesidir.

1.2. Kimyasal Girdilerin Yol Açtığı Sorunlar

Konvansiyonel TAB yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan inorganik gübreler, herbisitler ve pestisitler gibi ajanlar toprak sağlığı, çevresel sürdürülebilirlik ve ürün kalitesi açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Fazla azotlu gübre kullanımı toprak mikrobiyal dengesini bozarak organik madde mineralizasyonunu yavaşlatabilir ve uzun vadede toprak verimliliğini düşürebilir (Pahalvi ve ark., 2021). Ayrıca, pestisit kalıntıları hem yetiştirilen bitki materyalinde hem de çevresel sistemlerde birikme eğilimi göstererek ekosistem sağlığını tehdit etmektedir (Aktar et al., 2009).

Herbisitlerin yoğun kullanımı ise özellikle tıbbi bitkilerde kimyasal kalıntı sorununa yol açmakta, ayrıca etken madde sentezinde görev alan metabolik süreçlerin baskılanmasına neden olabilmektedir. Çeşitli çalışmalar,

herbisit uygulamalarının sekonder metabolitler üzerinde bile değişikliklere neden olabildiğini göstermektedir (Zuin ve Vilegas, 2020; Ana ve ark., 2025). Bu durum, TAB gibi kalite odaklı ürünlerde kimyasal ajanların kullanımının sınırlanmasını daha da önemli kılmaktadır. Kimyasal ajanların kullanıldığı üretim sistemlerinin en kritik etkilerinden biri de biyoçeşitlilik kaybıdır. Monokültüre dayalı üretimin artması, yararlı böcek popülasyonlarının azalması ve toprakta doğal rekabet mekanizmalarının bozulması ekosistemin dayanıklılığını zayıflatmaktadır (Tilman et al., 2002). Dolayısıyla TAB yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliği esas alan alternatif yaklaşımların geliştirilmesi zorunlu hâle gelmiştir.

1.3. Ekolojik Yaklaşımların Gerekliliği

TAB üretiminde ekolojik yaklaşımların benimsenmesi hem çevresel sürdürülebilirliği hem de ürün kalitesini doğrudan artırma potansiyeline sahiptir. Organik madde uygulamaları, kompost ve mikrobiyal gübreler gibi doğal girdilerin kullanımı; toprak yapısını iyileştirmekte, su tutma kapasitesini artırmakta ve bitkinin besin elementlerine erişimini desteklemektedir (Ceritoğlu ve ark., 2018; Singh ve ark., 2021). Bu uygulamalar aynı zamanda yabancı otlarla rekabette bitkiye avantaj sağlayarak kimyasal herbisit ihtiyacını azaltmaktadır.

Ekolojik üretim modelleri ayrıca, iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki baskısını azaltma konusunda önemli bir araç olarak görülmektedir. Topraktaki organik maddenin artırılması karbon tutulumunu desteklemekte ve ayrıca biyolojik çeşitlilik odaklı yaklaşımlar ekosistemin dirençli olmasını sağlamaktadır (Reganold & Wachter, 2016). TAB gibi yüksek katma değerli ürünlerde özellikle etken madde stabilitesi ve kalite standardizasyonu açısından ekolojik yöntemlerin önemi vurgulanmaktadır.

Sonuç olarak, kimyasal girdilerin çevresel ve ürün kalitesine yönelik risklerinin artması, TAB yetiştiriciliğinde ekolojik yöntemlere yönelimi kaçınılmaz kılmaktadır. Ekosistem temelli yaklaşımlar hem sürdürülebilir üretimi desteklemekte hem de endüstriyel talebe uygun yüksek kaliteli bitkisel drog elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

2. TAB YETİŞTİRİCİLİĞİNDE YABANCI OTLARIN ETKİLERİ VE YÖNETİM SINIRLILIKLARI

TAB, genellikle düşük gelişme hızına sahip, erken dönem büyüme safhalarında hassas kök yapısına sahip olup çoğu zaman yavaş çimlenmektedir. Bu özellikleri nedeniyle TAB yabancı otlarla rekabete karşı oldukça duyarlıdır (Dragumilo ve ark., 2025a). Su, besin elementleri, ışık ve büyüme alanı gibi temel kaynakları hızla tüketen yabancı otlar TAB yetiştiriciliğinde verim kayıplarının temel nedenlerinden biri olup hem bitkinin biyokimyasal bileşimini hem de endüstride talep edilen kalite standartlarını olumsuz etkileyebilmektedir (Zimdahl, 2024). Bunun yanında bazı yabancı ot türlerinin alelopatik maddeler salgılayarak bitki kök gelişimini ve çimlenmesini baskıladığı bilinmektedir (Zohaib ve ark., 2016). TAB'larda ise bu durum, sekonder metabolit

içeriklerinde değişimlere ve dolayısıyla farmakolojik aktivitede farklılıklara neden olabilmektedir (Baležentiene, 2015).

Pek çok çalışmada, yabancı otların verim kaybına katkısının %15 ile %80 arasında değişebildiği rapor edilmiştir (Oerke ve ark., 2004; Shrestha ve ark., 2019). Yabancı ot rekabeti, tıbbi bitkilerde fenolik bileşikler ve uçucu yağ gibi sekonder metabolitlerin sentezini olumsuz etkileyebilmektedir. Örneğin, nane, kekik, adaçayı gibi türlerde yapılan çalışmalarda yabancı ot rekabetinin bu bileşiklerin miktarını düşürdüğü bildirilmiştir (Rockenbach ve ark., 2018). Yabancı otların taşıdığı hastalık etmenleri de TAB yetiştiriciliğinde bir diğer önemli risk faktörüdür. Bazı yabancı ot türleri viral ve fungal patojenler için taşıyıcı rolü üstlenmekte; bu durum özellikle endüstriyel drog kalitesini etkileyen birincil ve ikincil enfeksiyonların görülme sıklığını artırmaktadır (Charudattan, 2001).

Geleneksel mekanik yöntemler, özellikle sıra arası çapalama gibi uygulamalar, TAB yetiştiriciliğinde yoğun iş gücü gerektirmektedir. Kök yapısı hassas olan türlerde mekanik uygulamaların kök bölgesinde stres yaratması ve bitki kayıplarına neden olması önemli bir sınırlılıktır (Bond & Grundy, 2001). Bunun yanında, toprak işlemenin fazla yapılması, toprak neminin hızla azalmasına ve toprak organik maddesinin zarar görmesine yol açmaktadır.

Bir diğer önemli sınırlılık ise yabancı otların artan adaptasyon kapasitesidir. Dünya genelinde 500'den fazla yabancı ot türünün çeşitli herbisit gruplarına direnç geliştirdiği bildirilmiştir (Heap, 2023). Bu durum, kimyasal çözümlerin uzun vadeli bir yönetim stratejisi olmadığını açıkça ortaya koymaktadır.

3. EKOLOJİK YABANCI OT YÖNETİMİ

Ekolojik yabancı ot yönetimi, TAB üretiminde kimyasal girdilerin sınırlandırılması ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması açısından kritik bir yaklaşımdır. Bu yöntem, yabancı otların tamamen ortadan kaldırılması yerine, onların ekosistemdeki varlığını bitki gelişimini olumsuz etkilemeyecek seviyede tutmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle ekolojik yönetim, toprak sağlığı, biyolojik çeşitlilik, ekosistem dengesi ve uzun vadeli üretkenlik üzerine kurulu bütüncül bir strateji olarak değerlendirilir (Greff ve ark., 2023).

3.1. Toprak Sağlığını Destekleyen Uygulamalar

Toprak sağlığı, yabancı ot yönetiminin temel belirleyicisidir, çünkü toprak yapısı ve mikrobiyal denge bozulduğunda yabancı ot baskısı artmaktadır. Organik maddece zengin, iyi yapılandırılmış topraklarda kültür bitkilerinin rekabet kapasitesi artar ve yabancı otların gelişimi doğal olarak sınırlandırılır (Muminov ve ark., 2018). Bu kapsamda organik gübreleme, kompost uygulamaları ve yeşil gübreleme önemli ekolojik araçlardır.

Örneğin baklagiller ile yapılan yeşil gübreleme uygulamaları hem toprağın azot seviyesini artırmakta hem de bazı yabancı ot türlerinin çimlenmesini baskılayan fenolik bileşiklerin salınmasını sağlamaktadır (Recalde ve

ark., 2015). Kompost uygulamalarının ise toprak mikrobiyal aktivitesini artırarak özellikle yıllık yabancı otların tohum çimlenme oranını düşürdüğü gözlenmiştir (Green, 2006).

3.2. Biyolojik Mücadele

Ekolojik yabancı ot yönetiminde biyolojik mücadele, yabancı otların doğal düşmanlarından yararlanarak popülasyonu azaltmayı hedefler. Bu yaklaşım, çevreye zarar vermemesi ve kalıcı etkiler bırakması açısından sürdürülebilir tarım sistemlerinin önemli bir bileşenidir.

Bazı mantar türlerinin yabancı otlara karşı seçici patojenler olarak kullanılabileceği gösterilmiştir. *Colletotrichum gloeosporioides*, *Aeschynomene virginica* gibi yabancı otlara karşı etkili bir biyolojik kontrol ajanı olarak ticari ürünlerde yer almaktadır (Morin, 2020).

TAB yetiştiriciliğinde, özellikle organik sistemlerde entomofauna ve toprak mikroorganizmalarının korunması biyolojik mücadelenin başarısını artırır. Yabancı otların tamamen yok edilmemesi, yararlı böcek ve mikroorganizmaların yaşam alanlarının korunmasına katkı sağlar. Bu durum, ekosistemde doğal rekabet ve baskılama mekanizmalarının gelişmesine olanak tanır (Sarrocco, 2023).

3.3. Malçlama ve Mekanik Yöntemler

3.3.1. Malçlama

Malçlama, yabancı otların ışık almasını engelleyerek çimlenme oranlarını düşürür ve aynı zamanda toprak nemini korur. Organik malç (saman, ağaç kabuğu, kompost) ve biyobozunur malç filmleri TAB üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Saman malçının özellikle dar yapraklı yabancı otlara karşı etkili olduğu, aynı zamanda toprak sıcaklığını düzenleyerek bitki gelişimini olumlu etkilediği rapor edilmiştir (Matković ve ark., 2015). Plastik veya biyobozunur malçların ise, özellikle sıra aralarında yoğun yabancı ot baskısını azaltmada %60–95 oranında etkili olabildiği belirtilmektedir (Kasirajan & Ngouajio, 2012). Ayrıca defne ve nane bahçelerinde kullanılan çam iğnesi malçının, özellikle dar yapraklı yabancı otları baskılamada etkili olduğu bildirilmiştir (Dragumilo ve ark., 2025b). Bu uygulamanın ek bir avantajı, toprak yüzeyinde organik madde birikimini ve mikrobiyal aktiviteyi artırmasıdır.

3.4. Münavebe ve Allelopati

3.4.1. Münavebe (Ekim Nöbeti)

Münavebe (ekim nöbeti), tarımsal ekosistemlerde yabancı ot baskısını azaltmak, toprak sağlığını iyileştirmek ve sürdürülebilir üretim koşulları oluşturmak için kullanılan temel ekolojik stratejilerden biridir. Farklı bitkilerin belirli bir düzen içinde yıllar boyunca ardışık olarak yetiştirilmesi, yabancı otların yaşam döngülerinin bozulmasını sağlamakta; böylece yabancı ot popülasyonunun yoğunluğu ve çeşitliliği uzun vadede önemli

ölçüde azalmaktadır (Liebman & Dyck, 1993). Münavebenin etkinliği, sistemde yer alan bitkilerin kök yapısı, büyüme hızları, gölgeleme kapasiteleri ve rekabetçi özellikleriyle yakından ilişkilidir.

Hızlı gelişen ve toprak yüzeyini kısa sürede örten türler, yabancı otların çimlenmesi için gerekli ışık ve alanı kısıtlayarak doğal bir bastırma etkisi oluşturur. Örneğin karabuğday (*Fagopyrum esculentum*), darı (*Panicum miliaceum*), yulaf (*Avena sativa*) ve bazı fiğ türleri, yoğun gölgeleme ve hızlı büyüme özellikleri nedeniyle etkili birer münavebe bitkisi olarak kullanılmaktadır. Bu türlerin yabancı ot çıkışını %40–80 oranında azalttığı bildirilmektedir (Silva ve ark., 2023). Bu uygulama, sonraki sezonda tıbbi ve aromatik bitkilerin (TAB) ekimi için daha temiz tarlalar elde edilmesini sağlar ve bu da özellikle çimlenme döneminde yabancı ot baskısına duyarlı olan TAB türlerinin gelişimini doğrudan olumlu etkiler.

Münavebenin yabancı ot kontrolündeki etkileri yalnızca fiziksel gölgeleme ya da rekabet mekanizmalarıyla sınırlı değildir. Bazı münavebe bitkileri, kök salgıları veya bitki artıklarının çürümesi yoluyla allelopatik etkiler de gösterebilir. Örneğin karabuğdayın salgıladığı fagopirin türevleri, yabancı ot çimlenmesini baskılayabilir (Creamer & Baldwin, 2000). Aynı şekilde bazı baklagiller, toprakta azot bağlama özelliği sayesinde hem toprak verimliliğini artırmakta hem de bazı problemli yabancı ot türlerinin gelişimini dolaylı olarak sınırlamaktadır. Bu özellikler, münavebeyi ekolojik tabanlı üretim sistemlerinde çok yönlü bir araç haline getirmektedir.

Ayrıca münavebe, hastalık ve zararlı popülasyonlarının kontrolünde de önemli bir role sahiptir. Tek tip bitkinin uzun süre aynı tarlada yetiştirilmesi, patojenlerin ve bazı yabancı ot türlerinin hızla çoğalmasına neden olur. Örneğin sürekli kekik veya adaçayı yetiştirilen alanlarda toprak kaynaklı kök çürüklüğü etmenlerinin birikerek verim kayıplarına yol açtığı bilinmektedir (Ma ve ark., 2023). Münavebe sayesinde bu tür patojenlerin yaşam döngüleri kesintiye uğratılır, zararlı popülasyonu düşer ve TAB'ların kök bölgesi daha sağlıklı bir mikroekosisteme kavuşur.

Sonuç olarak münavebe, ekolojik yabancı ot yönetiminde yalnızca bir kültürel uygulama değil, aynı zamanda toprak sağlığı, bitki fizyolojisi, mikrobiyal denge ve etken madde kalitesi üzerinde dolaylı etkileri bulunan çok yönlü bir ekosistem yönetimi aracıdır. TAB yetiştiriciliğinde münavebe planlarının doğru kurgulanması, hem düşük girdili hem de yüksek kaliteli üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğini desteklemektedir.

3.4.2. Allelopati

Allelopati, bir bitkinin salgıladığı ikincil metabolitler aracılığıyla başka bitkilerin çimlenme ve büyüme süreçlerini baskılaması veya uyarması olarak tanımlanan önemli bir ekolojik etkileşimdir. Bu biyokimyasal maddelere allelokimyasallar adı verilir ve bunlar bitkiler tarafından kökler, yapraklar, gövde, çiçek, tohum veya çürüme artıkları aracılığıyla çevreye salınabilir (Ain ve ark., 2023). Allelopatik bileşikler arasında fenolikler,

flavonoidler, terpenoidler, alkaloidler ve çeşitli organik asitler yer almaktadır. Bu maddeler toprakta çözünerek ya da buhar fazında hareket ederek yabancı otların gelişimini doğrudan engelleyebilir.

Çavdar (*Secale cereale*) ve sorgum (*Sorghum bicolor*) gibi türler, güçlü allelopatik etkiye sahip olmaları nedeniyle ekolojik yabancı ot yönetiminde en çok incelenen bitkilerdir. Çavdar özellikle benzoksazinoid (DIBOA, DIMBOA) bileşiklerini üretir; bu maddeler birçok yıllık ve tek yıllık yabancı otun çimlenmesini baskılar (Weston & Duke, 2003). Çavdar samanının malç olarak kullanılması, hem ışık engelleme hem de toprak yüzeyine salınan kimyasal maddeler sayesinde yabancı ot çıkışını %50–90 oranında azaltabilir. Bu etki özellikle *Echinochloa* spp., *Amaranthus* spp. ve *Setaria* spp. gibi dar yapraklı ve geniş yapraklı yıllık türlerde belirgindir (Creamer ve ark., 1996; Saha ve ark., 2018).

Tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB) de yüksek oranda sekonder metabolit üretmeleri nedeniyle doğal olarak allelopatik potansiyele sahiptir. Bu durum, TAB üretiminin bazı alanlarda yabancı ot baskısını doğal olarak azaltabilmesini sağlar. Örneğin bazı *Salvia* türleri, uçucu yağlarındaki α-thujone, camphor ve 1,8-cineole gibi bileşikler aracılığıyla çevredeki yabancı ot türlerinin çimlenmesini %30–70 oranında azaltabilmektedir (Islam ve ark., 2022). Bu bileşiklerin toprak yüzeyinde buharlaşarak veya yağmurla toprağa taşınarak etkili olduğu düşünülmektedir.

Biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve kekik (*Thymus vulgaris*) gibi Lamiaceae üyeleri de yüksek oranda monoterpen içerdikleri için allelopatik etki gösterebilir. Özellikle timol ve karvakrol'ün, bazı yabancı otların kök uzamasını güçlü şekilde engellediği bildirilmiştir (Elghobashy ve ark., 2024). Bu nedenle yoğun kekik yetiştiriciliği yapılan alanlarda yabancı ot popülasyonlarının doğal olarak düşük seviyede kaldığı gözlenmiştir.

Bazı tıbbi bitkiler ise çürüme sırasında allelopatik etki göstermektedir. Örneğin rezene (*Foeniculum vulgare*) bitkisinin sap ve yapraklarının parçalanması sonucu ortaya çıkan anetol ve fenchone gibi bileşenlerin, özellikle küçük tohumlu geniş yapraklı yabancı otların çimlenmesini baskıladığı rapor edilmiştir (Gharibvandi ve ark., 2022). Bu özellik, hasat sonrası bitki artıklarının tarlada bırakılmasının yabancı ot yönetimine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Allelopatinin ekolojik yabancı ot yönetimine katkıları sadece doğrudan baskılama etkisiyle sınırlı değildir. Allelopatik bitkiler:

- Toprakta rekabetçi bir mikroekosistem oluşturur, bazı patojen ve zararlı mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırır.
- Toprak yüzeyini örtme kapasitesiyle ışık rekabeti yaratır, yabancı otların hızlı çıkışını engeller.
- Ekim nöbetinde stratejik olarak kullanıldığında, sonraki sezona daha temiz tarlalar bırakır.
- Kimyasal herbisit kullanımını azaltarak kalıntısız TAB üretim modeline katkı sağlar.

4. TÜRKİYE'DE UYGULAMALAR VE MEVCUT EĞİLİMLER

Türkiye, sahip olduğu biyolojik çeşitlilik, farklı agroekolojik bölgeleri ve geniş kültürel bitki kullanım geleneği nedeniyle tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB) bakımından dünyanın önemli üretim merkezlerinden biridir. Son yıllarda organik tarımın yaygınlaşması, tüketici talebindeki artış ve ihracat potansiyelinin güçlenmesi, TAB üretiminde ekolojik tabanlı uygulamalara olan ilgiyi artırmıştır. Ancak buna rağmen yabancı ot yönetimi, Türkiye'de TAB yetiştiriciliğinin karşılaştığı en önemli agronomik sorunlardan biri olmaya devam etmektedir.

Türkiye'de TAB üretimi hem kültüre alınmış türlere (ör. adaçayı, kekik, nane, biberiye, çörek otu) hem de doğal toplama faaliyetlerine dayanmaktadır. Özellikle Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri, kekik (*Origanum* spp.), adaçayı (*Salvia officinalis* ve *S. fruticosa*), defne (*Laurus nobilis*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve tıbbi nane (*Mentha piperita*) gibi türlerde büyük üretim potansiyeline sahiptir (Adlard, 2010; TAGEM, 2020). Bu üretim sistemlerinin önemli bir kısmını küçük aile işletmeleri oluşturur ve bu da yabancı ot yönetiminin çoğunlukla manuel veya düşük girdili yöntemlerle yürütülmesine yol açmaktadır.

4.1. Türkiyede Malçlama Uygulamaları

Türkiye'de özellikle kekik ve adaçayı üretiminde organik malç materyalleri (buğday samanı, çavdar samanı, zeytin posası, çam kabuğu) yaygın olarak kullanılmaktadır. Organik malçların yanı sıra bazı bölgelerde siyah plastik malç örtüler de tercih edilmektedir, ancak bu uygulamalar çevresel kaygılar sebebiyle giderek azaltılmaktadır.

4.2. Münavebe ve Allelopatik Türlerin Kullanımı

Türkiye'de TAB alanlarında münavebe uygulamaları sınırlı olmakla birlikte, baklagil–tahıl–TAB döngüsünün kullanıldığı üretim modellerinde verim artışı ve yabancı ot baskısının azaldığı çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir (Büyüktavşan & Naneli, 2020). Karabuğday, yem bezelyesi ve fiğ gibi örtü bitkileri, yabancı ot popülasyonlarını azaltmak için bazı çiftçiler tarafından örtü bitkisi olarak denenmektedir.

5. SONUÇ

Tıbbi ve aromatik bitki üretiminde yabancı ot yönetimi, hem verim hem de etken madde kalitesi açısından kritik bir unsurdur. Kimyasal girdilere bağımlılığı azaltan ekolojik yöntemler; malçlama, münavebe, biyolojik mücadele ve toprak sağlığını destekleyen uygulamalar, uzun vadede üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğini artırmaktadır.

Ekolojik yöntemler, çevresel riskleri minimize ederek, toprak verimliliğini artırmakta, biyolojik çeşitliliği korumakta ve kültür bitkilerinin doğal dayanıklılığını güçlendirmektedir. Allelopati ve örtü bitkileri gibi doğal mekanizmaların bilinçli kullanımı, uzun vadede üreticiler için hem ekonomik hem de ekolojik faydalar sağlamaktadır.

Sonuç olarak, kimyasal olmayan yabancı ot yönetimi, TAB üretiminde sürdürülebilirlik ve kaliteyi güvence altına alacak en önemli stratejilerden biridir. Bu yöntemlerin bilinçli ve sistematik olarak uygulanması, hem üretici hem de çevre için uzun vadeli kazanımlar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Acıbuca, V., & Budak, D. B. (2018). Dünya'da ve Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(1), 37-44.

Adlard, E. R. (2010). *Handbook of essential oils: Science, technology, and applications.* Chroma, 72, 1021.

Ain, Q., Mushtaq, W., Shadab, M., & Siddiqui, M. B. (2023). Allelopathy: an alternative tool for sustainable agriculture. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *29*(4), 495-511.

Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. Interdisciplinary Toxicology, 2(1), 1–12.

Ana, D., Tatjana, M., Sava, V., Stefan, G., Milan, L., Miloš, R., ... & Dragana, B. (2025). Mulching for Weed Management in Medicinal and Aromatic Cropping Systems. Horticulturae, 11(9), 998.

Baležentiene, L. (2015). Secondary metabolite accumulation and phytotoxicity of invasive species Solidago canadensis L. during the growth period. Allelopath. J, 35, 217-226.

Bond, W., & Grundy, A. C. (2001). Non-chemical weed management in organic farming systems. Weed research, 41(5), 383-405.

Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications. International Journal of Food Microbiology, 94(3), 223–253.

Büyüktavşan, Ö. F., & Naneli, İ. (2020). Farklı münavebe tekniklerinin bitkisel üretim ve çevre üzerine etkileri. *Journal of Agricultural Biotechnology*, *1*(1), 6-11.

Carrubba, A. (2017). Weed and weeding effects on medicinal herbs. In Medicinal plants and environmental challenges (pp. 295-327). Cham: Springer International Publishing.

Ceritoğlu, M., Şahin, S., & Erman, M. (2018). Effects of vermicompost on plant growth and soil structure. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 32(3), 607-615.

Charudattan, R. (2001). Biological control of weeds by means of plant pathogens: significance for integrated weed management in modern agro-ecology. BioControl, 46(2), 229-260.

Charudattan, R. (2001). Biological control of weeds by means of plant pathogens. *Biocontrol*, 46(2), 229–260.

Creamer, N. G., & Baldwin, K. R. (2000). An evaluation of summer cover crops for use in vegetable production systems in North Carolina. *HortScience*, *35*(4), 600-603.

Creamer, N. G., Bennett, M. A., Stinner, B. R., Cardina, J., & Regnier, E. E. (1996). Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *HortScience*, *31*(3), 410-413.

Dragumilo, A., Marković, T., Vrbničanin, S., Gordanić, S., Lukić, M., Rajković, M., Prijić, Ž., & Božić, D. (2025a). Mulching for Weed Management in Medicinal and Aromatic Cropping Systems. Horticulturae, 11(9), 998. https://doi.org/10.3390/horticulturae11090998 .

Dragumilo, A., Pejčev, R. Đ., Božić, D., Sarić-Krsmanović, M., Vrbničanin, S., Rajković, M., & Marković, T. (2025b). Impact of synthetic films and organic mulches on yield and quality of Mentha piperita L. essential oil. *Industrial Crops and Products*, *224*, 120356.

Ekor, M. (2014). The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and regulatory challenges. Frontiers in Pharmacology, 4, 177.

Elghobashy, R. M., El-Darier, S. M., Atia, A. M., & Zakaria, M. (2024). Allelopathic potential of aqueous extracts and essential oils of Rosmarinus officinalis L. and Thymus vulgaris L. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *24*(1), 700-715.

FAO. (2021). Medicinal and Aromatic Plants: Trade and Market Trends. FAO Publications.

Gharibvandi, A., Karimmojeni, H., Ehsanzadeh, P., Rahimmalek, M., & Mastinu, A. (2022). Weed management by allelopathic activity of Foeniculum vulgare essential oil. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, *156*(6), 1298-1306.

Green, S. J., Inbar, E., Michel Jr, F. C., Hadar, Y., & Minz, D. (2006). Succession of bacterial communities during early plant development: transition from seed to root and effect of compost amendment. Applied and environmental microbiology, 72(6), 3975-3983.

Greff, B., Sáhó, A., Lakatos, E., & Varga, L. (2023). Biocontrol activity of aromatic and medicinal plants and their bioactive components against soil-borne pathogens. Plants, 12(4), 706.

Heap, I. (2023). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org

Islam, A. M., Suttiyut, T., Anwar, M. P., Juraimi, A. S., & Kato-Noguchi, H. (2022). Allelopathic properties of Lamiaceae species: Prospects and challenges to use in agriculture. *Plants*, *11*(11), 1478.

Kasirajan, S., & Ngouajio, M. (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for sustainable development*, *32*(2), 501-529.

Lange, D. (2002, August). Medicinal and aromatic plants: trade, production, and management of botanical resources. In *XXVI International Horticultural Congress: The Future for Medicinal and Aromatic Plants 629* (pp. 177-197).

Liebman, M., & Dyck, E. (1993). Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological applications*, *3*(1), 92-122.

Ma, Z., Guan, Z., Liu, Q., Hu, Y., Liu, L., Wang, B., ... & Saleem, M. (2023). Obstacles in continuous cropping: mechanisms and control measures. *Advances in agronomy*, *179*, 205-256.

Matković, A., Božić, D., Filipović, V., Radanović, D., Vrbničanin, S., & Marković, T. (2015). Mulching as a physical weed control method applicable in medicinal plants cultivations. *Lekovite sirovine*, (35), 37-51.

Morin, L. (2020). Progress in biological control of weeds with plant pathogens. Annual review of phytopathology, 58(1), 201-223.

Muminov, M. A., Guo, L., Song, Y., Gu, X., Cen, Y., Meng, J., & Jiang, G. (2018). Comparisons of weed community, soil health and economic performance between wheat-maize and garlic-soybean rotation systems under different weed managements. PeerJ, 6, e4799.

Oerke, E.-C., & Dehne, H.-W. (2004). Safeguarding production-losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection, 23*(4), 275–285.

Pahalvi, H. N., Rafiya, L., Rashid, S., Nisar, B., & Kamili, A. N. (2021). Chemical fertilizers and their impact on soil health. In Microbiota and biofertilizers, Vol 2: Ecofriendly tools for reclamation of degraded soil environs (pp. 1-20). Cham: Springer International Publishing.

Pant, P., Pandey, S., & Dall'Acqua, S. (2021). The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review. Chemistry & Biodiversity, 18(11), e2100345.

Recalde, K. M. G., Carneiro, L. F., Carneiro, D. N. M., Felisberto, G., Nascimento, J. S., & Padovan, M. P. (2015). Weed suppression by green manure in an agroecological system. Revista Ceres, 62(6), 546-552.

Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. Nature Plants, 2, 15221.

Rockenbach, A. P., Rizzardi, M. A., Nunes, A. L., Bianchi, M. A., Caverzan, A., & Schneider, T. (2018). Interference between weeds and crop: changes in secondary metabolism.

Saha, D., Marble, S. C., & Pearson, B. J. (2018). Allelopathic effects of common landscape and nursery mulch materials on weed control. *Frontiers in plant science*, *9*, 733.

Sarrocco, S. (2023). Biological disease control by beneficial (micro) organisms: Selected breakthroughs in the past 50 years. Phytopathology®, 113(4), 732-740.

Shrestha, J., Timsina, K. P., Subedi, S., Pokhrel, D., & Chaudhary, A. (2019). Sustainable weed management in maize (Zea mays L.) production: A review in perspective of southern Asia. *Turkish Journal of Weed Science*, *22*(1), 133-143.

Silva, M. A., Nascente, A. S., Frasca, L. L. D. M., Lanna, A. C., Lacerda, M. C., & Silva, C. B. D. (2023). Biomass, nutrient accumulation, and weed suppression by mix of cover crops. *Revista Caatinga*, *36*(4), 757-764.

Singh T.Y., Ansari, S., & Prasad, P. (2021). Organic Cultivation of Medicinal and Aromatic Plants: A Review. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 17(1), 129-133.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM). (2020). *Tıbbi ve aromatik bitkiler sektör politika belgesi 2020-2024*. https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/T%C4%B1bbi%20ve%20Aromatik%20Bitkiler%20SPB.pdf

Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, *418*(6898), 671-677..

Weston, L. A., & Duke, S. O. (2003). Weed and crop allelopathy. *Critical reviews in plant sciences*, *22*(3-4), 367-389.

World Health Organization. WHO traditional medicine strategy 2014–2023: World Health Organization; 2013.

Zimdahl, R. L., & Basinger, N. T. (2024). *Fundamentals of Weed Science* (6th ed.). Elsevier.

Zohaib, A., Abbas, T., & Tabassum, T. (2016). Weeds cause losses in field crops through allelopathy. Notulae Scientia Biologicae, 8(1), 47-56.

Zuin, V. G., & Vilegas, J. H. (2000). Pesticide residues in medicinal plants and phytomedicines. Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, 14(2), 73-88.

KOZMETİK VE PARFÜMERİ SEKTÖRÜNDE UÇUCU YAĞLARIN KULLANIMI

Doç. Dr. Hasan MARAL[1]/ Öğr. Gör. Dr. Tuğba ÇAKIR[2]
[1] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, hasmaral@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9074-1109
[2] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, tyetgin@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5647-2985

Özet

Uçucu yağlar, bitkilerin çiçek, yaprak, kabuk, meyve veya kök gibi çeşitli kısımlarından distilasyon, soğuk pres veya çözücü ekstraksiyonu yöntemleriyle elde edilen, genellikle terpenler, alkoller, aldehitler, ketonlar ve esterlerden oluşan uçucu bileşik karışımlarıdır. Hoş kokuları ve biyolojik aktiviteleri sayesinde kozmetik ve parfümeri sektörlerinde yüzyıllardır kullanılan bu doğal bileşenler, son yıllarda artan çevre bilinci ve doğal ürünlere yönelim ile yeniden önem kazanmıştır. Kozmetik formülasyonlarda uçucu yağlar yalnızca koku verici olarak değil; antimikrobiyal, antioksidan, antiinflamatuvar ve yatıştırıcı etkileriyle aktif bileşen olarak da değerlendirilmektedir. Lavanta, gül, çay ağacı, biberiye ve nane gibi yağlar, cilt ve saç bakım ürünlerinde doğal katkı maddesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca uçucu yağların bazı türleri, kozmetik ürünlerde sentetik koruyuculara alternatif olarak ürün stabilitesini artırmakta ve mikrobiyal kontaminasyonu azaltmaktadır. Parfümeri sektöründe ise uçucu yağlar, parfüm formülasyonlarının üst, orta ve alt notalarını oluşturan temel hammaddelerdir. Doğal yağların kimyasal çeşitliliği, parfümlere özgün karakter ve kalıcılık kazandırırken, sürdürülebilir tedarik zincirlerinin geliştirilmesi de endüstrinin öncelikli hedefleri arasına girmiştir. Bu çalışmada uçucu yağların kimyasal özellikleri, kozmetik ve parfümeri alanındaki işlevleri, modern üretim ve formülasyon teknikleri, sürdürülebilirlik uygulamaları ve sektörel eğilimler detaylı biçimde incelenmiştir. Elde edilen bilgiler, uçucu yağların hem duyusal hem de terapötik açıdan kozmetik endüstrisinin geleceğinde güçlü bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Uçucu yağlar, kozmetik, parfümeri, doğal bileşenler, sürdürülebilirlik

THE USE OF ESSENTIAL OILS IN THE COSMETICS AND PERFUME INDUSTRY

ABSTRACT

Essential oils are volatile mixtures composed primarily of terpenes, alcohols, aldehydes, ketones, and esters, obtained from various plant parts such as flowers, leaves, bark, fruits, or roots through distillation, cold pressing, or solvent extraction techniques. Owing to their pleasant aromas and biological activities, these natural compounds have been used for centuries in the cosmetics and perfumery industries. In recent years, increasing environmental awareness and the growing demand for natural products have renewed interest in essential oils.

In cosmetic formulations, essential oils are not only employed as fragrance agents but also as active ingredients due to their antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, and soothing properties. Oils such as lavender, rose, tea tree, rosemary, and peppermint are widely incorporated into skin and hair care products as natural additives. Additionally, certain essential oils can enhance product stability and reduce microbial contamination, making them promising alternatives to synthetic preservatives.

In the perfumery sector, essential oils constitute the primary raw materials that form the top, middle, and base notes of perfume compositions. The chemical diversity of natural oils imparts unique character and longevity to fragrances, while the development of sustainable supply chains has become a priority for the industry.

This study examines in detail the chemical characteristics of essential oils, their functions in cosmetics and perfumery, modern production and formulation techniques, sustainability practices, and current industry trends. The findings reveal that essential oils possess strong potential in shaping the future of the cosmetics industry from both sensory and therapeutic perspectives.

Keywords: Essential oils, cosmetics, perfumery, natural ingredients, sustainability

1. GİRİŞ

Kozmetik ve parfümeri endüstrisi, tarih boyunca doğadan ilham almış; bitkisel içerikler, aromatik bileşenler ve yağlar güzellik, bakım ve kişisel hijyenin ayrılmaz parçası olmuştur (ör. antik Mısır'da aromatik bitkilerin kullanımı). Günümüzde ise "doğal içeriklere yönelim" ve tüketici bilincinin artışıyla birlikte, bitkilerden elde edilen uçucu yağların (esansiyel yağların) kozmetik ve parfümeri alanındaki önemi yeniden yükselmiştir. Bu bağlamda, uçucu yağlar yalnızca hoş koku vermekle kalmamakta, aynı zamanda fonksiyonel etkinlik (örneğin antimikrobiyal, anti-oksidan, anti-inflamatuvar) sunan bileşenler olarak dikkat çekmektedir (Sarkič & Stappen, 2018).

Uçucu yağlar; bitkinin çiçek, yaprak, kabuk, meyve veya kök gibi değişik kısımlarından çeşitli yöntemlerle (örneğin buhar distilasyonu, soğuk presleme) elde edilen, genellikle monoterpenler, seskiterpenler, fenilpropanoidler, esterler, aldehitler ve alkoller gibi uçucu bileşenlerin kompleks karışımlarını içerir. Bu bileşenler hem kokusal profili hem de biyolojik aktiviteyi belirler. Örneğin, bir incelemede uçucu yağların kozmetik formülasyonlarda doğal koku verici olmanın ötesinde mikrobiyal koruma ve aktif bileşen olarak potansiyeli vurgulanmıştır (Sharmeen et al., 2021).

Kozmetik ürünlerde uçucu yağların kullanımı, formülasyona duyusal değer katmanın yanı sıra teknik ve biyolojik avantajlar da sunmaktadır. Örneğin, uçucu yağların antimikrobiyal etkisi sayesinde sentetik koruyuculara alternatif olma potansiyeli araştırılmıştır (örneğin esansiyel yağların bazı formülasyonlarda metilparabenden daha güçlü inhibisyon gösterdiği bulunmuştur). Ayrıca doğal içeriklere yönelik tüketici talebinin yükselmesi, kozmetik endüstrisinde sürdürülebilirlik, izlenebilirlik ve "temiz içerik" söylemlerini güçlendirmiş, bu da uçucu yağlara yönelik ilgiyi artırmıştır (Sharmeen et al., 2021). Ancak uçucu yağların kullanımı yalnızca faydalarla sınırlı değildir. Bu bileşenlerin kararlılığı, standardizasyonu, formülasyona uygunluğu ve potansiyel alerjenlik riski gibi hususlar dikkat gerektirmektedir. Örneğin, uçucu yağ kaynaklı kokular ve bileşenler kontakt dermatit gibi alergik reaksiyonlara sebep olabilir; bu nedenle güvenli kullanım için konsantrasyon ve etiketleme gibi düzenlemeler önemlidir (Sarkič & Stappen, 2018).

Bu çalışmanın amacı, kozmetik ve parfümeri sektörlerinde uçucu yağların rolünü kapsamlı biçimde ele almak; kimyasal özellikleri, kullanım alanları, formülasyon teknikleri ve sürdürülebilirlik ile ilgili güncel eğilimleri irdelemektir. Böylece hem akademik bilgi birikimine hem de sektörel uygulamalara katkı sağlaması hedeflenmektedir.

2. UÇUCU YAĞLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

2.1. Tanım ve Temel Yapı

Uçucu yağlar, bitkilerin yaprak, çiçek, kabuk, meyve veya kök gibi aromatik kısımlarından buhar distilasyonu, soğuk presleme veya çözücü ekstraksiyonu gibi yöntemlerle elde edilen kompleks karışımlardır. Genellikle düşük molekül ağırlıklı, kokulu, oda sıcaklığında sıvı hâlde bulunan, organik çözücülerde çözünebilen bileşiklerdir (Viskelis & Surguchov, 2024).

Bu bileşikler genellikle monoterpenler, seskiterpenler, fenilpropanoidler, alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler ve oksitler gibi gruplardan oluşur. Her uçucu yağın bileşimi, bitkinin türü, yetişme koşulları, hasat zamanı ve ekstraksiyon yöntemi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir (Dhifi et al., 2016; Soltanbeigi & Maral, 2025).

2.2. Bileşen Sınıfları

Uçucu yağlarda kimyasal bileşenler üç ana grupta incelenebilir: terpen türevleri, fenilpropanoidler ve diğer oksijenli bileşikler.

- Terpenler, uçucu yağların en yaygın bileşen grubunu oluşturur. Bu bileşikler genellikle mevalonat (MVA) ve 2-methyl-erythritol-4-phosphate (MEP) yolları üzerinden sentezlenir. Terpenler karbon iskeletine göre monoterpenler (C_{10}), seskiterpenler (C_{15}) ve diterpenler (C_{20}) olarak sınıflandırılır (Baser & Buchbauer, 2015).
- Monoterpenler (ör. limonen, α-pinen, sabinen) hafif ve uçucu karakterdedir; parfümlerde genellikle üst nota sağlar.
- Seskiterpenler (ör. β-karyofillen, patchoulol) daha yoğun ve kalıcı aromalar sunar, genellikle alt nota olarak değerlendirilir.
- Fenilpropanoidler, shikimik asit yoluyla sentezlenir ve kokuya baharatlı, tatlı ya da çiçeksi karakter kazandırır (Bakkali et al., 2008).
- Oksijenli bileşikler (alkoller, aldehitler, ketonlar, esterler) kokunun karmaşıklığını ve biyolojik etkinliği belirleyen gruplardır (Sharmeen et al., 2021).

2.3. Bileşimin Değişkenliği

Uçucu yağlar genellikle 20 ile 60 arasında bileşen içerir; ancak bazı türlerde 300'ün üzerinde bileşik saptanmıştır (Viskelis & Surguchov, 2024). Yağın karakteristik kokusu ve biyolojik aktivitesi çoğunlukla birkaç majör bileşen tarafından belirlenir; örneğin lavanta (Lavandula angustifolia) yağında linalool ve linalil asetat oranı %70'e kadar ulaşabilir (Pavela & Benelli, 2016).

Coğrafi koşullar ve üretim yöntemi bileşimi ciddi biçimde etkiler. Örneğin Laurus nobilis uçucu yağında 1,8-cineole oranı yetişme yerine bağlı olarak %30 ile %56 arasında değişmiştir (Riabov et al., 2020). Bu durum, uçucu yağların standardizasyonunun neden güç olduğunu göstermektedir.

2.4. Biyosentez ve Etkileyen Faktörler

Uçucu yağ bileşenlerinin biyosentezi, bitkinin genetik yapısına ek olarak çevresel koşullar, toprak tipi, nem, sıcaklık, rakım, güneşlenme süresi ve bitkinin fenolojik dönemi gibi çok sayıda faktörden etkilenir (Sharifi-Rad et al., 2017). Ayrıca distilasyon süresi ve yöntemi de bileşen oranlarını önemli ölçüde değiştirebilir. Örneğin, kekik (Thymus vulgaris) yağında distilasyon süresinin uzaması karvakrol ve timol oranlarında artışa neden olmuştur (Raina et al., 2019).

2.5. Fonksiyonel Kimyasal Özellikler

Uçucu yağların uçuculuk özellikleri, onları parfümeri sektöründe vazgeçilmez hâle getirir. Moleküllerin buhar basıncı, koku profilinin yayılma hızını belirler. Aynı zamanda bu bileşikler ışık, oksijen ve sıcaklığa duyarlıdır; bu nedenle stabilizasyon amacıyla mikroenkapsülasyon veya antioksidan katkılar tercih edilir (Dhifi et al., 2016).

Kimyasal bileşim yalnızca koku karakterini değil, aynı zamanda biyolojik aktiviteleri de belirler. Ana bileşenler genellikle etkinliğin çoğundan sorumluyken, minör bileşenler sinerjik veya antagonistik etki gösterebilir (Bakkali et al., 2008). Bu nedenle uçucu yağların kozmetik ve parfümeri ürünlerinde kullanımı, kimyasal profillerinin ayrıntılı analiziyle desteklenmelidir.

2.6. Kozmetik ve Parfümeri Açısından Önemli Kimyasal Bileşenler

Kozmetik ve parfümeri formülasyonlarında öne çıkan bazı bileşenler şunlardır:

- Limonen (narenciye yağlarında): Ferah ve taze üst nota sağlar.
- Linalool (lavanta, bergamot, gül): Yumuşak çiçeksi karakter kazandırır.
- Geraniol ve citronellol (gül ve sardunya yağlarında): Orta nota olarak kalıcılığı artırır.
- Patchoulol, vetiverol gibi seskiterpen alkoller: Alt nota olarak parfümün kalıcılığını güçlendirir.

Bu bileşenlerin oranı, ürünün hem kokusal performansını hem de biyolojik özelliklerini belirler (Sharmeen et al., 2021).

3. KOZMETİK VE PARFÜMERİ SEKTÖRÜNDE UÇUCU YAĞLARIN KULLANIMI

3.1. Formülasyonlardaki Çeşitli Roller

Uçucu yağlar, kozmetik ürünlerde yalnızca hoş bir koku sağlamakla kalmaz; aynı zamanda biyolojik aktivite ve formülasyon işlevselliği sağlar. Antimikrobiyal özellikleri nedeniyle ürünlerin mikrobiyolojik stabilitesine

katkıda bulunabilir (Viskelis & Surguchov, 2024). Ayrıca, uçucu yağlar duyusal deneyimi (koku, his, ferahlık) zenginleştirerek ürünlerin pazarlama değerini artırır (Sharifi-Rad et al., 2017).

3.1.1. Parfüm ve Doğal Koku Bileşeni Olarak Kullanım

Parfümeri alanında uçucu yağlar üst, orta ve alt nota olarak formülasyona dahil edilir. Narenciye yağları üst nota; çiçeksi yağlar orta nota, odunsu veya misk-notalı yağlar alt nota olarak kullanılır (Sharmeen et al., 2021). Böylece parfümün kokusal karakteri zenginleşir. Doğal içerik talebinin artması, sentetik alternatifler yerine uçucu yağ kullanımını teşvik etmektedir (Ali et al., 2015).

3.1.2. Cilt Bakım Ürünlerinde Aktif Bileşen ve Katkı Maddesi Olarak Kullanım

Uçucu yağlar, antimikrobiyal, antioksidan ve antiinflamatuvar aktiviteleri nedeniyle cilt bakım formülasyonlarında tercih edilir. Bazı çalışmalar, uçucu yağ içeren cilt bakım jellerinin cilt elastikiyetini artırdığını ve hidrasyonu iyileştirdiğini göstermiştir (Sharifi-Rad et al., 2017). Ayrıca deri bariyer fonksiyonunu destekleyebilir ve çevresel stres faktörlerine karşı cildi koruyabilir (Sharmeen et al., 2021).

3.1.3. Saç bakım, sabun ve duş ürünlerinde kullanım

Saç bakım ürünlerinde uçucu yağlar, saç derisini uyarmak, ferahlık sağlamak ve bazı durumlarda saç dökülmesini azaltmak için kullanılır (Turek & Stintzing, 2013). Sabun ve duş ürünlerinde ise hem koku katkısı hem de mikrobiyal aktiviteyi azaltma amacıyla değerlidir (Viskelis & Surguchov, 2024).

3.2. Etki Mekanizmaları

- Antimikrobiyal etki: Bazı uçucu yağ bileşenleri bakteri ve mantar hücre duvarına zarar vererek veya hücre zarını bozarak etki gösterir (Bakkali et al., 2008).
- Antioksidan ve antiinflamatuvar etki: Serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresi azaltır, bu da yaşlanma karşıtı ve cilt bakım ürünlerinde önemlidir (Sharmeen et al., 2021).
- Formülasyon işlevselliği: Uçucu yağların uçuculuğu, koku yayılımını artırır. Mikroenkapsülasyon veya nanotaşıyıcı sistemler ile stabilite ve etkinlik artırılabilir (Sharifi-Rad et al., 2017).

3.3. Örnek Uygulamalar

- Cilt bakım kremi: Uçucu yağ içeren lipid nanopartiküllü kremler, standart krem formülasyonlarına göre cilt elastikiyetini ve nemini daha iyi iyileştirmiştir (Sharmeen et al., 2021).
- Saç bakım ürünü: Uçucu yağların saç derisi uygulamalarında kullanıldığı ve saç bakımında potansiyel fayda sağladığı belirtilmiştir (Turek & Stintzing, 2013).
- Sabun ve duş ürünleri: Uçucu yağlar, mikrobiyal aktiviteyi azaltarak kozmetik ürünlerde koruyucu alternatif olarak kullanılabilir (Viskelis & Surguchov, 2024).

3.4. Güvenlik, Formülasyon Zorlukları ve Düzenleme

Uçucu yağların yüksek volatilitesi ve oksidasyona duyarlılığı, formülasyon stabilitesi açısından zorluk oluşturur. Bu nedenle mikroenkapsülasyon veya nanotaşıyıcı sistemler geliştirilmiştir (Sharifi-Rad et al., 2017). Ayrıca bazı uçucu yağ bileşenleri ciltte alerji ve dermatit riski taşıdığından konsantrasyon ve etiketleme kurallarına dikkat edilmelidir (Burt, 2004).

4. UÇUCU YAĞLARIN KOZMETİK ÜRÜNLERDE FONKSİYONEL ETKİLERİ VE ETKİ MEKANİZMALARI

4.1. Cilt Bakımında Uçucu Yağların Fonksiyonel Etkileri

Uçucu yağlar, cilt bakım ürünlerinde antioksidan, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal özellikleriyle öne çıkar. Örneğin, çay ağacı yağı (*Melaleuca alternifolia*), akne tedavisinde etkinliğiyle bilinmektedir. Lavanta (*Lavandula angustifolia*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) yağları ise anti-inflamatuvar ve yaşlanma karşıtı etkileriyle tanınır (Pezantes-Orellana et al., 2025). Bu yağlar, cilt elastikiyetini artırarak yaşlanma belirtilerini azaltabilir. Ayrıca, bazı uçucu yağlar, cilt bariyer fonksiyonunu iyileştirerek nem kaybını azaltabilir ve cilt hidrasyonunu artırabilir (Gnaneswaran et al., 2024).

4.2. Saç Bakımında Uçucu Yağların Fonksiyonel Etkileri

Saç bakım ürünlerinde uçucu yağlar, saç büyümesini teşvik etme, saç dökülmesini azaltma ve saç kalitesini iyileştirme potansiyeline sahiptir. Örneğin, lavanta ve biberiye yağları, saç foliküllerine kan akışını artırarak saç büyümesini destekleyebilir. Ayrıca, uçucu yağlar, saç derisindeki kepek ve kaşıntı gibi sorunları azaltabilir. Bununla birlikte, uçucu yağların etkinliği, kullanılan yağın türüne, konsantrasyonuna ve uygulama yöntemine bağlı olarak değişebilir (Leite Junior & Bastos, 2025).

4.3. Etki Mekanizmaları

Uçucu yağların kozmetik ürünlerdeki etkileri, çeşitli biyolojik mekanizmalar aracılığıyla gerçekleşir:

- Antioksidan Etki: Uçucu yağlar, serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresi azaltır, bu da cilt yaşlanmasını geciktirebilir (Guzmán et al., 2021).
- Antimikrobiyal Etki: Bazı uçucu yağlar, bakteriyel ve fungal enfeksiyonları inhibe ederek ciltteki mikroorganizma dengesini korur (Guzmán et al., 2021).
- Anti-inflamatuvar Etki: Uçucu yağlar, inflamasyon süreçlerini modüle ederek ciltteki kızarıklık ve şişlik gibi belirtileri azaltabilir (Gnaneswaran et al., 2024).
- Cilt Bariyer Fonksiyonunun İyileştirilmesi: Uçucu yağlar, cilt bariyerini güçlendirerek nem kaybını azaltır ve cilt elastikiyetini artırır (Gnaneswaran et al., 2024).

4.4. Nanoteknolojik Uygulamalar

Uçucu yağların etkinliğini artırmak ve stabilitelerini sağlamak amacıyla nanoteknolojik yaklaşımlar kullanılmaktadır. Nanolipidik taşıyıcı sistemler, uçucu yağların kontrollü salınımını sağlayarak etkinliklerini artırabilir ve cilt penetrasyonunu iyileştirebilir (Javed et al., 2024). Bu tür sistemler, uçucu yağların kozmetik ürünlerde daha etkili ve güvenli bir şekilde kullanılmasını mümkün kılmaktadır.

5. SEKTÖRDEKİ GÜNCEL EĞİLİMLER

5.1. Pazar Büyüklüğü ve Büyüme Tahminleri

Küresel uçucu yağ pazarı, 2024 yılında yaklaşık 25,86 milyar ABD doları değerindeyken, 2033 yılına kadar yıllık %9'luk bir bileşik yıllık büyüme oranıyla 56,25 milyar ABD dolarına ulaşması beklenmektedir. Avrupa, 2024 yılında pazarın %49,4'lük payıyla lider konumdayken, Asya-Pasifik bölgesinin ise en hızlı büyüyen pazar olması öngörülmektedir (Baser & Bonello 2025).

5.2. Doğal ve Organik Ürün Talebinin Artışı

Tüketicilerin doğal ve organik içeriklere olan ilgisi, uçucu yağların kozmetik ürünlerdeki kullanımını artırmaktadır. Özellikle aromaterapi ve doğal parfüm segmentlerinde, sentetik bileşenlere karşı doğal alternatiflere yönelim artmıştır (Sharmeen et al., 2021). Bu eğilim, markaların ürün formülasyonlarında uçucu yağları daha fazla kullanmalarına ve temiz etiketli ürünler geliştirmelerine yol açmaktadır.

5.3. Teknolojik Yenilikler ve Uygulamalar

Uçucu yağların etkinliğini artırmak ve stabilitelerini sağlamak amacıyla nanoteknolojik yaklaşımlar kullanılmaktadır. Nanolipidik taşıyıcı sistemler, uçucu yağların kontrollü salınımını sağlayarak etkinliklerini artırabilir ve cilt penetrasyonunu iyileştirebilir. Ayrıca, yapay zekâ destekli cilt analizi ve kişiselleştirilmiş cilt bakım önerileri, tüketicilere daha hedeflenmiş ve etkili ürünler sunmaktadır (Javed et al., 2024).

5.4. Sürdürülebilirlik ve Etik Üretim

Sürdürülebilirlik, kozmetik sektöründe önemli bir trend haline gelmiştir. Uçucu yağ üreticileri, çevre dostu tarım yöntemleri ve etik üretim süreçleri benimsemekte, bu da ürünlerin çevresel ve sosyal sorumluluk açısından değer kazanmasını sağlamaktadır (Sharmeen et al., 2021; doi:10.3390/molecules26030666). Ayrıca, geri dönüştürülebilir ambalaj kullanımı ve karbon ayak izinin azaltılması gibi uygulamalar, markaların çevre dostu imajlarını güçlendirmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uçucu yağlar, kozmetik ve parfümeri sektöründe hem duyusal deneyimi hem de biyolojik etkinliği artıran çok yönlü bileşenler olarak öne çıkmaktadır. Yapısal olarak terpenler, seskiterpenler ve fenilpropanoidler gibi bileşiklerden oluşan uçucu yağlar, antioksidan, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar özellikleri sayesinde cilt

bakım, saç bakım ve temizlik ürünlerinde etkin biçimde kullanılabilmektedir (Bakkali et al., 2008; Sharmeen et al., 2021).

Son yıllarda tüketicilerin doğal ve organik içerik talebinin artması, uçucu yağ kullanımını güçlendirmiş ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin benimsenmesini teşvik etmiştir (Baser & Bonello 2025). Ayrıca nanoteknolojik taşıyıcı sistemler, uçucu yağların stabilitesini ve cilt penetrasyonunu artırarak ürün etkinliğini optimize etmiştir (Javed et al., 2024).

Buna rağmen, uçucu yağların yüksek volatilitesi ve bazı bileşenlerin potansiyel alerjik etkileri, formülasyon ve güvenlik açısından dikkatli planlama gerektirmektedir. Bu nedenle üreticilerin, uçucu yağların kullanım konsantrasyonlarını optimize etmeleri, güvenlik testlerini gerçekleştirmeleri ve etiketleme standartlarına uymaları önemlidir (Burt, 2004).

Öneriler

1. Araştırma ve geliştirme: Yeni uçucu yağ karışımlarının ve taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi, ürünlerin etkinliğini ve stabilitesini artırabilir.
2. Doğal ve sürdürülebilir içerik kullanımı: Tüketici talebine yanıt olarak organik ve etik üretim süreçleri tercih edilmelidir.
3. Güvenlik ve regülasyon: Uçucu yağların konsantrasyonu ve potansiyel alerjen etkileri konusunda standartlar uygulanmalı, dermatolojik testler zorunlu kılınmalıdır.
4. Eğitim ve farkındalık: Kozmetik sektörü profesyonelleri, uçucu yağların etkileri, mekanizmaları ve güvenlik protokolleri konusunda düzenli eğitim almalıdır.

Sonuç olarak, uçucu yağlar, kozmetik ve parfümeri ürünlerinde hem fonksiyonel hem de duyusal değer sağlayan kritik bileşenler olarak önemini artırmaktadır. Doğru formülasyon, güvenlik önlemleri ve sürdürülebilir üretim stratejileri ile uçucu yağların potansiyeli daha etkin biçimde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

Ali, B., Al-Wabel, N.A., Shams, S., Ahamad, A., Khan, S.A., & Anwar, F. (2015). Essential oils used in aromatherapy: A systematic review. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 5(8), 601-611. https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.05.007

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475. https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106

Baser, K.H.C., & Buchbauer, G. (2015). Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications. (2nd Ed). Boca Raton: CRC Press.

Baser, K.H.C., & Bonello, J.M. (2025). Global trade of essential oils. Journal of Essential Oil Research, 37(2), 208–214. https://doi.org/10.1080/10412905.2025.2470791

Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—A review. International Journal of Food Microbiology, 94(3), 223–253. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022

Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mnif, W. (2016). Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities: A critical review. Medicines, 3(4), 25. https://doi.org/10.3390/medicines3040025

Gnaneswaran, T., Fotouhi, A., Lynam, K., Utz, S., & Daveluy, S. (2024). Essential oils in dermatology. Journal of Integrative Dermatology.

Guzmán, E., & Lucia, A. (2021). Essential oils and their individual components in cosmetic products. Cosmetics, 8(4), 114. https://doi.org/10.3390/cosmetics8040114

Javed, S., Mangla, B., Salawi, A., Sultan, M. H., Almoshari, Y., & Ahsan, W. (2024). Essential oils as dermocosmetic agents, their mechanism of action and nanolipidic formulations for maximized skincare. Cosmetics, 11(6), 210. https://doi.org/10.3390/cosmetics11060210

Leite Junior, A.C., & Bastos, C.C.B. (2024). Essential oils for hair health: A critical mini-review of the current evidence and future directions. Brazilian Journal of Aromatherapy and Essential Oils, 1, bjhae3. https://doi.org/10.62435/2965-7253.bjhae.2024.bjhae3

Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as ecofriendly biopesticides: Challenges and future directions. Industrial Crops and Products, 88, 3–7. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.038

Pezantes-Orellana, C., German Bermúdez, F., Montalvo, J., Packer, T., & Orellana-Manzano, A. (2025). Evaluating efficacy, safety, and innovation in skin care formulations containing essential oils. Frontiers in Medicine. https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1589691

Raina, A.P., Negi, K.S., & Kumar, A. (2019). Effect of distillation time on yield and composition of *Thymus vulgaris* essential oil. Flora, 253, 68–74. https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.09.004

Riabov, P.A., Micić, D., Božović, R.B., Jovanović, D.V., Tomić, A., Šovljanski, O., Filip, S., Tosti, T., Ostojić, S., Blagojević, S., Đurović, S. (2020). The chemical, biological and thermal characteristics and gastronomical perspectives of *Laurus nobilis* essential oil from different geographical origin. Ind. Crop. Prod. 151: 112498. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112498

Sarkič, A., & Stappen, I. (2018). Essential oils and their single compounds in cosmetics—A Critical Review. Cosmetics, 5(1): 11. https://doi.org/10.3390/cosmetics5010011

Sharifi-Rad, J., Sureda, A., Tenore, G. C., Daglia, M., Sharifi-Rad, M., Valussi, M., Tundis, R., Sharifi-Rad, M., Loizzo, M. R., Ademiluyi, A. O., Sharifi-Rad, R., Ayatollahi, S. A., & Iriti, M. (2017). Biological Activities of essential oils: from plant chemoecology to traditional healing systems. Molecules, 22(1), 70. https://doi.org/10.3390/molecules22010070

Sharmeen, J.B., Mahomoodally, F.M., Zengin, G., & Maggi, F. (2021). Essential oils as natural sources of fragrance compounds for cosmetics and cosmeceuticals. Molecules. 26(3):666. https://doi.org/10.3390/molecules26030666

Soltanbeigi, E., & Maral, H. (2025). Volatile oil content and composition in fresh and dried Lavandula species: The impact of distillation time. Biochem. Syst. Ecol. 123, 105066. https://doi.org/10.1016/j.bse.2025.105066

Turek, C., & Stintzing, F.C. (2013). Stability of essential oils: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12(1), 40–53. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12006

Viskelis J, Surguchov A. (2024). Essential oils: recent advances, new perspectives and applications. Cambridge, UK: IntechOpen; 2024. 186 p.

GELECEĞİN BİYOPESTİSİTLERİ: UÇUCU YAĞLARIN TARIMSAL KULLANIMI

Öğr. Gör. Dr. Tuğba ÇAKIR[1]/ Doç. Dr. Hasan MARAL[2]

[1] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, tyetgin@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5647-2985

[2] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, hasmaral@kmu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9074-1109

Özet

Günümüzde kimyasal pestisitlerin yoğun kullanımı, çevre sağlığı, ekosistem dengesi ve gıda güvenliği açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır. Pestisit kalıntıları toprak ve su ekosistemlerini kirletmekte, biyolojik çeşitliliği azaltmakta, hastalık ve zararlılarda direnç gelişimine neden olmaktadır. Bu olumsuzluklar, çevre dostu ve sürdürülebilir alternatiflerin geliştirilmesi yönünde araştırmaları hızlandırmıştır. Uçucu yağlar, bitkiler tarafından ikincil metabolit olarak sentezlenen ve çoğunlukla monoterpen, seskiterpen ve fenolik bileşikler içeren doğal karışımlar olup, son yıllarda biyopestisit geliştirme çalışmalarında ön plana çıkmaktadır. Antimikrobiyal, fungusit, insektisit, nematisit ve kaçırıcı özellikleri sayesinde birçok tarımsal zararlının kontrolünde etkili oldukları gösterilmiştir. Özellikle Lamiaceae, Asteraceae ve Apiaceae familyalarına ait türlerin uçucu yağları, yüksek biyolojik etkinlikleri ve geniş etki spektrumları ile dikkat çekmektedir. Bu bileşiklerin temel etki mekanizmaları; hücre zarının geçirgenliğini bozma, solunum enzimlerini inhibe etme, sinir sistemi üzerinde toksik etki oluşturma ve oksidatif stresi artırma şeklinde özetlenebilir. Bununla birlikte, uçucu yağların pratik uygulamalarında uçuculuk, fotooksidasyon ve düşük kalıcılık gibi sınırlayıcı faktörler bulunmaktadır. Bu nedenle, nanoemülsiyon, mikrokapsülleme ve biyopolimer taşıyıcı sistemler gibi modern formülasyon teknikleri, etkinliği artırma ve salınımı kontrol etme açısından umut verici çözümler sunmaktadır. Ayrıca uçucu yağ bazlı biyopestisitlerin yasal düzenlemeler, standardizasyon ve ticarileştirme süreçlerinde de önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. Bu derleme, uçucu yağların biyopestisit olarak kullanım potansiyelini, etki mekanizmalarını, uygulama yöntemlerini ve geleceğe yönelik araştırma perspektiflerini kapsamlı biçimde ele alarak sürdürülebilir tarım uygulamalarına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Uçucu yağlar, biyopestisit, sürdürülebilir tarım, pestisit, bitkisel metabolitler.

FUTURE BIOPESTICIDES: THE AGRICULTURAL USE OF ESSENTIAL OILS

Abstract

The intensive use of chemical pesticides today poses serious threats to environmental health, ecosystem balance, and food safety. Pesticide residues contaminate soil and aquatic ecosystems, reduce biodiversity, and contribute to the development of resistance in pests and pathogens. These negative impacts have accelerated research aimed at developing environmentally friendly and sustainable alternatives. Essential oils, which are natural mixtures synthesized by plants as secondary metabolites and typically contain monoterpenes, sesquiterpenes, and phenolic compounds, have recently come to the forefront in biopesticide development studies. Their antimicrobial, fungicidal, insecticidal, nematicidal, and repellent properties have been shown to be effective in controlling many agricultural pests. Essential oils derived from species belonging to the Lamiaceae, Asteraceae, and Apiaceae families are particularly noteworthy due to their high biological activity and broad spectrum of action. The primary modes of action of these compounds include disrupting cell membrane permeability, inhibiting respiratory enzymes, exerting toxic effects on the nervous system, and increasing oxidative stress. However, the practical application of essential oils is limited by factors such as volatility, photooxidation, and low persistence. Therefore, modern formulation techniques—including nanoemulsions, microencapsulation, and biopolymer-based carrier systems—offer promising solutions for enhancing efficacy and controlling release. Significant progress has also been made in the regulatory, standardization, and commercialization processes of essential-oil-based biopesticides. This review aims to contribute to sustainable agricultural practices by comprehensively examining the potential use of essential oils as biopesticides, their modes of action, application methods, and future research perspectives.

Keywords: Essential oils, biopesticides, sustainable agriculture, pesticides, plant metabolites.

1. GİRİŞ

Modern tarımda üretim verimliliğini artırmak amacıyla sentetik pestisitlerin yoğun biçimde kullanılması hem ekosistem hem de insan sağlığı üzerinde ciddi riskler oluşturmuştur. Pestisit kalıntılarının toprak, su ve gıda zincirinde birikmesi; biyolojik çeşitliliğin azalması ve zararlı organizmalarda direnç gelişimi, günümüzde en önemli çevresel tehditler arasında yer almaktadır (Assadpour et al., 2023). Küresel ölçekte pestisit kullanımının 1990–2021 yılları arasında yaklaşık %96 oranında arttığı, buna karşılık zararlı kontrolünde istenen etkinliğin giderek azaldığı bildirilmiştir. Bu durum, sürdürülebilir tarım uygulamalarında çevre dostu ve güvenli alternatif pestisitlerin geliştirilmesini zorunlu hâle getirmiştir (Lee, 2023).

Bu çerçevede, bitkisel uçucu yağlar, doğal kökenleri, geniş biyolojik etki spektrumları ve düşük kalıntı riskleri sayesinde son yıllarda dikkat çekici biyopestisit adayları olarak öne çıkmaktadır (Regnault-Roger et al., 2012). Uçucu yağlar, bitkilerin ikincil metabolitleri olarak sentezlenen, çoğunlukla monoterpenler, seskiterpenler ve fenolik bileşiklerden oluşan kompleks karışımlardır (Dhifi et al., 2016). Bu bileşiklerin pestisit etkileri çok yönlü olup, insektisit, fungisit, bakterisit, nematisit, repellent ve antifeedant aktiviteler şeklinde kendini gösterebilir (Isman, 2020).

Uçucu yağların pestisit etkileri hem kimyasal bileşimlerine hem de zararlı organizmaların biyolojik yapısına bağlı olarak değişmektedir. Temel etki mekanizmaları arasında hücre zarı geçirgenliğinin bozulması, solunum enzimlerinin inhibisyonu, sinir sistemi üzerinde toksik etki oluşturma ve oksidatif stresin artırılması yer alır (Gupta et al., 2023). Ayrıca uçucu yağlar, sentetik pestisitlerin aksine tek bir hedef noktaya değil, birden fazla biyokimyasal yola etki ederek zararlılarda direnç gelişimini geciktirme potansiyeli taşır (Regnault-Roger et al., 2012). Ancak uçucu yağların tarımsal uygulamalarda doğrudan kullanılmasının önünde bazı teknik sınırlamalar bulunmaktadır. Yüksek uçuculuk, ışık ve oksidasyonla bozunma, düşük kalıcılık ve değişken etki düzeyi gibi faktörler, bu doğal bileşiklerin sahada kullanımını kısıtlamaktadır (Assadpour et al., 2023). Bu nedenle son yıllarda nanoemülsiyon, mikrokapsülleme ve biyopolimer taşıyıcı sistemler gibi modern formülasyon teknikleri, uçucu yağların stabilitesini artırmak ve kontrollü salınım sağlamak amacıyla geliştirilmiştir (Turek & Stintzing, 2013).

Uçucu yağların etkinliği ayrıca bitki türü, genetik varyasyon, ekolojik koşullar, hasat zamanı ve ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak değişmektedir. Bu durum, biyopestisit olarak kullanılacak uçucu yağların standardizasyonu ve kalite kontrolünü zorlaştırmaktadır (Kedia et al., 2015). Dolayısıyla, tarımsal üretimde uçucu yağ bazlı biyopestisitlerin güvenilir ve sürdürülebilir biçimde kullanılabilmesi için kimyasal bileşimlerinin detaylı olarak belirlenmesi, formülasyon stabilitesinin artırılması ve mevzuat çerçevelerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Isman, 2020).

Bu çalışma, uçucu yağların biyopestisit olarak tarımsal kullanım potansiyelini, etki mekanizmalarını, formülasyon teknolojilerini, yasal düzenlemeleri ve geleceğe yönelik perspektifleri derleyerek sürdürülebilir tarımın geleceğine ışık tutmayı amaçlamaktadır.

2. UÇUCU YAĞLARIN BİYOPESTİSİT OLARAK ETKİ MEKANİZMALARI

Uçucu yağların biyopestisit olarak etkinliği, içerdiği kimyasal bileşenlerin biyolojik sistemlerle etkileşim biçimine bağlıdır. Bu doğal karışımlar, genellikle monoterpenler (ör. limonen, 1,8-sineol, timol, karvakrol), seskiterpenler ve fenilpropanoidler (ör. öjenol, sinnamaldehit) gibi bileşiklerden oluşur ve zararlı organizmalar üzerinde çok yönlü etki mekanizmaları sergiler (Isman, 2020).

2.1. Hücre Zarı Üzerindeki Etkiler

Birçok uçucu yağ bileşeni, hücre zarının lipid tabakasına entegre olarak membran geçirgenliğini bozar. Bu durum iyon dengesinin kaybına, sitoplazmik sızıntıya ve hücre ölümüne yol açar (Bakkali et al., 2008). Timol ve karvakrol gibi fenolik monoterpenlerin, zararlı böceklerin sinir hücre membranlarında iyon kanallarını etkileyerek sinaptik iletimi bozduğu bildirilmiştir (Priestley et al., 2006).

2.2. Sinir Sistemi Üzerindeki Nörotoksik Etkiler

Uçucu yağların ana etki alanlarından biri de nörotoksisitedir. Özellikle bazı monoterpenler, asetilkolinesteraz (AChE) enziminin inhibisyonu yoluyla sinir iletimini kesintiye uğratır. Bu mekanizma, sentetik organofosfat pestisitlerin etki biçimine benzer ancak çevre açısından çok daha güvenlidir (Enan, 2001). Karvakrol, linalool ve 1,8-sineol gibi bileşenlerin, böceklerin merkezi sinir sisteminde AChE aktivitesini azaltarak felce ve ölüme neden olduğu gösterilmiştir (Saad et al., 2016).

2.3. Solunum ve Enerji Metabolizması Üzerindeki Etkiler

Bazı uçucu yağ bileşenleri, mitokondriyal elektron taşıma zincirine müdahale ederek hücresel enerji üretimini engeller. Cineol ve mentol gibi bileşiklerin oksidatif fosforilasyonu bozarak ATP üretimini azalttığı ve zararlı organizmalarda enerji yetersizliğine yol açtığı rapor edilmiştir (Mossa, 2016). Ayrıca uçucu yağlar, böceklerde ve fitopatojen funguslarda solunum enzimleri (ör. süksinat dehidrogenaz) üzerinde doğrudan inhibitör etki gösterebilmektedir (Koul et al., 2008).

2.4. Oksidatif Stres ve Antioksidan Sistemlerin Bozulması

Uçucu yağlar, serbest radikal üretimini artırarak zararlı organizmalarda oksidatif stres oluşturur. Bu süreç, protein, lipid ve DNA oksidasyonuna neden olarak hücre hasarını hızlandırır. Örneğin, karvakrolün *Spodoptera litura* larvalarında lipid peroksidasyon düzeylerini artırdığı, buna karşılık süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) gibi savunma enzimlerinin aktivitesini düşürdüğü belirlenmiştir (Fernández-Moriano et al., 2019).

2.5. Davranışsal Etkiler: Repellent ve Antifeedant Aktivite

Birçok uçucu yağ bileşeni, zararlı organizmalar üzerinde repellent (uzaklaştırıcı) ve antifeedant (beslenmeyi engelleyici) etkilere sahiptir. Limonen, mentol ve öjenol gibi bileşiklerin depolanmış ürün zararlıları (*Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*) üzerinde güçlü repellent etki gösterdiği bildirilmiştir (Haokip et al., 2018). Bu etki, böceklerin koku reseptörleriyle etkileşim sonucu yönelim davranışlarının değişmesiyle ilişkilidir.

2.6. Fungisit ve Bakterisit Etkiler

Uçucu yağların bir diğer önemli biyopestisit özelliği, fitopatojen fungus ve bakteriler üzerindeki antimikrobiyal etkileridir. Timol, öjenol ve sinnamaldehit gibi bileşenler, fungus hücre zarında sterol sentezini inhibe ederek hücre morfolojisini bozar (Pavela & Benelli, 2016). Ayrıca uçucu yağların, bitki patojeni bakterilerde quorum sensing mekanizmasını bozarak toksin üretimini azalttığı da rapor edilmiştir (Nazzaro et al., 2017).

Bu mekanizmalar birlikte değerlendirildiğinde, uçucu yağların zararlı organizmalar üzerinde multifonksiyonel ve sinerjistik etki sergilediği görülmektedir. Bu çok hedefli etki, zararlılarda direnç gelişimini azaltmakta ve sentetik pestisitlere kıyasla daha kalıcı biyolojik kontrol sağlamaktadır (Regnault-Roger et al., 2012). Bununla birlikte, bileşenlerin birbirleriyle olan etkileşimleri, konsantrasyon, uygulama şekli ve hedef organizma türüne göre değişebildiğinden, biyopestisit geliştirme sürecinde mekanistik düzeyde daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

3. UÇUCU YAĞ KAYNAKLARI VE KİMYASAL İÇERİKLERİ

Bitkisel kökenli uçucu yağlar, tarımsal biyopestisit olarak değerlendirilmeleri açısından çift yönlü bir öneme sahiptir: hem farklı bitki türlerinin karakteristik kimyasal profillerini yansıtmaları hem de bu profillerin biyolojik etkinlik ile doğrudan ilişkili olması. Uçucu yağların kaynağı olan bitkiler genellikle *Lamiaceae*, *Asteraceae* ve *Apiaceae* familyalarına aittir. Bu aileler, yüksek yağ verimi ve zengin biyoaktif bileşen çeşitliliği nedeniyle biyopestisit çalışmalarında sıkça incelenmektedir (Sadgrove et al., 2022).

3.1. Başlıca Kaynak Bitkiler

Lamiaceae familyasına ait *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, *Mentha piperita* ve *Rosmarinus officinalis* gibi türler, karvakrol, timol, 1,8-cineole ve mentol gibi yüksek biyolojik etkinliğe sahip bileşenler içermektedir (Yu, 2025). Benzer şekilde, *Citrus* türlerinin kabuklarından elde edilen uçucu yağlarda D-limonen oranlarının %40–80 arasında değiştiği bildirilmiştir ve bu bileşen özellikle fumigant ve repellent etki göstermektedir (Sun et al., 2022). Coğrafi ve ekolojik faktörler, kimyasal profilin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Örneğin *Bunium persicum* tohumlarından elde edilen uçucu yağlarda γ-terpinene oranlarının %21.9–40.7 arasında değiştiği ve bu varyasyonun yetişme bölgesine bağlı olduğu gösterilmiştir (Ben Miri, 2025).

3.2 Kimyasal İçerik Profilleri

Uçucu yağlar genellikle 20–60 ana bileşen içermekte olup, bazı türlerde 300'den fazla uçucu bileşenin tespit edildiği bildirilmiştir (Sadgrove et al., 2022). Kimyasal olarak, bu bileşenler iki ana biyosentetik gruptan türetilir: terpenoidler (monoterpenler, seskiterpenler ve türevleri) ve fenilpropanoid/aromatik bileşikler (Bakkali et al., 2008). Monoterpenler arasında limonen, α-pinene, 1,8-cineole ve p-cymene; seskiterpenler arasında β-caryophyllene ve germacrene D; fenolik bileşikler arasında ise karvakrol, timol ve öjenol en sık rastlanan bileşenlerdir (Yu, 2025). Başlıca uçucu yağ bitkileri, bunların familyaları, baskın kimyasal bileşenleri ve literatürde bildirilen biyolojik etkileri Tablo 1'de özetlenmiştir. Görüldüğü üzere Lamiaceae familyasına ait türler, özellikle timol, karvakrol, 1,8-sineol ve linalool gibi biyolojik olarak aktif bileşenler bakımından zengindir. Bu bileşenler; insektisidal, fungisidal, antibakteriyel, antiviral ve antioksidan özellikleriyle ön plana çıkmakta, uçucu yağların ekolojik ve farmasötik önemini artırmaktadır.

Tablo 1. Başlıca uçucu yağ bitkileri, familyaları, ana bileşenleri ve biyolojik etkileri

Bitki Türü	Familya	Başlıca Bileşenler	Ana Biyolojik Etkiler	Kaynak
Thymus vulgaris (Kekik)	Lamiaceae	Timol, Karvakrol, p-Simen	İnsektisidal, Fungisidal, Antibakteriyel	Bakkali et al., 2008
Rosmarinus officinalis (Biberiye)	Lamiaceae	1,8-Sineol, Kamfor, Alfa-pinen	Antioksidan, Fungisidal, Böcek kaçırıcı	Sharifi-Rad et al., 2022
Salvia officinalis (Adaçayı)	Lamiaceae	Tujon, 1,8-Sineol, Kafur	Fungisidal, Bakterisidal, Antiviral	Rajput et al., 2021
Lavandula angustifolia (Lavanta)	Lamiaceae	Linalool, Linalil asetat	Böcek kaçırıcı, Sakinleştirici, Antifungal	Isman, 2020
Mentha piperita (Nane)	Lamiaceae	Mentol, Menton, Limonen	İnsektisidal, Fungisidal, Antiseptik	Regnault-Roger et al., 2012
Cymbopogon citratus (Limon otu)	Poaceae	Citral, Geraniol, Nerol	Böcek kaçırıcı, Fungisidal	Burt, 2004
Eucalyptus globulus (Okaliptus)	Myrtaceae	1,8-Sineol, Alfa-terpineol	Böcek kaçırıcı, Antibakteriyel	Bakkali et al., 2008
Cinnamomum verum (Tarçın)	Lauraceae	Sinealdehit, Eugenol	İnsektisidal, Fungisidal, Antibakteriyel	Regnault-Roger et al., 2012

3.3 Ekolojik ve Genetik Faktörlerin Etkisi

Uçucu yağların bileşimi, bitkinin yetiştiği çevre koşullarına, hasat zamanına, rakıma ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir (Maral et al., 2017). *Bunium persicum* üzerine yapılan bir çalışmada, yüksek rakımda yetişen bitkilerde cuminaldehyde oranının arttığı, gamma-terpinene oranının ise azaldığı saptanmıştır (Ben Miri, 2025).

Ayrıca aynı tür içinde bile farklı chemotype'ların (kimyasal varyantların) bulunması, biyolojik etkinliği

etkileyen önemli bir faktördür. Örneğin, *Thymus vulgaris* bitkisinde timol, karvakrol veya linalool baskın üç farklı chemotype tanımlanmıştır (Sadgrove et al., 2022). Bu durum, biyopestisit üretiminde standardizasyon ihtiyacını ortaya koymaktadır.

3.4 Ekstraksiyon Yöntemleri ve Etkisi

Uçucu yağların kimyasal profili, ekstraksiyon yöntemine göre önemli farklılık gösterebilir. Buhar distilasyonu, hidrodistilasyon, soğuk presleme ve süperkritik CO_2 ekstraksiyonu gibi yöntemler hem toplam verimi hem de bileşen oranlarını etkiler (Yu, 2025). Örneğin süperkritik CO_2 ekstraksiyonu, oksidatif degradasyonu azaltarak oksijen duyarlı bileşenlerin korunmasını sağlar (Sun et al., 2022). Bununla birlikte, depolama süresi, sıcaklık ve ışığa maruziyet gibi faktörler de uçucu yağın stabilitesini ve biyolojik aktivitesini etkileyebilmektedir (Bakkali et al., 2008).

3.5 Tarımsal Biyopestisitler Açısından Kimyasal Profilin Önemi

Uçucu yağların biyopestisit olarak etkinliği, kimyasal bileşenlerin oranına ve sinerjistik etkileşimlerine bağlıdır. Örneğin, karvakrol ve timolün yüksek oranda bulunduğu kekik yağı, böcek larvalarına karşı asetilkolinesteraz inhibisyonu ve hücre zarında geçirgenlik artışı yoluyla güçlü insektisit etki göstermektedir (Yu, 2025). Buna karşılık, düşük fenolik içeriğe sahip yağların etkinliği sınırlı kalabilmektedir. Dolayısıyla, uçucu yağ bazlı biyopestisitlerin geliştirilmesinde GC-MS ile kimyasal karakterizasyon, standardizasyon ve kalite kontrol süreçleri büyük önem taşımaktadır (Sadgrove et al., 2022).

4. UÇUCU YAĞLARIN TARIMSAL ZARARLILAR ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Uçucu yağlar, zararlılar üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkiler gösterebilen doğal bileşiklerdir. Doğrudan etkiler genellikle insektisit, akarisit ve nematisit aktivite şeklinde ortaya çıkar; dolaylı etkiler ise repellent, gelişim inhibisyonu ve üreme engelleme gibi biyolojik süreçlerle ilgilidir (Isman, 2020).

4.1 İnsektisit Etkiler

Uçucu yağlar, zararlı böceklerin sinir sistemi üzerine etki ederek asetilkolinesteraz inhibisyonu, iyon kanalları blokajı ve nörotransmitter düzeylerinde değişikliklere yol açabilir (Regnault-Roger et al., 2012). Örneğin, kekik (*Thymus vulgaris*) ve adaçayı (*Salvia officinalis*) uçucu yağları, un kurdu (*Tribolium castaneum*) ve pamuk kırmızı örümceği (*Tetranychus urticae*) üzerinde yüksek mortalite sağlamaktadır (Pavela, 2015).

4.2 Repellent ve Kovucu Etkiler

Uçucu yağlar, birçok böcek türü için etkili birer repellent ajan olarak görev yapabilir. *Cymbopogon citratus* (limon otu) ve *Eucalyptus globulus* uçucu yağları, meyve sinekleri (*Bactrocera dorsalis*) ve sivrisinekler (*Aedes aegypti*) üzerinde anlamlı uzaklaştırıcı etki göstermiştir (Benelli & Pavela, 2018). Bu özellik, özellikle kimyasal pestisit kullanımını azaltmak ve entegre zararlı yönetim programlarına dahil etmek açısından önemlidir.

4.3 Fungisidal ve Antimikrobiyal Etkiler

Uçucu yağlar sadece böcekler değil, fungal patojenler üzerinde de etkili olabilmektedir. Örneğin, kekik ve karanfil (*Syzygium aromaticum*) uçucu yağları, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* ve *Sclerotinia sclerotiorum* gibi yaygın tarımsal funguslar üzerinde güçlü inhibisyon göstermektedir (Sharifi-Rad et al., 2022). Etki mekanizması, hücre zarının geçirgenliğinin bozulması, oksidatif stresin artışı ve enzim aktivitelerinin inhibisyonu üzerinden gerçekleşir (Bakkali et al., 2008).

4.4 Nematisit ve Diğer Zararlılara Etkiler

Bazı uçucu yağlar, bitki paraziti nematodlar üzerinde de etkili olabilmektedir. Örneğin, *Mentha piperita* ve *Cinnamomum verum* uçucu yağları, *Meloidogyne incognita* yumurta ve larva gelişimini inhibe ederek kök nematod populasyonunu azaltmaktadır (D'Addabbo & Avato, 2021). Bu etkiler, tarımsal üretimde nematod kontrolünde kimyasal ajanlara sürdürülebilir alternatif sunmaktadır.

4.5 Sinerjistik ve Kombinasyon Etkileri

Uçucu yağların farklı bileşenleri arasındaki sinerjistik etkileşimler, tek başına etkili olan bileşenlerin etkinliğini artırabilmektedir. Örneğin, timol ve karvakrol karışımı, un kurdu üzerinde tek başına kullanıldıklarından daha yüksek mortalite ve üreme engelleme sağlamaktadır (Pavela & Benelli, 2016). Bu nedenle, biyopestisit formülasyonlarında bileşen kombinasyonları hem etkinlik hem de direnç yönetimi açısından önemlidir.

4.6 Tarımsal Uygulama Potansiyeli

Uçucu yağlar, düşük çevresel toksisiteleri, biyolojik olarak parçalanabilir olmaları ve çoklu etki mekanizmaları sayesinde modern tarımda entegre zararlı yönetimi (Integrated Pest Management; IPM) programlarında sentetik pestisitlere sürdürülebilir bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Uçucu yağların içeriğinde yer alan monoterpenler, seskiterpenler ve fenolik bileşikler; zararlılar üzerinde insektisit, akarisit, nematisit, antifungal ve repellent etkiler göstermektedir (Isman, 2020; Pavela, 2015). Bununla birlikte, uçucu yağların yüksek volatilite ve fotooksidasyona duyarlılık gibi özellikleri, tarla koşullarında etkinliklerinin kısa sürede azalmasına neden olabilmektedir. Bu sınırlayıcı faktörleri aşmak amacıyla son yıllarda nanoformülasyon, mikrokapsülleme ve biyopolimer destekli enkapsülasyon teknolojileri geliştirilmiş ve yağların kararlılığının artırıldığı bildirilmektedir (Das et al., 2021).

Çeşitli bitkisel uçucu yağların tarımsal zararlılar üzerindeki etkileri, ana aktif bileşenleri ve etki tipleri Tablo 2'de özetlenmiştir. Tabloda görüldüğü üzere, timol, karvakrol, sinealdehit ve öjenol gibi fenolik bileşikler geniş spektrumlu insektisit ve fungisidal etkilere sahiptir. Özellikle *Thymus vulgaris*, Cymbopogon citratus ve *Cinnamomum verum* gibi türlerin uçucu yağları, hem zararlıları uzaklaştırma (repellent) hem de doğrudan öldürme (insektisit) etkileri nedeniyle biyopestisit formülasyonlarında öne çıkmaktadır.

Tablo 2. Uçucu Yağların Tarımsal Zararlılar Üzerindeki Etkileri ve Ana Bileşenleri

Bitki Türü	Başlıca Bileşenler	Hedef Zararlı	Etki Türü	Kaynak
Thymus vulgaris (Kekik)	Timol, Karvakrol, p-Simen	Un kurdu (*Tribolium castaneum*), Pamuk kırmızı örümceği (*Tetranychus urticae*)	İnsektisit, Akarisit	Pavela, 2015
Salvia officinalis (Adaçayı)	Tujon, 1,8-Sineol	Un kurdu, Meyve sinekleri (*Bactrocera dorsalis*)	İnsektisit, Repellent	Isman, 2020
Cymbopogon citratus (Limon otu)	Citral, Geraniol, Nerol	Meyve sinekleri, Sivrisinek (*Aedes aegypti*)	Repellent, İnsektisit	Benelli & Pavela, 2018
Syzygium aromaticum (Karanfil)	Eugenol	*Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*	Fungisidal	Sharifi-Rad et al., 2022
Mentha piperita (Nane)	Mentol, Menton	Kök nematodları (*Meloidogyne incognita*)	Nematosit, Üreme inhibisyonu	D'Addabbo & Avato, 2021
Cinnamomum verum (Tarçın)	Sinealdehit, Eugenol	Kök nematodları, Böcek larvaları	Nematosit, İnsektisit	Regnault-Roger et al., 2012
Eucalyptus globulus (Okaliptus)	1,8-Sineol, Alfa-terpineol	Sivrisinek, Meyve sineği	Repellent, Antibakteriyel	Bakkali et al., 2008

5. SONUÇLAR

Uçucu yağlar, tarımsal zararlılar üzerinde insektisit, fungisidal, nematisit, repellent ve gelişim inhibisyonu gibi çok yönlü biyolojik etkiler gösteren doğal bileşiklerdir. Yapılan çalışmalar, bu bileşiklerin geleneksel kimyasal pestisitlere çevre dostu ve sürdürülebilir bir alternatif sunduğunu ortaya koymaktadır (Isman, 2020). Tablo 2'de görüldüğü üzere, kekik, adaçayı, limon otu, nane ve karanfil gibi uçucu yağ kaynakları, ana bileşenlerinin yüksek biyolojik aktiviteleri sayesinde entegre zararlı yönetimi (IPM) programlarında etkili bir şekilde değerlendirilebilmektedir (Sharifi-Rad et al., 2022).

Uçucu yağların kimyasal bileşimleri; tür, genetik varyasyon, ekolojik koşullar, hasat zamanı ve ekstraksiyon yöntemi gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Bu durum, biyopestisit olarak kullanılmalarında standardizasyon ve kalite kontrol süreçlerinin önemini artırmaktadır (Bakkali et al., 2008). Ayrıca, uçucu yağ bileşenleri arasındaki sinerjistik etkileşimler, bireysel bileşenlerin etkinliğini artırarak daha güçlü ve geniş spektrumlu biyopestisit formülasyonlarının geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (Pavela & Benelli, 2016).

Sonuç olarak, uçucu yağlar düşük çevresel toksisiteleri, biyolojik parçalanabilirlikleri ve çok yönlü biyolojik aktiviteleri sayesinde geleceğin biyopestisitleri arasında önemli bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte, kimyasal bileşenlerin standardizasyonu, uygun formülasyon teknolojilerinin geliştirilmesi ve saha

uygulamalarının optimize edilmesi, bu doğal ürünlerin tarımsal kullanımında başarıyı belirleyen temel faktörlerdir (Isman, 2020; Sharifi-Rad et al., 2022).

KAYNAKLAR

Assadpour, E., Can Karaça, A., Fasamanesh, M., Mahdavi, S.A., Shariat-Alavi, M., Feng, J., Jafari, S.M. (2023). Application of essential oils as natural biopesticides; recent advances. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 64(19), 6477–6497. https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2170317

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475. https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106

Benelli, G., & Pavela, R. (2018). Beyond mosquitoes—Essential oil toxicity and repellency against arthropod pests. Industrial Crops and Products, 117, 382-392. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.072

Ben Miri, Y. (2025). Essential oils: Chemical composition and diverse biological activities: a comprehensive review. Natural Product Communications, 20(1). https://doi.org/10.1177/1934578X241311790

D'Addabbo, T., & Avato, P. (2021). Chemical Composition and nematicidal properties of sixteen essential oils - A Review. Plants, 10(7), 1368. https://doi.org/10.3390/plants10071368

Das, S., Singh, V.K., Dwivedy, A.K., Chaudhari, A.K., & Dubey, N.K. (2021). Insecticidal and fungicidal efficacy of essential oils and nanoencapsulation approaches for the development of next generation ecofriendly green preservatives for management of stored food commodities: an overview. International Journal of Pest Management, 70(3), 235–266. https://doi.org/10.1080/09670874.2021.1969473

Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mnif, W. (2016). Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities: A critical review. Medicines, 3(4), 25. https://doi.org/10.3390/medicines3040025

Enan, E. (2001). Insecticidal activity of essential oils: Octopaminergic sites of action. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 130(3), 325-337. https://doi.org/10.1016/S1532-0456(01)00255-1

Fernández-Moriano, C., González-Burgos, E., Gómez-Serranillos, M.P. (2001). Essential oils as potential antioxidant agents in the treatment of oxidative stress-related neurodegenerative diseases: results on in vivo and in vitro models. Essential Oils. Nova Science Publishers, Inc. ISBN: 978-1-63484-351-5

Gupta, I., Singh, R., Muthusamy, S., Sharma, M., Grewal, K., Singh, H. P., & Batish, D. R. (2023). Plant essential oils as biopesticides: Applications, mechanisms, innovations, and constraints. Plants, 12(16), 2916. https://doi.org/10.3390/plants12162916

Haokip, S.W., Sheikh, K.A., Das, S. et al. (2023). Unraveling physicochemical profiles and bioactivities of citrus peel essential oils: a comprehensive review. Eur Food Res Technol 249, 2821–2834. https://doi.org/10.1007/s00217-023-04330-w

Isman, M. B. (2020). Botanical insecticides in the twenty-first century—Fulfilling their promise? Annual Review of Entomology, 65, 233–249. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010

Kedia, A., Prakash, B., Mishra, P. K., Singh, P., & Dubey, N. K. (2015). Botanicals as eco friendly biorational alternatives of synthetic pesticides against *Callosobruchus* spp. (Coleoptera: *Bruchidae*) a review. J Food Sci Technol 52, 1239–1257 (2015). https://doi.org/10.1007/s13197-013-1167-8

Koul, O., Walia, S., & Dhaliwal, G. S. (2008). Essential oils as green pesticides: Potential and constraints. Biopesticides International, 4(1), 63–84. https://doi.org/10.1002/ps.1620

Lee, N. A. (2023). Endless ecosystems designing a world without waste (Order No. 31091311). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global; Publicly Available Content Database. (3030962066). Retrieved from https://www.proquest.com/dissertations-theses/endless-ecosystems-designing-world-without-waste/docview/3030962066/se-2

Maral, H., Türk, M., Çalışkan, T., and Kırıcı, S. (2017). Chemical composition and antioxidant activity of essential oils of six Lamiaceae plants growing in Southern Turkey, Nat. Volatiles &Essent. Oils 4(4), 62-68.

Mossa, A.T.H. (2016). Green pesticides: Essential oils as biopesticides in insect-pest Management. Journal of Environmental Science and Technology, 9: 354-378. https://doi.org/10.3923/jest.2016.354.378

Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., & De Feo, V. (2013). Effect of essential oils on pathogenic bacteria. Pharmaceuticals, 6(12), 1451-1474. https://doi.org/10.3390/ph6121451

Pavela, R. (2015). Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review. Industrial Crops and Products, 76, 174–187. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.050

Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. Trends in Plant Science, 21(12), 1000-1007. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005

Priestley, C.M., Williamson, E.M., Wafford, K.A., & Sattelle, D.B. (2006). Thymol, a constituent of thyme essential oil, is a positive allosteric modulator of human GABAA receptors and a homo-oligomeric GABA receptor from Drosophila melanogaster. British Journal of Pharmacology, 140(8), 1363-1372. https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0705542

Regnault-Roger, C., Vincent, C., & Arnason, J. T. (2012). Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. Annual Review of Entomology, 57, 405–424. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100554

Saad, M.M.G., Abou-Taleb, H.K. & Abdelgaleil, S.A.M. (2018). Insecticidal activities of monoterpenes and phenylpropenes against Sitophilus oryzae and their inhibitory effects on acetylcholinesterase and adenosine triphosphatases. Appl Entomol Zool 53, 173–181. https://doi.org/10.1007/s13355-017-0532-x

Sadgrove, N. J., Padilla-González, G. F., & Phumthum, M. (2022). Fundamental chemistry of essential oils and volatile organic compounds: methods of analysis and authentication. Plants, 11(6), 789. https://doi.org/10.3390/plants11060789

Sharifi-Rad, M., et al. (2022). Bioactive Compounds as potential agents for sexually transmitted diseases management: A review to explore molecular mechanisms of action. Front. Pharmacol., 12. https://doi.org/10.3389/fphar.2021.674682

Sun, J., Sun, P., Kang, C., Zhang, L., Guo, L., Kou, Y. (2022). Chemical composition and biological activities of essential oils from six lamiaceae folk medicinal plants. Front. Plant Sci. 2022, 13, 919294.

Turek, C., & Stintzing, F. C. (2013). Stability of essential oils: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12(1), 40-53. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12006

Yu, J. (2025). Chemical composition of essential oils and their potential applications in postharvest storage of cereal grains. Molecules, 30(3), 683. https://doi.org/10.3390/molecules30030683

GÜNEYDOĞU GEÇİT BÖLGESİNDE YAZLIK OLARAK BAZI NOHUT ÇEŞİTLERİNİN PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

Ali Rıza ARCAGÖK[1] Prof. Dr. Enver KENDAL[2]
[1]Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim dalı, Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi, Türkiye, e posta: has.mahmut@hotmail.com
[2]Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye, e posta: enverkendal@artuklu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-8812-8847

Özet

Bu çalışmada, Diyarbakır iline bağlı Hani ilçesinin Uzunlar mahallesinde 2025 yılı bahar sezonunda yazlık olarak yetiştirilen bazı nohut çeşitlerinde verim, verim unsurları ve bazı kalite kriterleri incelenmiştir. Çalışmada farklı kurumların geliştirdiği toplam 11 adet nohut çeşidi kullanılmıştır. Deneme Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre; verim ve verim unsurları bakımından çeşitler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilirken kalite kriterleri bakımından ağırlıklı olarak çeşitler arasında fark tespit edilememiştir. Çalışmada; çıkış tarihi 18-24 gün, çiçeklenme tarihi 54-60 gün, bitki boyu 41-51 cm, ilk bakla yüksekliği 19-26 cm, bitkide dal sayısı3-4 adet, bitkide bakla sayısı 21-36 adet, bitkide tane sayısı 26-47 adet, 100 tane ağırlığı 34-50 g, verim 189-330 kg/da, biyolojik verim 43-395 kg/da, hasat indeksi %74.3-81.4, protein oranı % 21.7-23.3, kül oranı % 2.49-3.16, yağ oranı %6.14-6.83, selüloz % 3.97-4.59, karbonhidrat %58.9-61.6, lif oranı %12.6-13.5, nişasta oranı %45.4-48.0 arasında değişim göstermiştir. Verim ve verim unsurları bakımından Aslanbey çeşidi yüksek değerlere sahip olduğu görülürken, Bazı kalite özellikleri bakımından ise Seçkin çeşidi yüksek değerlere ulaşmıştır. Yazlık olarak bu bölgede yapılacak yetiştiricilikte Aslanbey çeşidinin önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Nohut, çeşit, yazlık, Hani.

DETERMINATION OF THE PERFORMANCE OF SOME CHICKPEA VARIETIES AS SPRING GROWTH IN THE SOUTHEASTERN PASSAGE REGION

Abstract

In this study, yield, yield components and some quality criteria of some chickpea varieties grown as summer crops in the Uzunlar neighborhood of Hani district of Diyarbakır province in the spring season of 2025 were investigated. A total of 11 chickpea varieties developed by different institutions were used in the study. The experiment was carried out according to the Randomized Complete Block Design with three replications. According to the results obtained from the study; statistically significant differences were detected among the varieties in terms of yield and yield components, while no difference was detected among the varieties in terms of quality criteria. In the study; emergence date 18-24 days, flowering date 54-60 days, plant height 41-51 cm, first pod height 19-26 cm, number of branches per plant 3-4 pieces, number of pods per plant 21-36 pieces, number of grains per plant 26-47 pieces, 100 grain weight 34-50 g, yield 1890-3300 kg/ha-1, biological yield 430-3950 kg/ha-1, harvest index 74.3-81.4%, protein ratio 21.7-23.3%, ash ratio 2.49-3.16%, oil ratio 6.14-6.83%, cellulose 3.97-4.59%, carbohydrate ratio 58.9-61.6%, fiber ratio 12.6-13.5%, starch ratio changed between 45.4-48.0%. While the Aslanbey variety was found to have high values in terms of yield and yield components, the Seçkin variety achieved high values in terms of certain quality traits. It was concluded that the Aslanbey variety could be recommended for spring cultivation in this region.

Keywords: Chickpea, cultivar, quality, Hani.

1. GİRİŞ

Binlerce yıldan beri tarımı yapılan ender bitkilerden biri olan Nohut (Cicer arietinum L.), Güneydoğu Anadolu Bölgemizin gen merkezi konumunda olup bu bölgemizin en önemli kültür bitkilerindendir. Dünya'da 50'den fazla ülkede nohut üretimi yapılmakta olup, Türkiye yaklaşık olarak 395 bin ha alanda, 470 bin ton üretimi ile nohut yetiştirici ülkeler arasında dünyada önemli bir yer tutmaktadır (TUİK 2018). Dünyada üretimi yapılan nohut çeşitleri, tane büyüklüğüne ve şekline göre desi ve kabuli tipi nohut tipleri diye 2 gruba ayrılmışlardır. Desi tip nohutlar küçük ve koyu renkli bir şekle sahipken, Kabuli tip nohutlar büyük, pürüzsüz ve açık renklidir (Purushothaman ve ark., 2014). Dünya nohut üretiminin yaklaşık %80'i desi tip nohutlardır (Karakullukçu ve Adak, 2008). Pakistan ve Güney Asya ülkelerinde Desi tip nohut yetiştirilirken Türkiye'de ağırlıklı olarak Kabuli tip nohut yetiştirilmektedir (Aydemir ve Yemencioğlu, 2013).

Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerimiz dışında diğer bölgeler de nohut yetiştiriciliği yapılmakta, yetiştiricilikte önemli olan bazı hastalıkların yazlık ekimlerde görülmemesi ve soğuk zararının oluşma riskinin olmamasından dolayı, verim ve verim bileşenleri ile yüksek hasat indeksi yönünden çoğunlukla yazlık ekimlerin tercih edildiği bildirilmiştir (Anlarsal ve ark., 1999). Ancak, yazlık ekimde bitkilerin kuraklık ve sıcaklık stresine maruz kalmalarından dolayı verim kaybı yaşandığından, kışlık ekime uygun uzun boylu ve sanayi tip çeşitlerin ıslah edilmesinin önemli olduğu (Korbu ve ark., 2020; Sönmez ve Kumlay, 2021) vurgulanmıştır.

Nohut yetiştiriciliğinde verim ve verim bileşenlerine etki eden çok sayıda çevresel ve genetik değişkenler bulunmaktadır. Agronomik uygulamalar arasında verimi etkileyen en önemli faktörün ekim zamanı olduğu, farklı ekim zamanlarında iklim faktörlerine bağlı olarak bitkilerdeki çiçeklenme, tohum bağlama ve verimin değişebildiği vurgulanmıştır (Kayan ve ark., 2014). Daha önce yapılan çalışmalarda, farklı tarihlerde ekilen nohut çeşitlerinin verim ve verim bileşenleri yönünden farklılıklar gösterdiği (Ray ve ark., 2017), erken ve geç kalmış ekim tarihlerinin verim ve kaliteyi etkilediği (Varoğlu ve Abak, 2018) ortaya konulmuştur. Ayrıca, nohut bitkisinde ekimin gecikmesi ile bitki boyunun ve ilk bakla yüksekliğinin azaldığı (Erman ve Tüfenkçi, 2004) bitki başına bakla sayısının düştüğü (Topalak ve Ceyhan, 2015), olgunlaşma süresinin kısaldığı (Özgün ve ark., 2005), dekara tane verimlerinin düştüğü (Erman ve Tüfenkçi, 2004), 100-tane ağırlığı ve tanedeki protein oranının değiştiği (Topalak ve Ceyhan, 2015) rapor edilmiştir.

Küresel ısınma ile birlikte yağışların gün geçtikçe azalması ve aylara dağılışındaki dalgalanmaların oluşması nedeni ile yağışa dayalı şartlarda tarla tarımında ciddi sorunları beraberinde getirmektedir. Yağışa dayalı şartlarda fazla su tüketen bitkilerin yetiştirilmesi imkansız hale gelmektedir. Bu nedenle kuraklık ve sıcaklık şartlarına dayanıklı, derin köklü aynı zamanda toprağı iyileştirme özelliği olan nohut yetiştiriciliği ön

plana çıkmaktadır. Her geçen gün toprakların daha da fakirleşmesi bunun önemini daha da artırmaktadır. Tüm bu sorunlar karşısında münavebede toprağa azot bağlayan ve kazık kökleri vasıtasıyla toprağın yapısını koruyan veya iyileştiren, aynı zamanda ithal ettiğimiz bir ürün haline gelen kırmızı mercimeğin gerek ülkemizde gerekse Mardin ilinde farklı uygulamalar ile veriminin artırılmasına yönelik araştırmaların yapılması oldukça önemlidir. Baklagillerin üretiminde önemli bir yere sahip olan Diyarbakır ilimizde münavebede etkili olan nohut yetiştiriciliği, Diyarbakırın kuzeyi olan ve Doğu Anadolu Bölgesine geçişin yapıldığı Hani ilçesinde kış aylarının soğuk geçmesi nedeni ile yazlık olarak nohut yteiştirme olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Elde edilecek iyi bir sonuç ile Diyarbakırın kuzey ilçeleri ile Elazığ ve Bingöl hatta Adıyaman ve Siirt illerinin kuzey kesimleri için yazlık nohut yetiştiriciliğini geliştirmek ve sürdürülebilir tarım bilincinin oluşmasına katkı sağlamak üzere bu çalışma yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma 2024 yılı üretim sezonunda Diyarbakır ili Hani ilçesine bağlı Uzunlar mahallesinde çiftçi tarlasında yürütülmüştür. Bu çalışmada bitki materyali olarak farklı kurumlar tarafından geliştirilen ve bölgede yetiştiriciliği yapılan Aksu, Aslanbey, Azkan, Caner, Çağatay, Diyar95, Hasanbey, Seçkin, Sezgin, İlc482 ve İnci çeşitleri kullanılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü lokasyonun rakımı Diyarbakır'ın merkezine göre daha yüksek ve kışları daha soğuk yazları ise sıcak ve kurak geçmektedir. Toprak yapısı kıraç olup bünyesi tınlı yapıdadır. Araştırma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ekimde parsellerin uzunluğu 2 m eni 1.20 cm ve toplam=2.4m2 büyüklüğünde, .parseller 6 sıradan, sıra arası mesafe 20 cm, sıra üzeri mesafe 10 cm ve parseller arası mesafe 50 cm boşluk olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekim 28.03.2024 tarihinde gerçekleşmiştir. Ekimden önce toprak işlenmiş ve toprak tava geldikten sonra parselizasyon yapılmış daha sonra iklimin uygun olduğu ve son donların tehlikesinin geçtiği bir günde birim alana atılacak tohum miktarı hesaplanarak ekim gerçekleştirilmiştir. Ekimden sonra yabancı ot kontrolü el yardımı ile yapılmıştır. Ekim sıklığı olarak her sıraya 15 adet tohum ekilecek denemelerde tüm parsellere ekimle beraber 10 kg/da DAP (%18 Azot, %44 P_2O_5) verilmiştir. Dönemsel olarak bitki çıkışları takip edilmiş ve gerekli gözlemler alınmıştır. Hasat uygun hasat döneminde elle yapılmıştır.

Araştırmada; verim verim unsurları ile bazı kalite parametreleri incelenmiştir. Araştırmaya ait veriler J.M.P 5.0 (Copyright © 2007 SAS Institute Inc.) programında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre analizleri yapılmış, ortalamalar A.Ö.F. testi ile gruplandırılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmada incelenen verim ve verim parametrelerine ait varyans analiz sonuçlarına göre bitkide dal sayısı

(p<0.5) hariç diğer parametreler bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki açıdan p<0.1 seviyesinde önemli tespit edilmiştir. Tane verimi ve verim parametrelerinin aksine kalite parametrelerinde çeşitler arasındaki fark sadece nişasta oranı p<0.1 seviyesinde önemli olduğu, diğer kalite parametreleri bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki anlamda önemsiz olduğu anlaşılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. İncelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları (Kareler ortalaması)

V.K.	S.D.	Ç.T. (gün)	Ç.T. (gün)	B.B. (cm)	İ.B.Y. (cm)	B.D.S. (adet)	B.B.S. (adet)	B.T.S. (adet)	Verim (kg/da)	B.V. (kg/da)
Çeşitler	10	7.92**	11.6 **	29.8**	11.9**	0.4*	89.5 **	184**	6871.5**	30344.2**
Tek.	2	9.91	0.03	1.85	0.4	0.21	2.8	16.6	71.0	107
Error	20	0.78	0.30	0.75	1.4	0.15	3.9	5.48	135.8	116.7
D.K(%)		4.46	0.96	1.83	5.6	10.4	6.9	6.21	4.5	3.6

V.K.	S.D.	H.İ. (%)	100 T.A (g)	P.O. (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Sel. (%)	Karb. (%)	Lif (%)	Nişasta (%)
Çeşitler	10	13.34öd	76.44**	0.48öd	0.10öd	0.20 öd	0.11öd	1.75öd	0.21 öd	1.73öd
Tek.	2	0.71	0.68	0.041	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.42
Error	20	6.58	0.83	0.35	0.05	0.10	0.11	1.55	0.15	0.41
D.K(%)		3.3	2.21	2.6	7.5	4.9	7.9	2.1	2.9	1.4

*:p<0.05,**:<0.01,öd: önemli değil, VK: varyasyon kaynakları, SD: serbestlik derecesi, Ç.T.: çıkış tarihi, Ç.T: çiçeklenme tarihi, BB: bitki boyu, İBY: ilk bakla yüksekliği, BDS: bitkide dal sayısı, BBS: bitkide bakla sayısı, BTS: baklada tane sayısı, 100 TA: yüz tane ağırlığı, TV: tane verimi, BV: biyolojik verim, Hİ: hasat indeksi, PO: protein oranı,Sel:selüloz, Karb: Karbonhidrat

Bitki çıkış tarihleri 18.0-24.0 gün arasında değişim göstermiş en erken bitki çıkışları Aksu çeşidinde en geç bitki çıkışları ise Çağatay çeşidinde gözlemlenmiştir(Tablo 2). Çiçeklenme tarihleri 54-60 gün arasında değişim göstermiş, çiçeklenme en erken Caner çeşidinde en geç Seçkin ve Sezgin çeşitlerinde gözlemlenmiştir. Bitki boyu değerleri 41.7-51.7 cm arasında değişim göstermiş, Çağatay çeşidi en kısa, Seçkin çeşidi ise en uzun boaya sahip olduğu görülmektedir. İlk bakla yüksekliği değerleri 19.3-26.3 cm arasında değişim göstermiş, en düşük bakla yüksekliği Azkan ve Diyar 95 çeşitlerinde, en yüksek ilk bakla yüksekliği ise Seçkin çeşidinde tespit edilmiştir. Bitkide dal sayısı değerleri 3.0-4.0 adet/bitki arasında değişim göstermiş, en az sayıda bitkide dal sayısı Sezgin ve diyar 95 çeşitlerinde, diğer çeşitlerdeki bitkide dal sayısı aynı sayıda (4.0 adet/bitki) olduğu tespit edilmiştir. Bitkide bakla sayısı değerleri 21.3-36.3 adet adet/ arasında değişirken, en düşük bakla sayısı Sezgin ve Diyar 95 çeşitlerinde, en yüksek bakla sayısı ise Seçkin çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Baklada tane sayısı değerleri 26.3-47.3 adet/bakla arasında değişim göstermiş, en az sayıda baklada tane sayısı Sezgin çeşidinde, en yüksek baklada tane sayısı ise Aslanbey çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Tane verimi 190.1-329.9 kg/da arasında değişirken, en düşük verim Diyar 95 en yüksek verim ise Aslanbey çeşidinde gözlemlenmiştir. Biyolojik verim 43.2-394.7 kg/da arasında değişirken, en düşük biyolojik verim Aslanbey çeşidinde en yüksek biyolojik verim ise Çağatay çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Hasat indeksi değerleri

%74.3-81.4 arasında değişmiştir. Verilere baktığımızda Aslanbey çeşidi yüksek boylu, orta erkenci bir çeşit olduğu ve verimi etkileyen verim unsurlarından bitkide dal sayısı, bitkide bakla sayısı ve bitkide tane sayısı bakımından yüksek değerlere sahip olduğu nihayetinde bunların etkisi ile en yüksek verime ulaştığını söylemek mümkündür. Bu nedenle verimi etkileyen parametrelerin incelenmesi oldukça önemlidir. Seçkin çeşidinin hem bitki boyunun hem de ilk bakla yüksekliğinin yerden yüksek olması bu çeşidin makinalı hasada uygun olabileceğini göstermektedir. Seçkin ve Sezgin çeşitlerinin geç çiçeklenmesi kurak bölgelerde verimini sınırlandırdığı tespit edilmiştir. Yeşil ot ve gübre amaçlı olarak yapılacak yetiştiricilikte İnci çeşidinin uygun olabileceği görülmektedir. Çağatay çeşidinin erken çıkış yapması ile nişasta dolumu için uzun bir dönem geçirmiş bu durum daha fazla nişasta depolamasına yardımcı olmuştur.

Tablo 2. Çalışmada tane verimi ve verim parametrelerine ait veriler ve oluşan gruplar

Çeşitler	**Ç.T.** (gün)	**Ç.T.** (gün)	**B.B.** (cm)	**İ.B.Y** (cm)	**B.D.S.** (ad./bit.)	**B.B.S.** (ad./bit.)	**B.T.S.** (ad./bak.)	**Verim** (kg/da)	**B.V.** (kg/da)	**H.İ.** (%)
Aksu	18.0d	55.7c	45.7d	20.3bd	3.7a	32.0b	45.0a	276.0d	357.8c	77.2
Aslanbey	18.7cd	55.7c	50.3ab	20.7bd	4.0a	35.0ab	47.3a	329.9a	43.2f	78.9
Azkan	19.3bd	56.0bc	45.3de	19.3d	4.0a	33.3ab	43.7ab	190.0f	250.1e	76.0
Caner	18.7cd	54.0d	46.0d	21.3bc	3.7a	27.0c	33.3d	283.4cd	374.7bc	75.6
Çağatay	24.0a	56.3bc	41.7f	20.7bd	3.7a	23.3de	29.7de	296.7bc	394.7a	75.2
Diyar 95	20.0bc	56.7b	48.7c	19.3d	3.0b	21.3e	26.0e	190.1f	255.7e	74.3
Hasanbey	20.0bc	56.7b	50.0bc	22.0b	4.0a	32.3b	40.7bc	289.8bd	382.5ab	75.8
Ilc 482	19.0cd	56.7b	44.0e	19.3d	3.7a	25.0cd	38.0c	227.7e	287.5d	79.2
İnci	20.0bc	54.0d	50.0bc	20.7bd	3.7a	27.7c	38.0c	306.8b	377.1ab	81.4
Seçkin	20.7b	60.0a	51.7a	26.3a	4.0a	36.3a	46.3a	230.6e	304.3d	75.8
Sezgin	18.7cd	60.0a	45.3de	20.0cd	3.0b	21.3e	26.3e	226.9e	297.5d	76.3
AÖF(0.05)	1.5	0.9	1.8	2.0	0.6	3.5	4.0	19.6	18.4	4.5

Kalite parametrelerine ait verilere baktığımızda 100 tane ağırlığı değerleri 34.0-49.6 g arasında değişim göstermiş en yüksek 100 tane ağırlığı Aslanbey çeşidinde en düşük 100 tane ağırlığı ise İnci çeşidinde tespit edilmiştir (Tablo 3). Protein oranları % 21.7-23.3, Kül değerleri %2.49-3.16, Yağ değerleri %6.14-6.83, Selüloz oranı 3.97-4.57,Karbonhidrat değerleri 58.9-61.6, Lif oranı %12.7-13.5 arasında değişim göstermiştir. Nişasta oranı % 45.4-48.0 arasında değişirken en yüksek nişasta oranı Çağatay ve Diyar 95 çeşitlerinde, en düşük nişasta oranı ise Sezgin çeşidinde olduğu tespit edilmiştir. Aslanbey çeşidi en yüksek 100 tane ağırlığına sahip olduğundan dolayı bu ağırlığı nihai verimi de etkilemiş ve en yüksek tane verimine ulaşmıştır. Her ne kadar diğer kalite parametreleri bakımından çeşitler arasında önemli bir fark görülmese de Aslanbey çeşidinin diğer kalite parametreleri bakımından da tatminkar sonuçlara sahip olduğunu söylemek mümkündür. Özellikle Diyar 95 çeşidi diğer kalite, verim ve verim parametreleri bakımında düşük değerlere sahip olmasına karşın nişasta değerleri bakımında dikkatleri üzerine çekmiştir.

Tablo 3. Çalışmada kalite parametrelerine ait veriler ve oluşan gruplar

Çeşitler	100 T.A (g)	P.O. (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Sel. (%)	Karb. (%)	Lif (%)	Nişasta (%)
Aksu	45.0c	22.4	3.16	6.17	4.39	61.1	13.1	47.5ab
Aslanbey	49.6a	22.5	2.98	6.70	4.29	60.1	13.1	46.5bc
Azkan	43.7c	22.5	2.95	6.29	4.30	61.6	13.2	47.4ab
Caner	44.5c	22.4	2.75	6.67	4.55	60.7	12.9	47.1ab
Çağatay	46.9b	22.2	2.94	6.31	4.57	59.6	13.5	48.0a
Diyar 95	37.4e	22.2	2.90	6.82	4.59	60.5	12.9	47.6a
Hasanbey	40.2d	22.3	2.77	6.14	4.20	59.9	13.4	47.1ab
Ilc 482	36.9e	21.7	2.72	6.60	4.34	60.0	13.4	47.2ab
İnci	34.0f	22.5	2.49	6.38	3.97	59.5	13.0	47.2ab
Seçkin	37.1e	23.3	2.90	6.83	4.23	58.9	12.7	46.0cd
Sezgin	37.0e	22.6	2.80	6.25	4.50	60.2	12.9	45.4d
AÖF(0.05)	1.6	1.0	0.4	0.6	0.6	2.1	0.7	

Yapılan benzer çalışmalarda nohut yetiştiriciliğinde verim ve verim bileşenlerine etki eden çok sayıda çevresel ve genetik değişkenlerin oluşabileceğini, agronomik uygulamalar arasında verimi etkileyen en önemli faktörün ekim zamanı olduğu, farklı ekim zamanlarında iklim faktörlerine bağlı olarak bitkilerdeki çiçeklenme, tohum bağlama ve verimin değişebildiği vurgulanmıştır (Kayan ve ark., 2014). Nohut yetiştiriciliğinde genetik verim kapasitesine ulaşabilmek için agronomik uygulamaların yanı sıra, uygun çeşit seçimi ve ekim zamanının ayarlanması gerektiği (Sekhar ve ark., 2015), kuraklığa dayanımı çok yüksek olan nohutta az miktarda sulama yapılması halinde ürün veriminin artırılabileceği (Çıtak ve Topak, 2016) kayıt altına alınmıştır. Yüksek verimli ve bölgeye iyi adapte olan çeşitlerin belirlenmesi, nohut ekim alanlarını arttırabileceği ve bölgede geleneksel buğday nadas sisteminde nadas alanlarını bir hayli azaltabileceği, böylece bölgedeki nadas alanlarını azaltarak tarımsal üretimi arttırmak ülke tarım politikalarının önemli hedefleri arasındadır (Dinç, 2004). Sarımurat ve ark. (2022), nohut yetiştiriciliği bölgede kıraç koşullarda ve yazlık olarak yapıldığı, dolayısıyla vejetasyon döneminde yağışın kısıtlı ve sıcaklığın yüksek olduğu yıllarda verimin düşebileceği gibi yağışın ve sıcaklığın yeterli olduğu yıllarda verimin yükselebileceği, kalite kriterleri açısından çeşitler arasında oluşan farklılık çeşit özelliklerine bağlı olabildiği gibi yetiştiriciliğin yapıldığı bölgenin ekolojik ve toprak farklılıklarına da bağlı olabileceğini bildirerek çalışmamızın sonuçlarını teyit etmişlerdir.

4. SONUÇLAR

Bu araştırma, Diyarbakır ilinin kuzey kesimleri özellikle Elazığ ve Bingöl illerine sınırı olan Hani ilçesinde yürütülen bu çalışmada nohut çeşitlerinin verim, verim öğeleri ile bazı kalite kriterleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. İncelenen birçok özellik bakımından çeşitler arasındaki fark önemli bulunurken birçok kalite parametreleri bakımında ise çeşitler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına baktığımızda

Aslanbey çeşidi yüksek boylu, orta erkenci iri taneli ve yüksek verimli ve birçok kalite parametreleri bakımından tatmin edici değerlere sahip bir çeşit olduğu tespit edilmiştir. Seçkin çeşidinin hem bitki boyunun hem de ilk bakla yüksekliğinin yerden yüksek olması bu çeşidin makinalı hasada uygun olabileceği, yeşil ot ve gübre amaçlı olarak yapılacak yetiştiricilikte İnci çeşidinin uygun olabileceği tespit edilmiştir. Özellikle Diyar 95 çeşidi diğer kalite, verim ve verim parametreleri bakımında düşük değerlere sahip olmasına karşın nişasta değerleri bakımından yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bölgede yapılacak yazlık yetiştiricilikte, yetiştirme amacı eğer verim ve kalite ise bir yıl daha denemenin sürdürülmesi ve Aslanbey çeşidinin tavsiye edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Anlarsal, A., Yücel, C., Özveren, D. (1999). Çukurova koşullarında bazı nohut (*Cice rarietinum* L.) hatlarının verim ve verimle ilgili özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Cilt III, Adana, p: 342–347.

Aydemir, L. Y. ve Yemenicioğlu, A. (2013). Potential of Turkish Kabuli type chickpea and green and red lentil cultivars as source of soy and animal origin functional protein alternatives. LWT – Food Science and Technology, 50 (2), 686–694.

Çıtak, G., Topak, R. (2016). Farklı sulama programları uygulamasının nohutta verim ve kaliteye etkisi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (6), 45–56.

Dinç, A., 2014. Türkiye'de tescil edilmiş bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin van koşullarında verim ve verim öğelerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Erman, M., Tüfenkçi, Ş. (2004). Farklı Ekim Zamanlarının Nohutta (C*icer arietinum* L.) Verim ve Verimle İlgili Karakterlere Etkisi. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (3), 342–345.

Karakullukçu, E., Adak, M.S. (2008). Bazı nohut (Cicer arietinum L.) çeşitlerinin tuza toleranslarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (4), 313– 319.

Kayan, N., Olgun, M., Kutlu, İ., Ayter, N., Gülmezoğlu, N. (2014). Sulanan ve Sulanmayan Koşullarda Yetiştirilen Nohut (Cicer arietinum L.)'un Gelişme Seyrinin Belirlenmesi. Journal of Agricultural Sciences, 14 (4), 31– 73.

Korbu, L., Tafes, B., Kassa, G., Mola, T., Fikre, A. (2020). Unlocking the Genetic Potential of Chickpea through Improved Crop Management Practices in Ethiopia: A review. Agronomy for Sustainable Development, 40 (13), 1–20.

Özgün, Ö. S., Biçer, B. T., Şakar, D. (2005). Gökçe nohut çeşidinde farklı ekim zamanlarının bitkisel ve tarımsal özelliklere etkisi. Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi, Antalya, p: 279–284.

Purushothaman, R., Upadhyaya, H. D., Gaur, P. M., Gowda, C. L.L., Krishnamurthy, L. (2014). Kabuli and desi chickpeas differ in their requirement for reproductive duration. Field Crops Research, 163, 24–31.

Ray, K., Singh, D., Laljat, B. (2017). Effect of sowing time and seed rate on growth and yield of chickpeacultivars. Advance Research Journal of Crop Improvement, 8 (1), 1– 16.

Sarımurat, M. Ş., Kulaz, H. Erdin, F. (2022). Van ekolojik koşullarında yetiştirilebilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. MAS Journal of Applied Sciences 7(1): 128–138.

Sönmez, V., & Kumlay, A. M. (2021). Adıyaman ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi(23), 656-665. https://doi.org/10.31590/ejosat.885187

Topalak, C., Ceyhan, E. (2015). Nohutta farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 2 (2), 128–135.

TUİK. 2018. Tarım İstatiskikleri, Ankara.

Varoğlu, H., Abak, K. (2019). Effect of sowingdates on yield and qualitycharacteristics of chickpeavarieties under mediterranean climate conditions. Legume Research, 42 (3), 360–364.

EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN BİPLOT ANALİZ YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Enver KENDAL
Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye, e posta: enverkendal@artuklu.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-8812-8847

Özet

Bu çalışma, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme alanında 12 adet ekmeklik buğday çeşidinin verim ve bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi amacıyla Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen veriler biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. ÇÖ(Çeşit x Özellik) biplot tekniği ile tüm karakterler birlikte ele alınarak en uygun çeşit belirlenmiştir. ÇÖ biplot tekniğinde PC1 varyasyonun %37.28, PC2 ise %30.97 ve toplamda varyasyonun % 68.26'sini oluşturmuştur. Çalışmada kullanılan scatter plot biplot tekniğine göre tane verimi ile hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığı arasında pozitif, tane verimi ile protein oranı ve mini sedimentasyon değerleri arasında ise negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Sektör analizinde toplamda dört sektör oluşmuş, Tanya, pehlivan, syrena ve Adana 99 çeşitleri aynı sektörde (1. Sektör) yer almış ve TV, HA, BTA ile ilişkilendirilmiş, Luzovka, Segretario ile Karatopak çeşitleri 2. sektörde yer almış ve Mini SDS ile PO ile ilişkilendirilmiş, Albatros ile Krasunia üçüncü sektörde, Nurkent, Aday 14 ve Y-100 çeşitleri ise 4. Sektörde, yer almış ancak hiçbir özellik ile ilişkilendirilmemişlerdir. Tüm özelliklerin ortalaması bakımından yapılan Ranking biplot analizinde Adana 99 ile Syrena çeşitlerinin hem stabil hem de tüm özellikler bakımından yüksek değerlere sahip olduğu, Pehlivan çeşidinin ise stabilite eğilimi zayıf ancak yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Comparison yönteminde Pehlivan çeşidinin ideal merkeze göre en yakın çemberde konumlanarak en ideal çeşit olduğu teyit edilmiştir. Ayrıca Adana 99, Syrena, Tanya ve Segretario çeşitlerinin ikinci dereceden tavsiye edilebileceği görülmektedir. ÇÖ Biplot analiz tekniği verilerin ortalamasına göre oluşturduğu grafikler ile sonuçların görsel olarak kolayca yorumlanabileceği bir teknik olduğunu kanıtlamıştır.

Anahtar kelimeler: Biplot, ekmeklik, çeşit, kalite.

COMPARE OF BREAD WHEAT VARIETIES USING BIPLOT ANALYSIS METHOD

Abstract

This study was conducted in the experimental area of the GAP International Agricultural Research and Training Center using a randomized complete block design with four replications to determine the yield and some quality parameters of 12 bread wheat varieties. Data obtained from the study were analyzed using the biplot analysis method. The optimal variety was determined by considering all traits together using the Genotype x Trait biplot technique. PC1 accounted for 37.28% of the variation in the Genotype x Trait biplot technique, while PC2 accounted for 30.97% and 68.26% of the total variation. According to the scatter plot biplot technique used in the study, a positive relationship was observed between grain yield, hectolitre weight, and thousand grain weight, while a negative relationship was observed between grain yield, protein content, and mini sedimentation values. The sector analysis resulted in a total of four sectors. Tanya, Pehlivan, Syrena, and Adana 99 varieties were in the same sector (Sector 1) and were associated with TV, HA, and BTA. Luzovka, Segretario, and Karatopak varieties were in Sector 2 and associated with Mini SDS and PO. Albatros and Krasunia were in Sector 3. Nurkent, Aday 14, and Y-100 were in Sector 4 but were not associated with any traits. A ranking biplot analysis of the average of all traits determined that Adana 99 and Syrena were both stable and had high values for all traits, while Pehlivan had a weaker tendency toward stability but high values. The comparison method confirmed that Pehlivan was the most ideal variety, being positioned in the closest circle to the ideal center. Furthermore, Adana 99, Syrena, Tanya, and Segretario varieties are recommended as second-order varieties. The GT Biplot analysis technique has proven to be a technique where the results can be easily interpreted visually, with the graphs it creates based on the average of the data.

Keywords: Biplot, bread wheat, variety, quality.

1. GİRİŞ

Tahıllar arasında en fazla ekim alanına ve tüketime sahip olan buğday, ürünler arasında ekonomik değeri oldukça yüksektir. Ülkemizde buğday ekiliş alanı yıllar itibarı ile değişmekle birlikte toplam 66.3 milyon da olup bunun yaklaşık 54.2 milyon dekarını ekmeklik buğday oluşturmaktadır. TUİK 2022 yılı istatistiklerine göre toplam ekmeklik buğday üretim miktarı 16 milyon ton, kişi başı tüketim ise yıllık 176.8 kg'dır. Bu tüketim miktarı ile buğday ve buğday ürünleri ile beslenme alışkanlığı yüksek olan ülkemizde ürünler arasında oldukça yüksek bir yer tutmaktadır. Ülkemiz toplam buğday ekim alanının yaklaşık olarak 6.1 milyon da alanı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne ait olup bu ekim alanının yaklaşık % 33.9'unda sulu, % 66.1'inde ise kuru yetiştiricilik yapılmaktadır. Diyarbakır ilinde de toplam 1.9 milyon da ekim alanında %90.3'ünde kuru, geri kalanında ise sulu buğday tarımı yapılmaktadır(Aktaş ve ark., 2017; Kahraman ve ark., 2021; İpekeşen ve ark, 2023).

Araştırma, belirli bir konuda ilerleme kaydetmek, belirsizlikleri ve sorunları gidermek amacıyla bilimsel bir yöntem kapsamında veriler elde etmek ve bu verileri analiz ederek anlaşılır bir şekilde yorumlayarak konunun kaynağına katkıda bulunmaktır. Bunun için özellikle verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması çok önemlidir. Farklı araştırma konularında olduğu gibi tarımsal araştırmalardan elde edilen verilerin değerlendirilmesinde de birçok istatistiksel model ve program kullanılmaktadır (Kendal, 2019). İstatistiksel program ve modellerin araştırmacılar tarafından kolay kullanılabilmesi ve araştırmacıların doğru sonuçlara kısa yoldan kolayca ulaşabilmesini sağlamak oldukça önemlidir. Ayrıca araştırmacıların kolayca yorumlayabilecekleri istatistiksel modelleri keşfedip bulmak ve bu modelleri araştırmacıların hizmetine sunmak oldukça değerlidir (Yan ve Frégeau-Reid, 2018).

Araştırmalardan elde edilen verilerin sürekli olarak aynı yöntemlerle analiz edilmesi veya yorumlanması araştırmaların gelişmesini önlemektedir. Bilimin gelişmesi ile birlikte analiz yöntemlerinin de gelişmesine yol açmaktadır (Mahmoud ve ark., 2020). Araştırma sonuçlarının geliştirilen yeni analiz yöntemleri ile değerlendirilmesi ve yorumlanması, araştırma sonuçlarının önemini artırmaktadır. Bi-plot analiz tekniği araştırmacıların son dönemde özellikle bitki ıslahı ve çeşit uyumu araştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde çokça kullanıldığı bir gerçektir (Bayhan ve ark., 2021).

Bi-plot birçok değerlendirme modeliyle araştırmacıların ilgisini çekmiş ve birçok araştırma sonucunu değerlendirmek için tercih edilmiştir. Bu modeller arasında en çok GT (Genotype x Trait) biplot modeli kullanılmaktadır. GT-biplot modelinde genotipler özelliklere göre çift yönlü olarak analiz edilir. Bunlardan biri genotiplerin özelliklere göre birbirlerinden farklılıklarını anlamak, ikincisi ise genotiplerin özelliklerle ilişkilerini anlamak için tasarlanmıştır.

Bu amaçla tane verimi ve bazı kalite parametreleri biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca bu yöntemle verim ile kalite parametreleri arasındaki ilişkiler ile çeşitler ile özellikler arasındaki ilişkiler de incelenmiştir.

2. YÖNTEM

Bu araştırma 2010-11 üretim sezonunda Diyarbakır ili GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü deneme alanında yürütülmüştür. Bu çalışmada bitki materyali olarak farklı kurumlar tarafından geliştirilen ve bölgede yetiştiriciliği yapılan Albatros, Adana-99, Krasunia, Pehlivan, Luzovka, Nurkent, Syrena, Segretario, Tanya, Aday-14, Y-100 ve Karatoprak çeşitleri kullanılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü lokasyonun rakımı Diyarbakır'ın merkezi olup kışları soğuk yazları ise sıcak ve kurak geçmektedir. Toprak yapısı kıraç olup bünyesi tınlı yapıdadır. Araştırma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan tohumluk temizlenip, çimlenme ve saf tohumluk yüzdeleri belirlendikten sonra bin dane ağırlığına göre her alt parsel için ayrı ayrı hassas terazide tartılarak kullanılmıştır. Her parselin toplam alanı 1,2 x 6 = 7,2 m2 olarak belirlenmiştir. Ekim en uygun ekim zamanında Wintersteiger 2200 (92 model) deneme mibzeri ile yapılmıştır.

Ekimle birlikte 20-20-0 kompoze gübresi 6' şar kg/da (P_2O_5) ve azot (N) gübre dozu gelecek şekilde tartılarak kullanılmıştır. Üst gübreleme için amonyum nitrat (% 26) 6 kg/da gelecek şekilde kardeşlenme döneminde verilmiştir. Geniş ve dar yapraklı yabancı otlara karşı granstar ile illoxan kimyasal ilaçları karıştırılarak yabancı ot bitkilerinin 2-4 yapraklı oldukları dönemde kullanılmıştır. Yol kesimleri sırasında denemenin her iki tarafından 0.5 m alınmış ve hasat, Hege deneme biçerdöveri ile 1,2 x 5 = 6 m2 üzerinden hasat olum döneminde yapılmıştır. Araştırma; Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre yürütülmüş verim ve ile bazı kalite parametrelerinden elde edilen veriler Genstat 14 paket programında analizleri yapılmış ve biplot analiz tekniği ile yorumlanmıştır.

Araştırma; Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre yürütülmüş ekmeklik buğday çeşitlerinden elde edilen verim ve bazı kalite parametrelerinden elde edilen veriler veriler Genstat 14 paket programında analizleri yapılmış ve biplot analiz tekniği ile yorumlanmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada incelenen verim ve verim parametrelerine ait varyans analiz sonuçlarına göre protein oranı hariç ($p<0.5$) hariç diğer parametreler bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiki açıdan $p<0.1$ seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

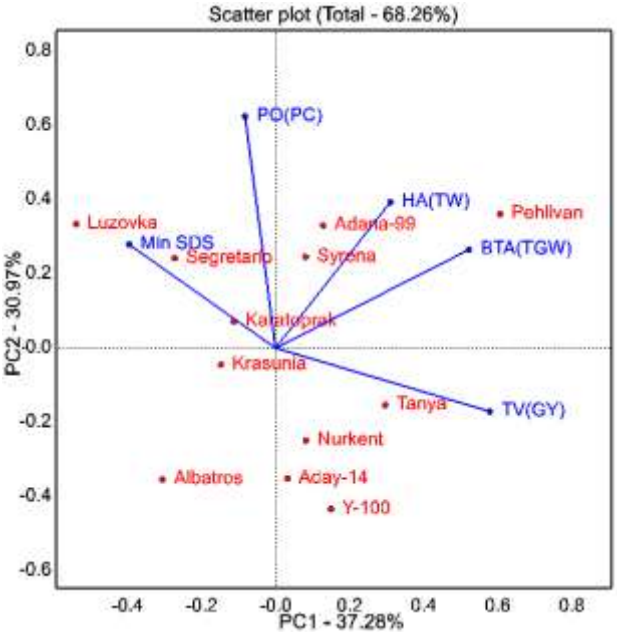
Tablo 1. Araştırmada incelenen özelliklere ait veriler ve oluşan gruplar

Çeşitler	Tane Verimi (kg/da)	HektolitreAğırlığı (kg/hl)	Bin Tane Ağırlığı (g)	Protein Oranı (%)	Mini Sedimentasyon (ml)
Albatros	514.3 b-c	72.8 g	31.1 d-f	10.8 a-c	12.4 cd
Adana-99	598.8 a-c	77.6 ab	33.7 b-f	11.4 a	12.5 cd
Krasunia	485.0 cd	74.5 f	33.7 b-f	11.0 ab	12.3 cd
Pehlivan	629.5 ab	77.9 a	40.6 a	11.3 ab	10.3 ef
Luzovka	278.9 e	76.3 a-d	30.9 ef	11.3 a	13.6 a-c
Nurkent	601.5 a-c	74.7 ef	33.8 b-f	10.7 a-c	11.4 de
Syrena	579.5 a-c	74.8 d-f	37.2 ab	11.4 a	12.9 b-d
Segretario	447.9 d	75.5 c-f	34.4 b-e	11.1 ab	14.9 a
Tanya	662.7 a	76.1 b-d	35.9 ab	10.5 bc	12.0 cd
Aday-14	502.3 b-c	76.5 a-c	30.0 f	10.5 bc	9.0 f
Y-100	613.4 a-c	74.9 d-f	35.0 b-d	10.1 c	12.0 cd
Karatoprak	574.3 b-c	76.3 a-e	32.5 c-f	10.8 a-c	14.5 ab
AÖF(0.05)	130.0**	1.59**	4.05**	0.77*	1.69**

*:p<0.05 düzeyinde önemli,**:<0.01 düzeyde önemli, DK: Değişim Katsayısı, AÖF: Asgari Önemli Fark

3.1.Araştırmada kullanılan çeşitler ile incelenen özellikler arasındaki ilişkiler

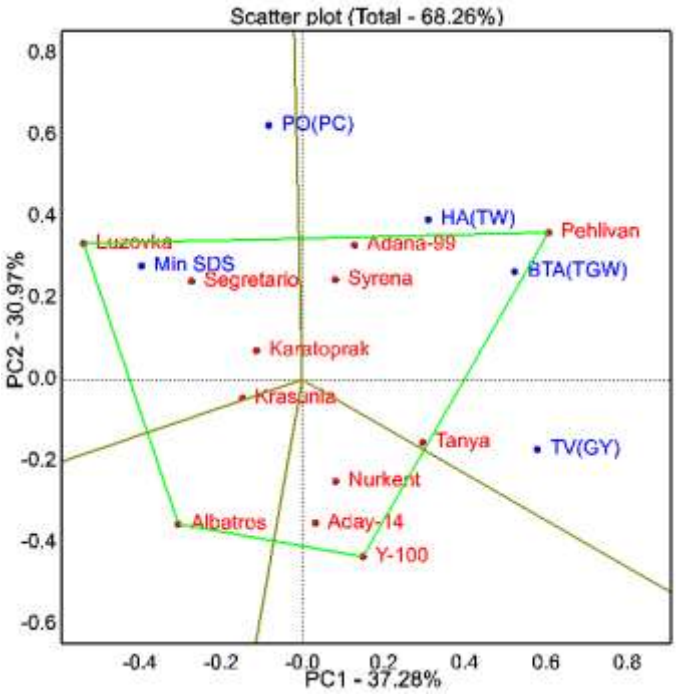
Biplot tekniği ile araştırmada kullanılan çeşitler ile incelenen özellikler arasındaki ilişkiler görsel olarak farklı açılardan grafiklerle incelenebilmektedir (Şekil 1, 2, 3, 4). GT biplot tekniği, incelenen varyasyon kaynaklarını iki yönlü olarak incelememizi kolaylaştırmaktadır. Bir yandan incelenen özellikler arasındaki ilişki, öbür taraftan ise genotipler ile özellikler arasındaki ilişki açıklanmaktadır. İki özelliğe ait vektörler arasındaki açı değeri (>0--<90^o) daraldıkça özellikler arasındaki ilişki pozitif, açı değeri (90^o>--<180^o) arttıkça negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir (Kendal ve ark., 2016). Ayrıca grafik üzerinde gösterilen genotiplerin bulundukları konumlarına ve özeliklere olan uzaklık ve yakınlıklarına göre hangi genotipin hangi özellikler bakımından yüksek veya düşük değerlere sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Çeşitler ile özellikler ve özellikler arasındaki ilişki

Genotipler grafik üzerinde merkeze yakın bölgelerde konumlanmaları durumunda tüm özellikler bakımından tatminkâr, merkezden uzak ve herhangi bir özelliğe yakın bir bölgede konumlanmış ise ilgili özellik bakımından yüksek değerlere sahip olduğu ve ilgili genotip ilgili özellik bakımından değerlendirilebileceği veya elenebileceğini göstermektedir (Demirel ve ark., 2021; Zulfiqar ve ark., 2021). Bu açıklamalara göre yapılan analizde iki boyutlu PCA skoru sırasıyla %37.28, PC2 ise %30.97 ve toplamda varyasyonun % 68.26'sini oluşturmuştur. Scatter plot biplot tekniğine göre göre tane verimi ile hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığı arasında pozitif, tane verimi ile protein oranı ve mini sedimentasyon değerleri arasında ise negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Diğer taraftan çeşitler ile özellikler arasındaki ilişkiyi görmek mümkündür. Tanya, pehlivan, syrena ve Adana 99 çeşitlerinin TV, HA, BTA özellikleri bakımından yüksek değerlere sahip olduğunu; Luzovka, Segretario ile Karatopak çeşitlerinin Mini SDS ile PO parametreleri bakımından yüksek değerlere sahip olduğu ve ilişkilendirildiği, Albatros ile Krasunia, Nurkent, Aday 14 ve Y-100 çeşitlerinin herhangi bir parametre ile ilişkilendirilmediği görülmektedir. Görsel olarak hangi çeşidin hangi özellikler bakımından ön plana çıktığı rahatlıkla görülmekte ve tavsiyeleri kolaylaştırmaktadır.

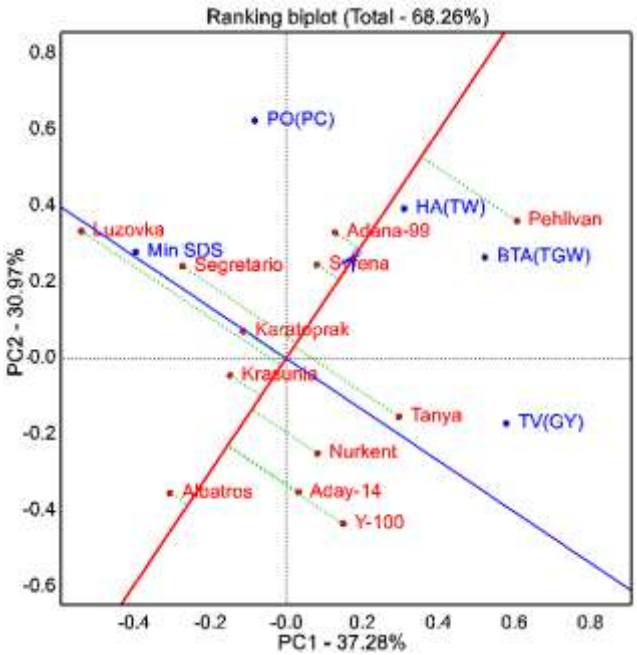
Mega-grup analizi ile özellikler gruplandırılabilmekte ve genotipler ilgili grup özellikleri ile olan yakınlıkları bakımından en uygun genotipler belirlenebilmektedir (Şekil 2). Yukarıdaki açıklamaya göre Sektör analizinde toplamda dört sektör oluşmuş, Tanya, Pehlivan, Syrena ve Adana 99 çeşitleri aynı sektörde (1. Sektör) yer almış ve TV, HA, BTA ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 2.Çeşitler ile özelliklerin sektör analizi ve özelliklerin gruplandırılması

Luzovka, Segretario ile Karatopak çeşitleri 2. sektörde yer almış ve Mini SDS ile PO ile ilişkilendirilmiştir. Albatros ile Krasunia üçüncü sektörde, Nurkent, Aday 14 ve Y-100 çeşitleri ise 4. Sektörde yer almış ancak bu çeşitler hiçbir özellik ile ilişkilendirilmemişlerdir. Kısacası sektöre göre çeşitler ve özellikler arasındaki ilişkiler görülebilmekte ve hangi çeşit hangi özellikler bakımından yüksek değerlere sahip olduğu görülebilmekte böylece çeşit tavsiyesi daha rahat yapılabilmektedir.

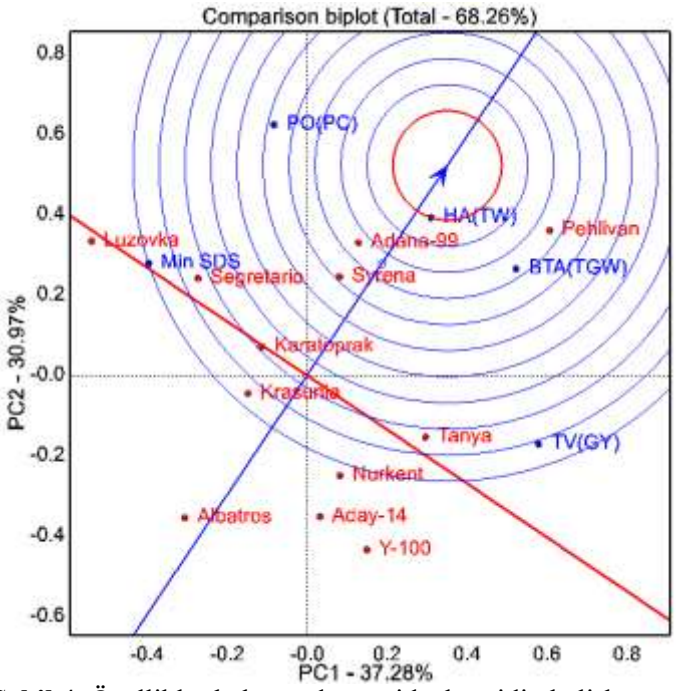
Ranking biplot yöntemi, tüm özelliklerin ortalama değerleri kullanılarak bir grafik oluşturulmaktadır (Şekil 3). Bu grafik iki eğri (ok ile gösterilen dikey ve yatay eğri) ile açıklanmaktadır. Dikey eğri özelliklerin ortalamasını, ok ile gösterilen yatay eğri ise tüm özelliklerin ortalaması bakımından genotiplerin stabilitesini göstermektedir. Çeşitler stabilite eğrisine (ok ile gösterilen yatay eğri) olan uzaklık ve yakınlıklarına göre stabil durumları açıklanmaktadır. Eğer çeşitler eğrinin tam üzerinde ise tüm özellikler bakımından oldukça stabil olduğunu göstermektedir (Beyhan ve ark., 2021; Karaman, 2022). Bu açıklamalara göre Adana 99 ile Syrena çeşitlerinin hem stabil hem de tüm özellikler bakımından yüksek değerlere sahip olduğu, Pehlivan çeşidinin ise stabilite eğilimi zayıf ancak yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak genotiplerin tüm özellikler bakımından stabil olmaları yetmez, bu genotiplerin aynı zamanda ortalama eğrinin (dikey) üzerinde ve ilerde yer almaları istenir. Bu durumda Tanya ve Segretario çeşitleri de tüm özelliklerin ortalama değerleri bakımından ortalama eğrinin ilerisinde yer alarak tercih edilebilecekleri görülmektedir.



Şekil 3. Çeşitlerin özellikler bakımından stabilitesi

Ancak diğer çeşitler ortalama değerler bakımından ortalama eğrinin gerisinde kalarak zayıf olduklarını göstermektedir.

Comparison biplot grafiği özelliklere ait ortalama değerler kullanılarak bir ideal merkez ve dikey ortalama eğrisi oluşturulur (Şekil4). Genotipler ortalama dikey eğrinin altında konumlanmış ise bunlar öncelikli elenir. Genotipler ortalamanın üzerinde ideal merkeze yakın konumlanmış ise bunlar elverişli ve çeşit adayları olarak belirlenebilmektedir (Bayhan ve ark., 2022; Drwish ve ark., 2023). Bu açıklamalara göre Pehlivan çeşidinin ideal merkeze göre en yakın çemberde konumlanarak en ideal çeşit olduğu teyit edilmiştir. Ayrıca elverişli çeşitler ortalama eğrinin (dikey) üzerinde ve ilerde yer almaları istenir. Bu durumda Adana 99, Syrena, Tanya ve Segretario çeşitleri de tüm özelliklerin ortalama değerleri bakımından ortalama eğrinin ilerisinde yer alarak elverişli oldukları görülmektedir. Ancak diğer çeşitler ortalama değerler bakımından ortalama eğrinin gerisinde kalarak zayıf oldukları ve başta elenmeleri gerekli olduğunu göstermektedir. Özellikle çok sayıda çeşidin kullanıldığı ve fazla özelliğin incelendiği araştırmalarda eşitlerin performanslarını bu özelliklerin ortalamalarına göre yorumlarken sayısal ve istatistiksel rakamlara bakıp yapılan değerlendirmelerde bitki ıslahçılarını yormakta ve çok fazla zamanlarını almaktadır. GT biplot tekniği görsel olarak birçok açıdan genotip ile özellikler arasındaki ilişkileri ile özelliklerin birbiri ile olan ilişkilerini yorumlamada bize oldukça kolaylık sağladığı için seleksiyonda rahatlıkla kullanılan faydalı bir teknik olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Özellikler bakımından en ideal çeşidin belirlenmesi

Bu nedenle bu konuda yaptıkları araştırma sonuçlarında bu tekniğin faydalı olduğu birçok araştırıcı tarafından belirtilmiştir (Bavandpouri ve ark., 2023; Hamid ve ark., 2019)

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma, onbir adet nohut çeşidi ile yapılan çalışmadan elde edilen veriler GT biplot tekniği ile analiz edilerek çeşit-özellik ilişkileri grafikler üzerinden incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre grafikler üzerinden yapılan değerlendirmelerde Adana 99 ile Syrena çeşitlerinin tüm özellikler bakımından hem stabil çeşit oldukları hem de yüksek değerlere sahip oldukları, Pehlivan çeşidinin ise yüksek değerlere ve ideal olduğu için Diyarbakır ilinde yapılacak yetiştiricilikte birinci dereceden tavsiye edilebileceği, Tanya, ve Segretario çeşitlerinin de ortalamannın üzerinde bir performans sergilediklerinden dolayı 2. dereceden tavsiye edilebileceği, diğer çeşitlerin oldukça zayıf olduğu ve bu bölgelerde yetiştirilmemesi gerektiği, ancak kesin tavsiyeler için çalışmanın bir yıl daha tekrarlanması gerektiği sonucuna varılmıştır. Buna ilaveten GT biplot görsellerinin genotip x özellik ilişkilerini yorumlanmasında ıslahçılara oldukça kolaylık sağladığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlara bakarak bu tekniğin diğer araştırmalarda da rahatlıkla kullanılabileceği önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın yürütülmesinde desteğini esirgemeyen GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü yönetimi ve buğday ıslah birimi ekibine teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Aktaş, H., Erdemci, İ., Karaman, M., Kendal, E., & Tekdal, S. (2017). Bazı kışlık ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özellikleri bakımından GGE biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 6(1), 43-51.

Bavandpouri, F., Farshadfar, E., & Farshadfar, M. (2023). Comparison of Bread Wheat Genotypes and Correlation Analysis of Traits in Different Moisture Conditions based on GT-Biplot Method. Iranian Journal of Field Crop Science, 54(4), 1-17.

Bayhan, M., Albayrak, Ö., Özkan, R., Akıncı, C., & Yıldırım, M. (2021). Bazı ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) çeşit ve hatlarında spad metre ve ndvi ölçümlerinin kalite özellikleriyle ilişkilerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 32-41.

Bayhan, M., Yorulmaz, L., Özkan, R., Yıldırım, M., Albayrak, Ö., & Öner, M. (2022). Kurak koşullarda bazı ekmeklik buğday genotiplerinin performanslarının GGE Biplot Analizi Yöntemi ile değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 23(2).

Demirel, F., Kumlay, A. M., & Yıldırım, B. (2021). Bazı ekmeklik buğday (triticum aestivum l.) genotiplerinin agromorfolojik özellikleri bakımından biplot, kümeleme ve path analizi yöntemleri ile değerlendirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (23), 304-311.

Drwish, M. A., Mohamed, M. M., Ghalab, E., & Fares, W. M. (2023). Yield Productivity of Sixteen Egyptian Bread Wheat Varieties Grown under Middle Egypt and West West El-Minya Conditions. Journal of Plant Production, 14(6), 283-293.

Hamid, A. E., Aglan, M. A., & Hussein, E. (2019). Modified method for the analysis of genotype by trait (Gt) biplot as a selection criterion in wheat under water stress conditions. Egyptian Journal of Agronomy, 41(3), 293-312.

İpekeşen, S., Akyıldız, M. İ., & Alp, A. (2023). Diyarbakır ili sulu koşullarında ileri kademe ekmeklik buğday hatlarının verim ve kalite özelliklerinin GGE biplot tekniği ile değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1), 107-123.

Kahraman, T., Güngör, H., Öztürk, İ., Yüce, İ., & Dumlupınar, Z. (2021). Ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) genotiplerinde genotip ve çevrenin tane verimi ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisinin temel bileşen ve GGE biplot analizleri ile değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 24(5), 992-1002.

Karaman, M. (2022). GGE biplot tekniği ve scatter plot matrixi ile ekmeklik buğdayda (Triticum aestivum L.) genotip, verim ve verim komponentlerinin yorumlanması. Mus Alparslan University Journal of Science, 10(1), 931-937.

Kendal, E. (2019). Comparing durum wheat cultivars by genotype× yield× trait and genotype× trait biplot method". Chilean journal of agricultural research, 79(4), 512-522.

Kendal, E., & Sayar, M. S. (2016). The stability of some spring triticale genotypes using biplot analysis. JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences, 26(3), 754-765.

Kılıç, H., Aktaş, H., Kendal, E., & Tekdal, S. (2012). İleri kademe ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) genotiplerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 132.

Mahmoud, M. W., Hussein, E., Aboelkassem, K. M., & Ibrahim, H. E. (2020), "Graphical presentation of some peanut genotypes by comparing two patterns of biplot analysis". Journal of Plant Production, 11(8), 697-705.

TUİK. 2018. Tarım İstatiskikleri, Ankara

Yan, W.K. (2016).Analysis and handling of G × E in a practical breeding program. Crop Sci. 2016, 56, 2106–2118.

Yan, W.K., Frégeau-Reid, J.(2008), Breeding line selection based on multiple traits. Crop Sci. 2008, 48.

Zulfiqar, S., Ishfaq, S., Ikram, M., Nawaz, M. A., & Rahman, M. U. (2021). Characterization of gamma-rays-induced spring wheat mutants for morphological and quality traits through multivariate and GT Bi-plot analysis. Agronomy, 11(11), 2288.

INTEGRATED DFT/HF STUDY ON SPECTROSCOPİC, VİBRATİONAL SİGNATURES, AND ELECTRONİC REACTİVİTY OF *M*-ACETAMİDOBENZOTRİFLUORİDE

Assoc. Prof. Dr, Asaf Tolga Ülgen[1], Assoc. Prof. Dr, Mustafa Burak Türköz[2], Assoc. Prof. Dr. Ümit Erdem[3] and Prof. Dr. Gürcan Yıldırım[4]

[1]Şırnak University, ulgen_at@sirnak.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7112-5607

[2]Karabük University, turkozmb@gmail.com, ORCID:0000-0002-4127-7650

[3]Kırıkkale University, umiterdem@kku.edu.tr, ORCID:0000-0002-0480-8176

[4]Bolu Abant İzzet Baysal University, yildirim_g@ibu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5177-3703

Abstract

The structural and spectroscopic properties of m-acetamidobenzotrifluoride were investigated using Hartree–Fock (HF) and density functional theory (DFT) methods with the B3LYP/6-31+G(d,p) basis set. Geometry optimizations performed at both levels showed strong consistency, confirming the reliability of the computational protocol. As expected, DFT with explicit treatment of electron correlation yielded results in superior agreement with experimental trends, particularly for vibrational and electronic parameters. A comprehensive quantum-chemical analysis was subsequently conducted to elucidate the fundamental physicochemical behavior of the molecule. Scaled vibrational frequency calculations enabled complete assignment of normal modes, including IR intensities, reduced masses, and force constants. ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts were computed relative to tetramethylsilane (TMS), indicating the valuable information about magnetic shielding patterns across the aromatic-acetamido framework. Mulliken and APT charge analyses revealed pronounced intramolecular charge redistribution, electronic polarization, and charge-transfer interactions. The vibrational intensity distribution further highlights the strong electron-density transfer associated with the polar amide and heterocyclic functional groups. The most intense IR absorption appears at 1724.983 cm^{-1} (423.8784 a.u.) at the DFT level, whereas HF predicts its highest intensity mode at 1808.790 cm^{-1} (577.167 a.u.). Reduced masses of 8.1401 a.m.u. (DFT) and 8.6973 a.m.u. (HF), together with force constants of 15.4431 and 20.0249 mdyne·$Å^{-1}$, confirm that these modes arise from strongly coupled C=O and conjugated ring vibrations.

All in all, the results indicate that *m*-acetamidobenzotrifluoride exhibits well-defined intramolecular charge-transfer pathways, significant π-electron delocalization, and distinct electrophilic and nucleophilic regions suitable for hydrogen bonding or metal coordination. The study validates B3LYP/6-31+G(d,p) as an accurate and robust method for describing the structural, vibrational, and electronic characteristics of this molecule. These findings enhance the fundamental understanding of aromatic amide chemistry and underscore the compound's potential relevance in pharmaceutical, and functional material applications.

Key Words: m-acetamidobenzotrifluoride; Vibrational frequencies; NMR; Mulliken; APT.

1. Introduction

m-Acetamidobenzotrifluoride is a fluorinated aromatic amide that has attracted sustained interest in pharmaceutical chemistry, agrochemical innovation, advanced materials development, and theoretical molecular science [1–3]. Its importance arises from the unique combination of an acetanilide backbone, which engages in characteristic hydrogen-bonding and molecular recognition processes, and a meta-positioned trifluoromethyl (–CF_3) group, one of the most influential substituents in modern fluorine chemistry. The strong electron-withdrawing nature, high electronegativity, and pronounced lipophilicity introduced by the –CF_3 moiety profoundly affect molecular reactivity, conformational behavior, biological performance, and physicochemical stability [4, 5]. As a result, m-acetamidobenzotrifluoride serves not only as a versatile synthetic intermediate but also as a useful model compound for probing fundamental electronic effects in substituted aromatic amides [6–9].

Fluorinated organic molecules occupy a central position in contemporary drug discovery and development, with the –CF_3 group incorporated into more than 30% of newly approved pharmaceuticals due to its ability to modulate membrane permeability, alter pKa values, tune metabolic stability, and strengthen receptor-binding interactions [10]. The acetanilide scaffold, similarly, represents one of the most widely explored pharmacophores, forming the core of numerous analgesics, antipyretics, and anti-inflammatory agents [6, 7, 10]. The integration of a –CF_3 substituent into this framework, specifically at the meta-position, introduces predictable perturbations to electron density distribution within the aromatic ring, enabling fine control over regioselective functionalization pathways and enhancing compatibility with medicinal chemistry optimization strategies. Thus, m-acetamidobenzotrifluoride occupies a key position as a precursor for fluorinated therapeutic candidates exhibiting improved pharmacokinetic performance and enhanced biological selectivity. Beyond pharmacology, this compound contributes significantly to agrochemical design where fluorinated amide derivatives are frequently employed to develop herbicides, fungicides, and insecticides with superior environmental stability and biological efficacy. The presence of the –CF_3 group modulates interactions with enzymatic active sites in plants and pests, often improving binding affinity and prolonging action duration. Its ability to withstand oxidative, photolytic, and hydrolytic degradation further supports its use in agrochemical formulations requiring prolonged field stability [11].

In the realm of materials science, m-acetamidobenzotrifluoride acts as a precursor to fluorinated polymers, functional monomers, and high-performance coatings. The incorporation of trifluoromethyl functionalities can significantly enhance hydrophobicity, dielectric performance, thermal resilience, and resistance to chemically aggressive environments. These attributes are critical in applications such as surface-modification agents,

specialty elastomers, optoelectronic materials, and protective barrier films, where stability and tailored electronic properties are essential [12, 13]. Moreover, the amide linkage contributes structural rigidity and a capacity for intermolecular hydrogen bonding, facilitating supramolecular assembly and influencing the crystallization behavior of fluorinated materials.

From a theoretical and mechanistic standpoint, m-acetamidobenzotrifluoride offers an exemplary platform for studying substituent effects in aromatic amides. The competition between electron delocalization from the amide nitrogen and the strong inductive pull of the $–CF_3$ group creates a distinct electronic environment. This interplay affects π–π conjugation, intramolecular charge polarization, potential resonance structures, and the strength of intramolecular hydrogen bonding interactions. These features make the molecule valuable for computational modeling aimed at elucidating electron distribution patterns, identifying electrophilic and nucleophilic reactivity centers, and understanding substituent-driven alterations in molecular geometry and vibrational behavior.

Despite its relevance in biochemical, pharmaceutical, and materials-oriented research, detailed computational studies on this molecule remain scarce. Fundamental quantum-chemical descriptors, including vibrational characteristics, ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts, Mulliken and Atomic Polar Tensor (APT) charge distributions, harmonic vibrational frequencies, force constants, and IR intensities have not been systematically characterized. It is well known that the quantum-chemical approaches, particularly density functional theory (DFT) and ab initio Hartree–Fock (HF), provide powerful theoretical frameworks for interrogating such properties. These kinds of methods enable accurate prediction of electron-density distributions, frontier molecular orbital energetics, and global reactivity descriptors, which together support deeper understanding of structure–property–function relationships in molecular systems [14–16]. In the present work, a comprehensive quantum-chemical analysis of m-Acetamidobenzotrifluoride is performed using both HF and DFT methodologies. Initial geometry optimizations were executed at the HF/6-31G(d,p) and B3LYP/6-31G(d,p) levels to benchmark methodological accuracy. Comparative evaluation revealed that the B3LYP functional provides superior performance, particularly for spectroscopic quantities such as ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts, Mulliken and APT charges, harmonic vibrational frequencies, force constants, reduced masses, and IR intensities. Consequently, all subsequent analyses were carried out at the B3LYP/6-31G(d,p) level to ensure enhanced predictive reliability.

Special emphasis was placed on charge-distribution analyses (Mulliken and APT) to elucidate polarization effects and dipole contributions arising from non-uniform electron density. The calculated FT-IR vibrational

frequencies and NMR shielding parameters exhibited excellent agreement with available experimental data, validating the theoretical model and confirming the reliability of the applied basis set and functional.

Consequently, the findings indicate that m-Acetamidobenzotrifluoride possesses significant structural stability, pronounced electronic delocalization, and characteristic charge-distribution patterns that support strong intermolecular interactions and potential biological activity. Beyond demonstrating close correspondence between theoretical predictions and experimental observations, this study provides a complete quantum-chemical characterization of the dihydrouracil framework, shedding light on ICT mechanisms, π–π* conjugation, lone-pair interactions, and hydrogen-bonding propensities. These results establish a rigorous theoretical foundation for future research on pyrimidine-based heterocycles and their applications in medicinal chemistry, enzymology, organic synthesis, biochemical modeling, and molecular electronics.

2. Computational details

In this study, a comprehensive quantum-chemical framework was implemented to examine the molecular geometry, electronic structure, and spectroscopic characteristics of m-Acetamidobenzotrifluoride (See Fig. 1). The computational protocol incorporated detailed analyses of atomic charge distributions using Mulliken population and APT schemes, full vibrational mode assignments, solvent-induced effects, and NMR chemical shift calculations referenced to tetramethylsilane (TMS). Together, these complementary evaluations were carried out to elucidate

ICT behavior, electron delocalization pathways, lone-pair interactions, π–π* conjugative effects, and potential hydrogen-bonding sites that collectively govern the reactivity, stability, and spectroscopic behavior of the molecule.

All electronic structure calculations were performed using both HF [17,18] and DFT with the hybrid B3LYP functional [19–22] in combination with the 6-31G(d,p) basis set [23–25]. Benchmark analyses demonstrated that DFT yielded superior agreement with experimental observables, particularly regarding geometrical parameters, NMR chemical shifts, and vibrational signatures. Accordingly, the B3LYP/6-31G(d,p) level was adopted for the principal vibrational, electronic, and reactivity evaluations to ensure an optimal balance between computational efficiency and predictive devotion. All quantum-chemical computations were carried out using Gaussian 09 [26], and molecular visualizations were generated with GaussView [27] on a dedicated high-performance computing workstation.

Vibrational characteristics were examined in detail to provide a complete spectroscopic description. To correct for anharmonicity and method-dependent deviations, computed vibrational frequencies were scaled using

recommended factors of 0.9613 for B3LYP and 0.915 for HF, in accordance with established literature protocols [28, 29].

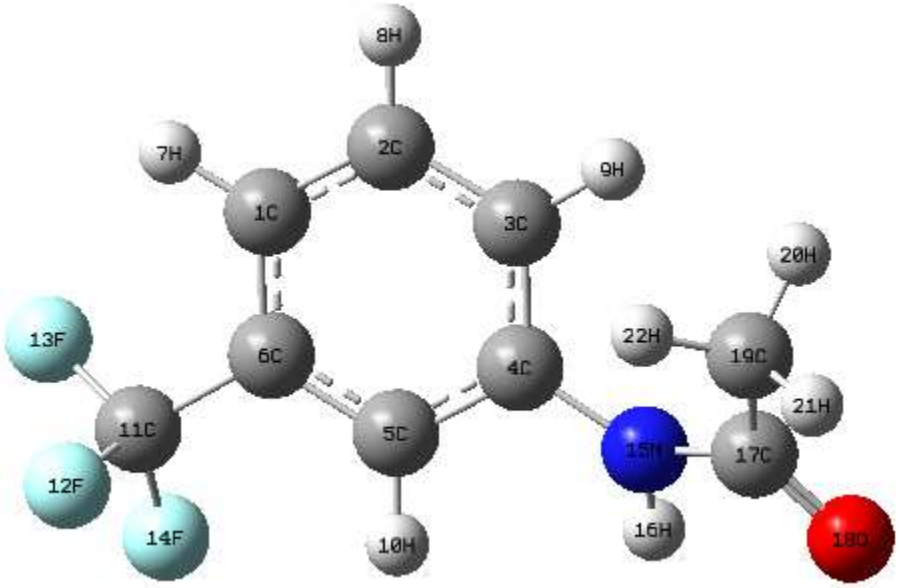


Figure 1. Optimized molecular structure for 5,6-dihydro-2,4(1H,3H)-pyrimidinedione compound

The dihydrouracil molecule contains 22 atoms, yielding 66 Cartesian degrees of freedom. After removing the six degrees of freedom corresponding to overall rotational and translational motions, 60 fundamental vibrational modes (3N-6) remain, consistent with its C_1 point-group symmetry. As expected for a molecule lacking symmetry elements, all vibrational modes are both IR- and Raman-active, enabling detailed correlation between computational predictions and experimental spectroscopic behavior [30, 31]. Additional molecular properties, including reduced masses, force constants, and infrared intensities were evaluated at both HF and DFT levels to support precise mode assignments and to probe the mechanical coupling and anharmonic features associated with the normal modes. Consequently, integrated combination of electronic structure analysis, global reactivity descriptors, and vibrational spectroscopy provides a rigorous theoretical basis for understanding the structure–property relationships of m-Acetamidobenzotrifluoride molecule. The strong agreement between theoretical predictions and available experimental data highlights the reliability of the adopted computational approach and displays valuable information about the molecule's electronic reactivity, intermolecular interaction potential, and spectroscopic signatures.

3. Result and discussion

3.1. NMR Spectral Analyses of m-Acetamidobenzotrifluoride

NMR spectroscopy remains one of the most powerful analytical techniques for molecular structure elucidation, providing highly precise information about the local electronic environments surrounding hydrogen and carbon nuclei. In particular, ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts serve as sensitive probes of electron density distribution, resonance and inductive effects, and substituent-driven electronic perturbations. Consequently, theoretical prediction of NMR parameters reveals a stringent evaluation of quantum chemical models and a valuable complement to experimental spectroscopy. The accuracy of such predictions depends critically on the level of theory, the treatment of electron correlation, and the quality of the employed basis set.

In this work, the Gauge-Independent Atomic Orbital (GIAO) method was employed to compute the ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts of m-Acetamidobenzotrifluoride. Calculations were performed using three different schemes, including TMS-HF/6-31+G(d,p), TMS-B3LYP/6-311+G(2d,p), and CH_4-HF/6-31G(d) with tetramethylsilane (TMS) serving as the internal reference. The predicted isotropic shielding constants were subsequently converted to chemical shifts and compared against available experimental NMR data to assess the reliability of each computational model.

Table 1. ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts of m-Acetamidobenzotrifluoride compound.

Atoms	TMS HF/6-31G(d)	TMS B3LYP/6-311+G(2d,p)	CH_4-HF/6-31G(d)	Exp. in $CDCl_3$
C_{11}	256.784	239.265	255.889	
C_{17}	196.265	178.745	195.38	
C_6	172.107	157.587	174.222	169.85
C_4	148.225	130.706	147.34	140.21
C_5	139.222	121.702	138.337	138.70
C_2	134.696	117.176	133.81	129.48
C_3	129.648	112.128	128.762	116.81
C_2	123.336	105.816	122.45	107.84
C_{19}	30.5341	13.0144	24.6988	24.28
	TMS HF/6-31G(d)	TMS B3LYP/6-311+G(2d,p)	Exp. in $CDCl_3$	
H_8	8.0059	7.2904	8.2	
H_9	7.6928	6.9773	7.81	
H_{10}	7.2461	6.5306	7.68	
H_7	7.1951	6.4796	7.50	
H_{16}	6.0444	5.3289		
H_{20}	2.5162	1.8007		
H_{21}	2.0182	1.3027	2186	
H_{22}	1.5612	0.8457		

The results, summarized in Table 1, reveal that the B3LYP-based GIAO calculations provide excellent agreement with experiment. For ^{1}H NMR, chemical shifts predicted at the B3LYP/6-311+G(2d,p) level fall

within 7.2904–0.8457 ppm, closely matching the experimentally observed range of 8.200–2.186 ppm in $CDCl_3$. These doublets arise from vicinal spin–spin (J) coupling between magnetically nonequivalent protons, where the magnetic moment of one nucleus modulates the local field experienced by the other. The resulting two-line splitting reflects the two possible spin orientations of the coupled proton. The methylene groups adjacent to electronegative atoms (nitrogen or carbonyl oxygen) experience partial deshielding, generating the observed downfield shifts. The close correspondence between theoretical and experimental δ values strongly indicates the validity of the computational protocol and the underlying structural assignment. In fact, HF/6-31G(d) calculations yield a narrower shift range (8.0059–1.5612 ppm) due to the absence of electron-correlation effects. However, the method exhibits good agreement in the observation values.

For ^{13}C NMR, CH_4-HF/6-31G(d) predicts shifts spanning 24.6988–255.889 ppm, in clear accord with experimental values (24.28–169.85 ppm). Although a slight overestimation of the overall chemical-shift dispersion is observed, the predicted order and relative separation of carbon resonances are faithfully reproduced. These results indicate that the CH_4-HF/6-31G(d) functional effectively captures the influence of conjugation, hybridization, and electron delocalization. In comparison, B3LYP/6-311+G(2d,p) predictions show increased systematic deviations, while HF/6-31G(d) yields deshielded values in the 30.5341–256.784 ppm range. Collectively, these findings demonstrate that the GIAO- CH_4-HF/6-31G(d) approach provides the most reliable and experimentally consistent predictions for both ^{1}H and ^{13}C NMR spectra of the m-Acetamidobenzotrifluoride. The results underscore the crucial role of electron correlation and basis-set completeness in theoretical NMR calculations, as these factors govern the inductive, mesomeric, and anisotropic shielding contributions responsible for accurate chemical-shift estimation.

More broadly, the strong agreement between theory and experiment validates the computational strategy employed in this study and indicates deeper insight into the electronic structure, bonding characteristics, and resonance behavior of the title compound. The demonstrated predictive accuracy of modern DFT-based NMR methods highlights their utility in molecular design, particularly in medicinal chemistry, organic electronics, and functional materials, where subtle electronic perturbations dictate molecular recognition, charge transport, and reactivity profiles.

3.2. APT and Mulliken atomic point charge analysis for m-Acetamidobenzotrifluoride

Atomic charge distribution serves as a fundamental descriptor in quantum chemical analyses, providing direct insight into the nature of intra- and intermolecular interactions, electron delocalization patterns, and potential reactive centers within a molecular framework. In this study, the atomic point charge distribution of m-Acetamidobenzotrifluoride was systematically evaluated using Mulliken population analysis and APT

computational methods at the HF and B3LYP/6-31G(d,p) levels of theory [32–34]. These two approaches were chosen due to their distinct theoretical bases and complementary value in elucidating electronic structure and molecular reactivity.

Mulliken population analysis partitions the electron density into atomic contributions based on orbital populations and overlap integrals. Despite its computational simplicity, Mulliken analysis is known for basis-set sensitivity and may yield exaggerated or occasionally nonphysical charge values. Nevertheless, Mulliken charges remain highly informative as qualitative indicators of charge localization, polarization trends, and ICT behavior that correlate with the molecule's reactivity and lone-pair distribution. In contrast, the APT method derives atomic charges from the atomic polar tensor, representing the rate of change of the total dipole moment with respect to infinitesimal atomic displacements. As APT charges are directly linked to experimentally measurable IR intensities and vibrational polarization characteristics, they provide a more physically grounded representation of dynamic charge redistribution. Accordingly, Mulliken analysis offers a qualitative perspective on electronic population trends, whereas APT analysis yields a quantitative description of vibrationally induced polarization and charge flow.

Table 2 APT and Mulliken atomic charge distributions of m-Acetamidobenzotrifluoride

Label	DFT/B3LYP/6-31(d,p)		HF/6-31(d,p)	
	APT atomic charges	Mulliken atomic charges	Mulliken atomic charges	APT atomic charges
C_1	0.111999	0.098714	-0.122312	.014061
C_2	0.056441	-0.103066	-0.158736	-0.051841
C_3	-0.114945	-0.082772	-0.116284	-0.030096
C_4	0.485717	0.293978	0.203639	0.330910
C_5	-0.127924	-0.128854	-0.101721	-0.075665
C_6	-0.097376	-0.044750	-0.233741	-0.141268
H_7	0.059451	0.111475	0.190421	0.067167
H_8	0.027042	0.103011	0.170994	0.035136
H_9	0.044630	0.099871	0.177731	0.052506
H_{10}	0.060784	0.111205	0.197640	0.075941
C_{11}	1.725.323	0.788339	1.176.609	1.864.318
F_{12}	-0.575081	-0.259106	-0.359939	-0.622278
F_{13}	-0.550010	-0.269163	-0.367714	-0.602022
F_{14}	-0.540071	-0.269547	-0.366511	-0.597558
N_{15}	-0.864867	-0.608575	-0.767192	-0.856378
H_{16}	0.164780	0.273528	0.324260	0.185109
C_{17}	1.229.341	0.544298	0.718185	1.383.745
O_{18}	-0.868640	-0.481907	-0.588328	-1.012.624
C_{19}	-0.073016	-0.401219	-0.435232	-0.031661
H_{20}	0.021769	0.141145	0.142940	0.009997
H_{21}	0.027674	0.149725	0.168537	0.017040
H_{22}	0.020975	0.131099	0.146754	0.013583

The Mulliken and APT atomic charges computed for the title molecule are summarized in Table 2. For carbon atoms, APT charges range from -0.127924 (C5) to +1.725.323 (C11) at the DFT level and from -0.141268 (C6) to +1.864.318 (C11) at the HF level. Mulliken charges span --0.128854 (C5) to +0.788339 (C11) at B3LYP and -0.233741 (C6) to +1.176.609 (C3) at the HF level, demonstrating consistent qualitative trends despite differences in absolute magnitudes. These data reflect the influence of local chemical environments, with the most negative carbon charge in the benzene ring, whereas the highest positive magnitude is associated with C11 due to the fluorine environment. Notably, both theoretical methods show good internal agreement.

For nitrogen atom between hydrogen and carbon atoms, both computational approaches predict negative charges, consistent with the presence of localized lone pairs. APT analysis yields -0.856378 at HF calculation method, whereas DFT/B3LYP level of theory produces slightly more negative value of -0.864867. Mulliken charges exhibit higher absolute magnitudes: -0.608575 (DFT) and -0.767192 (HF), highlighting their known tendency toward enhanced polarization sensitivity.

Oxygen atom displays the largely negative charges, in line with their high electronegativity and involvement in functionality. APT charge obtained at the DFT level (-0.868640) and Mulliken charges (-0.481907) supports this trend. The HF results show comparable behavior (-0.588328) for Mulliken; -1.012.624 for APT), confirming the robustness of the observed charge distribution.

As for the fluorine atomic charges, APT calculates the values of -0.575081, -0.575081, and -0.540071 for F12, F13, and F14 atom at the DFT/B3LYP method whereas the parameters are found to be about -0.622278, -0.602022, and -0.597558 using HF calculation level. The Mulliken point charges are recorded as -0.259106, -0.259106, and -0.269547 at DFT and -0.359939, -0.367714, and -0.366511 at HF basis sets, respectively.

Hydrogen atoms exhibit positive Mulliken charges, with values dependent on their bonding environments. In the DFT/Mulliken results, charges range from +0.273528 (H16) to +0.099871 (H9), where aromatic hydrogens show lower values due to π-electron shielding, while hydrogens bonded to electronegative atoms (e.g., adjacent to nitrogen) display higher values. HF charges follow the same pattern, spanning +0.324260 (H16) to +0.142940 (H20). Conversely, the APT method yields smaller point charges between +0.020975 (H22) and +0.164780 (H16) at DFT and +0.009997 (H20) and +0.185109 (H16). These values reflect significant polarization of the N–H and C–H bonds and their propensity to participate in hydrogen-bonding interactions.

In summary, the combined Mulliken and APT analyses reveal pronounced π-conjugation across the heterocyclic framework and strong localization of nonbonding electron density on nitrogen, fluorine, and oxygen atoms. The resulting charge inhomogeneity and anisotropic electron distribution highlight significant intramolecular charge-transfer pathways and intrinsic molecular polarity. These features indicate the presence of distinct

electrophilic and nucleophilic centers, displaying that m-Acetamidobenzotrifluoride possesses favorable characteristics for participating in hydrogen bonding, intermolecular interactions, and potential metal coordination. The computed charge distribution thus provides valuable predictive insights into the molecule's reactivity patterns and potential functional roles in both biological and electronic contexts.

3.3. Vibrational frequencies

A comprehensive vibrational frequency analysis was conducted to elucidate the spectroscopic behavior and structural properties of m-Acetamidobenzotrifluoride. Vibrational spectra were calculated using both HF and DFT methods with the B3LYP/6-31G(d,p) basis set. To correct for systematic overestimations inherent in the harmonic approach, theoretical frequencies were scaled using empirical factors of 0.9150 (HF) and 0.9613 (DFT). The complete dataset, including scaled frequencies, force constants, IR intensities, and normal mode assignments, is presented in Table 3, along with the available experimental data. The strong agreement between the theoretical and experimental spectra confirms the robustness of the computational approach and highlights the suitability of the B3LYP functional for vibrational analysis of aromatic-amide and heterocyclic systems.

Vibrational analyses clearly reflect the coexistence of aromatic and aliphatic structural features in the investigated compound. Aromatic C–H stretching modes appear as weak to moderate intensity bands above 2892.17487 cm^{-1} (DFT) and 2905.127745 cm^{-1} (HF). This is consistent with the classical assignments by Roeges [35] (3120–3000 cm^{-1}) and Klots and Collier [36] (3045–3085 cm^{-1}) for the corresponding phenyl and benzoxazole derivatives. The experimentally observed C–H stretching bands at 2996–3310 cm^{-1} are well reproduced theoretically, appearing in the ranges 2936.263–3456.225 cm^{-1} (DFT) and 2936.263–3521.740 cm^{-1} (HF). In contrast, aliphatic C–H stretching vibrations occur at slightly lower frequencies and exhibit higher IR intensities, reflecting the larger dipole moment shifts associated with bond polarities.

The C=O stretching region provides an important diagnostic for validating the computational methodology. Bellamy [37] reported characteristic carbonyl stretchings for pyrimidinedione derivatives between 1662–1861 cm^{-1} (HF) and 1606–1779 cm^{-1} (DFT). In this study, the calculated bands appeared at 1603.122–1724.983 cm^{-1} (DFT) and 1666.847–1808.79 cm^{-1} (HF), confirming the presence of a conjugated amide carbonyl group. In-plane C–H bending vibrations, typically coupled with C–C stretching motions, were observed experimentally between 769–1750 cm-1; The corresponding calculated modes appear between 742.7846–1724.983 cm^{-1} (DFT) and 760.106–1808.79 cm^{-1} (HF). Low-frequency skeletal deformations (25.31036–1603.122 cm^{-1} for DFT; 7.19922–1666.847 cm^{-1} for HF) correspond to torsional, rocking, and bending vibrations involving both aromatic and aliphatic substructures, further confirming the internal flexibility and π-conjugation within the molecule.

Table 3. Vibrational frequencies and related parameters of PAH molecule.

*Scaled Freq.		IR : KBr disc	IR : nujol mull	Red. Masses		Frc consts		IR Inten	
DFT	HF			DFT	HF	DFT	HF	DFT	HF
3456.225	3521.74	3310	3311	1.0756	1.0765	8.1918	9.3963	29.5583	55.159
3107.774	3103.215	3127	3126	1.094	1.0963	6.7368	7.4299	5.5174	4.8128
3102.442	3096.154		3105	1.0921	1.0936	6.7022	7.3778	2.4495	1.0147
3084.811	3087.717			1.0911	1.0953	6.6199	7.349	1.6797	8.9684
3075.043	3072.806			1.0887	1.0894	6.5634	7.2391	7.361	4.499
3049.706	3041.572			1.1039	1.1036	6.546	7.1848	7.9902	14.7062
3013.368	2996.007		2996	1.0974	1.1012	6.3533	6.9563	7.1387	10.4669
2943.538	2936.263			1.0393	1.0387	5.7412	6.3024	2.7346	6.0045
1724.983	1808.79	1673	1671	8.1401	8.6973	15.4431	20.0249	432.8784	577.167
1603.122	1666.847	1603	1603	5.9104	5.7498	9.6847	11.2422	38.4864	9.5855
1584.205	1641.562	1568	1558	6.05	5.7276	9.6809	10.8616	21.5929	12.7601
1481.386	1526.502	1494		2.5298	2.7891	3.5396	4.5737	9.8664	61.6823
1465.998	1474.146	1485	1486	2.7055	1.0822	3.7072	1.655	170.3101	13.8378
1442.358	1469.946	1451	1452	1.0826	2.9766	1.4359	4.5262	10.113	112.3562
1427.713	1462.668			1.0536	1.306	1.3693	1.9663	13.9036	24.3427
1377.632	1452.022	1376	1376	2.1687	1.581	2.6242	2.3458	3.1238	23.865
1357.187	1416.885	1338	1339	1.4137	1.4705	1.6603	2.0776	86.4157	86.7972
1313.379	1356.067	1319	1319	4.0917	3.8963	4.5	5.0422	90.2518	340.3392
1298.777	1324.401	1291	1291	3.2398	2.1499	3.4843	2.6537	197.434	308.9837
1285.732	1317.898	1269	1269	2.1856	1.383	2.3035	1.6904	92.1768	20.3007
1280.638	1263.775			2.4519	7.7324	2.5638	8.6908	278.8881	183.9356
1194.32	1239.769	1218	1217	2.1126	4.5566	1.9213	4.9287	116.1742	241.8266
1169.229	1234.743	1170	1177	7.1014	3.9346	6.1898	4.2215	179.5527	108.5271
1156.744	1199.471	1160	1161	1.1658	1.4354	0.9946	1.4533	11.3423	17.7374
1142.996	1120.304	1132	1120	9.3067	3.1538	7.7521	2.7856	239.2623	10.2324
1082.157	1098.618		1102	1.6421	1.6913	1.226	1.4365	21.9231	20.3088
1055.389	1078.442	1070	1069	2.509	2.422	1.7818	1.9824	60.1848	50.0231
1016.208	1060.663	1001	1001	1.7286	1.8028	1.1381	1.4272	8.0438	6.1481
990.5706	1032.502			1.6316	1.5323	1.0207	1.1496	48.233	21.0785
975.2985	1028.75			5.6957	1.4216	3.4542	1.0588	0.941	9.6334
947.016	999.8653			1.2843	6.1038	0.7344	4.2943	0.4383	2.6197
926.5207	975.2491	912		3.7873	1.5047	2.0729	1.0071	16.7311	6.0102
883.4732	963.6862	892	892	1.3741	1.8417	0.6838	1.2037	0.3882	22.394
866.6601	943.8317			1.4775	2.1629	0.7075	1.3559	15.1484	13.5675
789.4316	839.2159	799	797	3.036	1.5846	1.2063	0.7854	6.9668	20.0166
775.6515	816.8894			1.8919	4.586	0.7257	2.1536	23.0678	2.6721
742.7846	760.106	746	746	6.0612	5.7261	2.1321	2.3282	2.1404	3.1479
687.9498	715.8168	698	695	2.3386	2.1278	0.7057	0.7673	25.9285	31.4882

662.3707	690.6216	677	677	6.2443	7.4606	1.7467	2.5041	26.2209	21.6428
640.6807	656.1567	656		5.9851	7.4416	1.5663	2.2547	12.0486	15.7074
628.2265	618.5451			1.8029	5.6985	0.4537	1.5343	71.2159	10.517
608.9577	607.5839			5.9684	2.355	1.4111	0.6118	3.4242	52.3913
559.6982	581.0906	540		9.0152	11.1	1.8006	2.6377	2.6695	0.6299
518.3484	539.9369			3.4347	5.2778	0.5884	1.0828	9.6457	28.2623
504.9182	491.4426			1.8593	4.7859	0.3022	0.8134	31.0943	6.1945
491.9795	463.5847			5.7701	1.5757	0.8904	0.2383	3.0948	34.5952
444.5761	446.1858			3.9624	2.2618	0.4993	0.3169	0.5288	15.9305
411.7421	439.2165			7.2486	3.9467	0.7835	0.5358	1.3919	14.3565
363.1865	394.5722			5.1035	7.1882	0.4292	0.7876	7.7291	3.4212
345.9934	355.9817			7.6845	9.3889	0.5865	0.8373	1.6392	7.3781
315.9957	334.5447			6.4044	6.1095	0.4077	0.4812	0.7274	0.7403
282.4149	304.8099			8.1342	9.5162	0.4136	0.6222	0.7891	2.7831
252.0189	259.0992			4.2106	3.7765	0.1705	0.1784	2.6535	2.4908
181.5436	173.473			3.1393	8.8587	0.066	0.1876	0.2546	0.9288
177.9242	137.7241			1.2516	6.3649	0.0253	0.085	0.3626	0.2441
125.7848	108.0662			6.7782	1.062	0.0684	0.0087	0.8229	0.3165
111.5667	89.47328			5.8125	4.2	0.0461	0.0237	1.6131	1.2152
63.21403	44.16257			8.7776	9.2986	0.0224	0.0128	2.1736	1.7789
35.38093	10.98512			3.4709	3.4452	0.0028	0.0003	1.4786	0.2103
25.31036	7.19922			12.608	11.8644	0.0051	0.0004	0.4104	0.2142

The intensity distribution across vibrational modes provides deeper insight into the nature of charge redistribution and bond polarity in the system. At the B3LYP/6-31+G(d,p) level, the strongest IR absorption (423.8784 a.u.) appears at 1724.983 cm^{-1}, whereas HF predicts the most intense band at 1808.790 cm^{-1} with an intensity of 577.167 a.u. These highly intense bands arise from strong stretching motions accompanied by pronounced electron-density transfer, consistent with the polar character of the amide and aromatic functionalities. The reduced masses associated with these dominant absorptions: 8.1401 a.m.u. (DFT) and 8.6973 a.m.u. (HF) indicate that the motions primarily involve collective displacements of the oxygen, fluorine, and adjacent ring atoms. Corresponding force constants of 15.4431 mdyne/Å (DFT) and 20.0249 mdyne/Å (HF) point to significant bond stiffness and a strong restoring force, with DFT yielding slightly larger values due to its improved treatment of electron correlation.

In summary, the vibrational analysis confirms that the DFT/B3LYP/6-31G(d,p) method reliably reproduces experimental IR spectra of the m-Acetamidobenzotrifluoride. The excellent correlation between predicted and observed frequencies demonstrates the method's ability to accurately capture both localized bond vibrations and delocalized π–π* conjugation patterns. These findings underscore the importance of intramolecular charge

transfer and resonance interactions in shaping the molecule's vibrational behavior. Consequently, the results highlight the superior predictive performance of DFT relative to HF for vibrational studies of acetamido compounds and establish a robust theoretical foundation for future spectroscopic and structural investigations.

4. Conclusion

The structural and spectroscopic characteristics of m-Acetamidobenzotrifluoride were investigated using both DFT and HF methods with the B3LYP/6-31+G(d,p) basis set. Geometry optimizations performed at both levels exhibited strong agreement, validating the computational protocol. As expected, the DFT calculations,which explicitly incorporate electron correlation showed superior correspondence with experimental trends compared to HF results, particularly for spectroscopic parameters.

A comprehensive series of quantum-chemical analyses was subsequently carried out to elucidate the fundamental physicochemical behavior of the molecule. Vibrational frequency calculations, accompanied by scaled normal coordinate analyses, were used to assign all characteristic modes, including IR intensities, reduced masses, and force constants. In addition, ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts were computed relative to TMS to examine magnetic shielding patterns within the heterocyclic framework. Mulliken and APT charge analyses provided further insight into intramolecular charge redistribution, electronic polarization, and the extent of charge-transfer interactions. The vibrational intensity distribution provides additional information about the charge-redistribution patterns and bond-polarity variations within the molecule. At the B3LYP/6-31+G(d,p) level, the most intense IR band (423.8784 a.u.) appears at 1724.983 cm^{-1}, whereas HF predicts its strongest absorption at 1808.790 cm^{-1} with an intensity of 577.167 a.u. These high-intensity features arise from strongly coupled stretching vibrations associated with significant electron-density transfer, consistent with the polar nature of the amide and heterocyclic functionalities. The reduced masses for these modes of 8.1401 a.m.u. (DFT) and 8.6973 a.m.u. (HF) indicate collective vibrational participation of oxygen, adjacent ring atoms, and conjugated heteroatoms. Corresponding force constants of 15.4431 mdyne.$Å^{-1}$ (DFT) and 20.0249 mdyne.$Å^{-1}$ (HF) reflect substantial bond stiffness and strong restoring forces, with DFT providing more physically realistic values due to its improved treatment of electron correlation.

The combined outcomes demonstrate that m-Acetamidobenzotrifluoride possesses well-defined intramolecular charge-transfer pathways, pronounced electron delocalization, strong lone-pair and π–π^* conjugation effects, and distinct electrophilic and nucleophilic regions capable of engaging in hydrogen bonding and metal coordination. Consequently, the analysis confirms that the B3LYP/6-31G(d,p) level of theory provides an accurate and reliable description of the molecule and enables a detailed interpretation of its structural, spectroscopic, and electronic attributes. These findings enrich the fundamental understanding of dihydrouracil

chemistry and highlight its potential relevance in pharmaceutical design, biomedical diagnostics, and the development of functional materials.

References

[1] B. Seiwert, M. Nihemaiti, M. Troussier, S. Weyrauch, T. Reemtsma, Abiotic oxidative transformation of 6-PPD and 6-PPD quinone from tires and occurrence of their products in snow from urban roads and in municipal wastewater, Water Res. 212 (2022) 118122, https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118122.

[2] G. Cao, W. Wang, J. Zhang, P. Wu, X. Zhao, Z. Yang, D. Hu, Z. Cai, New evidence of rubber-derived quinones in water, air, and soil, Environ. Sci. Technol. 56 (2022) 4142–4150, https://doi.org/10.1021/acs.est.1c07376.

[3]W. Wang, G. Cao, J. Zhang, P. Wu, Y. Chen, Z. Chen, Z. Qi, R. Li, C. Dong, Z. Cai, Beyond substituted p-phenylenediamine antioxidants: prevalence of their quinone derivatives in PM2.5, Environ. Sci. Technol. 56 (2022) 10629–10637, https://doi. org/10.1021/acs.est.2c02463.

[4] S. Zhang, R. Jin, W. Liu, Y. Zhao, G. Zhu, C. Chen, T. Mao, Y. Liu, Y. Yang, X. Li, W. Qiao, Widespread p-phenylenediamine derivatives in indoor and outdoor dust: occurrence, fate, and exposure, Environ. Sci. Technol. Lett. 11 (2024) 1075–1081,

[5] L. Zeng, Y. Li, Y. Sun, L. Liu, M. Shen, B. Du, Widespread occurrence and transport of p-phenylenediamines and their quinones in sediments across urban rivers, estuaries, coasts, and deep-sea regions, Environ. Sci. Technol. 57 (2023) 2393–2403, https://doi.org/10.1021/acs.est.2c07652.

[6] J. Ji, C. Li, B. Zhang, W. Wu, J. Wang, J. Zhu, D. Liu, R. Gao, Y. Ma, S. Pang, X. Li, Exploration of emerging environmental pollutants 6PPD and 6PPDQ in honey and f ish samples, Food Chem. 396 (2022) 133640, https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2022.133640.

[7] K. Hiki, K. Asahina, K. Kato, T. Yamagishi, R. Omagari, Y. Iwasaki, H. Watanabe, H. Yamamoto, Acute toxicity of a tire rubber-derived chemical, 6PPD quinone, to freshwater fish and crustacean species, Environ. Sci. Technol. Lett. 8 (2021) 779–784, https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00453.

[8] M.T. Botelho, G.G. Militao, M. Brinkmann, G.A. Umbuzeiro, Toxicity and mutagenicity studies of 6PPD-quinone in a marine invertebrate species and bacteria, Environ. Mol. Mutagen. 64 (2023) 335–341, https://doi.org/10.1002/ em.22560.

[9] Yang, Yunshuo, et al. "Photocatalytic oxidation of glycerol with red light employing quinacridone sensitized TiO 2 nanoparticles." Journal of Materials Chemistry A 13.24 (2025): 18436-18444.

[10] H. Xing, L. E, Z. Guo, D. Zhao, Z. Liu, Enhancement in the charge transport and photocorrosion stability of CuO photocathode: the synergistic effect of spatially separated dual-cocatalysts and p-n heterojunction, Chem. Eng. J., 394 (2020) 124907, doi:10.1016/j.cej.2020.124907.

[11] S. Masudy-Panah, R. Siavash Moakhar, C.S. Chua, A. Kushwaha, G.K. Dalapati, Stable and efficient CuO based photocathode through oxygen-rich composition and Au–Pd nanostructure incorporation for solar-hydrogen production ACS Appl. Mater. Interfaces, 9 (2017), pp. 27596-27606, 10.1021/acsami.7b02685

[12] P. Raizada, A. Sudhaik, S. Patial, V. Hasija, A.A. Parwaz Khan, P. Singh, S. Gautam, M. Kaur, V.-H. Nguyen, Engineering nanostructures of CuO-based photocatalysts for water treatment: current progress and future challenges, Arab. J. Chem., 13 (2020), pp. 8424-8457, 10.1016/j.arabjc.2020.06.031

[13] Shaohui Zhang, Jia Liu, Yan Pu, Yifang Zhang, Yingcong Wei, Huaxiang Lin, Jinlin Long, Rongjian Sa, Xianzhi Fu, Rusheng Yuan, Dynamic structural reconstruction of CuO under reaction conditions enhances photocatalytic activity in CH bond functionalization, Chemical Engineering Journal, 2025, 170550,
[14] Liu, Can, Yan Zhang, and Rui Shang. BINOLates as potent reducing photocatalysts for inert-bond activation and reduction of unsaturated systems. Chem 11.4 (2025).
[15] Liu, C., Zhang, Y., & Shang, R. BINOLates as Potent Reducing Photocatalysts for Inert Bond Activation and Arene Reduction. Available at SSRN 4923430.
[16] Wang, Yuexin, Fengwei Huang, and Xianjun Lang. Visible-light-induced Selective Oxidation of Organic Molecules over Nanostructured TiO 2. Nanostructured TiO2: Synthesis, Photocatalytic Properties, and Applications (2025): 431-448.
[17] D.C. Young, Computational Chemistry: A Practical Guide for Applying Techniques to Real World Problems (Electronic), John Wiley & Sons Inc., New York, 2001.
[18] S.M. Bachrach, Computational Organic Chemistry, John Wiley & Sons Inc., New York,2007.
[19] A.D. Becke, J. Chem. Phys. 97 (1992) 9173
[20] A.D. Becke, J.Chem.Phys.98 (1993) 5648.
[21] P.J. Stephens, F.J. Devlin, C.F .Chabalowski, M.J. Frisch, J. Phys. Chem. 98 (1994) 11623.
[22] C. Lee, W. Yang, R.G. Parr, Phys. Rev. B 37 (1988) 785.
[23] C. Parlak, M. Akdogan, G. Yildirim, N. Karagoz, E. Budak, C. Terzioglu, Density functional theory study on the identification of 3-[(2-morpholinoethylimino)methyl]benzene-1,2-diol, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 79 (1) 2011, 263-271,
[24] W.J. Hehre, J.A. Pople, J. Chem. Phys. 56 (1972) 4233.
[25] H. Buyukuslu, M. Akdogan, G. Yildirim, C. Parlak, Ab initio Hartree-Fock and density functional theory study on characterization of 3-(5-methylthiazol-2-yldiazenyl)-2-phenyl-1H-indole, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 75, (4) 2010, 1362-1369,
[26] M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel, G.E. Scuseria, M.A. Robb, J.R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G.A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H.P. Hratchian, A.F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J.L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J.A. Montgomery Jr., J.E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J.J. Heyd, E. Brothers, K.N. Kudin, V.N. Staroverov, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J.C. Burant, S.S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J.M. Millam, M. Klene, J.E. Knox, J.B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R.E. Stratmann, O. Yazyev, A.J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J. W. Ochterski, R.L. Martin, K. Morokuma, V.G. Zakrzewski, G.A. Voth, P. Salvador, J.J. Dannenberg, S. Dappr

ich, A.D. Daniels, O. Farkas, J.B. Foresman, J.V. Ortiz, J. Cioslowski, D.J. Fox, Gaussian 09, Revision A.02, Gaussian, Inc., Wallingford, CT (2009)

[27] R. Dennington II, T. Keith, J. Millam, GaussView, Version 4.1.2, Semichem, Inc., Shawnee Mission, KS (2007)

[28] I. M. Alecu, Jingjing Zheng, Yan Zhao, and Donald G. Truhlar, Computational Thermochemistry: Scale Factor Databases and Scale Factors for Vibrational Frequencies Obtained from Electronic Model Chemistries, J. Chem. Theory Comput. 2010, 6, 2872–2887

[29] An evaluation of harmonic vibrational frequency scale factors, Jeffrey P Merrick, Damian Moran, Leo Radom, Affiliations Expand PMID: 17948971, DOI: 10.1021/jp073974n.

[30] E.B. Wilson, J.C. Decius, P.C. Cross, Molecular Vibrations, Dover Publ. Inc., New York (1980)

[31] P.W. Atkins, R.S. Friedman, Molecular Quantum Mechanics, Dover Publ. Inc., New York (1996)

[32] 'atomic polar tensor' in *IUPAC Compendium of Chemical Terminology*, 5th ed. International Union of Pure and Applied Chemistry; 2025. Online version 5.0.0, 2025. https://doi.org/10.1351/goldbook.08572

[33] T. U. Helgaker, H. J. A. Jensen, P.J. Jørgensen, Analytical calculation of MCSCF dipole-moment derivatives, Chemical Physics, 84, (1986) 6280–6287.

[34] J. Olsen, P. J. Jørgensen, Linear and non-linear response functions for an exact state and for an MCSCF state, The Journal of Chemical Physics, 82, (1985) 3235–3264.

[35] J. Coates, in: R.A. Meyers (Ed.), Interpretation of Infrared Spectra: A Practical Approach Encyclopedia of Analytical Chemistry, Wiley, Chichester, 2000.

[36] P.G. Noel, Roeges, A Guide to Complete Interpretation of Infrared Spectra of Organic Structures, first ed., Wiley, New York, 1994.

[37] L.J. Bellamy, The Infrared Spectra of Complex Molecules, third ed., Wiley, New York, 1975.

SPECTROSCOPİC IDENTİFİCATİON OF M-ACETAMİDOBENZOTRİFLUORİDE VİA QUANTUM MECHANİCAL CALCULATİON METHODS

Assoc. Prof. Dr, Asaf Tolga Ülgen[1], Assoc. Prof. Dr, Mustafa Burak Türköz[2], Assoc. Prof. Dr. Ümit Erdem[3] and Prof. Dr. Ali Serol Ertürk[4]

[1]Şırnak University, ulgen_at@sirnak.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7112-5607

[2]Karabük University, turkozmb@gmail.com, ORCID:0000-0002-4127-7650

[3]Kırıkkale University, umiterdem@kku.edu.tr, ORCID:0000-0002-0480-8176

[4] Adıyaman University, aserturk@adiyaman.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5352-7939

Abstract

In this study, a detailed quantum chemical analysis of m-acetamidobenzotrifluoride including one oxygen, one nitrogenus, 9 carbons, 8 hydrogens, and 3 flourides atoms ($C_9H_8F_3NO$) was performed using Hartree–Fock (HF) and density functional theory (DFT) methods to elucidate its geometrical, structural, electronic, and reactive properties. The molecular geometry, including optimized bond lengths, bond angles, dipole moment components, and fundamental thermodynamic parameters, was optimized at both HF/6-31G(d,p) and B3LYP/6-31G(d,p) levels of theory. The results obtained from both methods showed excellent consistency, confirming the adequacy of the B3LYP functional for subsequent calculations, which were therefore carried out exclusively at the DFT/B3LYP/6-31G(d,p) level. At this calculation method, the optimized geometry, electronic configuration, and UV-Vis absorption spectra of m-acetamidobenzotrifluoride were systematically investigated in detail. Furthermore, molecular electrostatic potential (MEP) and electrostatic potential (ESP) surface analyses were performed to visualize charge distribution, while frontier molecular orbitals (FMOs) and global quantum chemical reactivity descriptors, including chemical hardness (η), softness (ζ), ionization potential (I), electron affinity (A), chemical potential (μ), electronegativity (χ), electrophilicity index (ω), and maximum charge transfer index (ΔN_{max}) were computed to interpret intramolecular charge transfer (ICT) characteristics and identify potential electrophilic and nucleophilic reactive sites. The band gap energy value related to HOMO-LUMO, electronic transitions, and stability parameters were also examined to evaluate electronic reactivity and predict possible interaction mechanisms of the title compound. Based on all the calculations and simulations performed, the findings indicate that m-acetamidobenzotrifluoride exhibits favorable electronic stability, strong ICT capability, and potential reactivity toward biologically relevant interactions, highlighting its significance for further computational and experimental exploration.

Key Words: m-acetamidobenzotrifluoride; Chemical calculations; FMO; MEP; ESP.

Introduction

m-Acetamidobenzotrifluoride, known as N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide or 3′-(trifluoromethyl) acetanilide is a fluorinated aromatic amide that has gained significant attention across medicinal chemistry, agrochemical development, polymer science, and advanced functional materials [1]. Especially, it is possible to see derivatives of this material in many application areas [2–4]. In this context, the molecule or derivatives are not only an important biochemical intermediate but also a molecule of significant pharmacological and synthetic importance, bridging organic chemistry, enzymology and medical biochemistry [5–9].

The compound integrates two structurally and functionally important motifs: an acetanilide core, responsible for hydrogen-bonding and molecular recognition behavior, and a meta-trifluoromethyl ($–CF_3$) substituent, a key functionality widely employed to tailor the physicochemical and biological properties of organic molecules [10, 11]. The synergy between these two groups gives rise to a versatile molecule with broad applicability in both industrial processes and high-value chemical technologies.

The trifluoromethyl group is well known for its strong electron-withdrawing capacity, lipophilicity, and metabolic robustness. Incorporating a $–CF_3$ moiety often enhances the pharmacokinetic performance of drug candidates by increasing membrane permeability, improving bioavailability, and conferring resistance to oxidative degradation. As a result, m-acetamidobenzotrifluoride serves as a strategic intermediate in the synthesis of fluorinated pharmaceuticals, including analgesics, anti-inflammatories, and central nervous system modulators, where acetanilide derivatives form a fundamental structural class [12]. Additionally, the electron-withdrawing nature of $–CF_3$ modulates the reactivity of the aromatic ring, enabling regioselective functionalization pathways valuable for medicinal chemistry optimization [13].

Beyond pharmaceutical applications, this compound is used in agrochemical formulations, especially in the development of herbicides, fungicides, and insecticidal agents where enhanced environmental persistence and biological efficacy are required. Fluorinated amide derivatives, including m-acetamidobenzotrifluoride, play a crucial role in stabilizing active ingredients and controlling molecular interactions with plant or pest enzymes [14]. The compound also finds relevance in materials chemistry, particularly as a precursor for fluorinated polymers, surface-active agents, and specialty coatings, where the presence of $–CF_3$ contributes to hydrophobicity, thermal stability, and resistance to harsh chemical environments.

From a chemical perspective, m-acetamidobenzotrifluoride serves as a valuable model system for investigating substituent effects in aromatic amides. The interplay between the amide resonance structure and the strong inductive influence of the $–CF_3$ group provides important insights into electronic distribution, conformational behavior, and intramolecular hydrogen bonding. These attributes make the molecule highly relevant for studies

in crystal engineering, molecular design, and computational chemistry. Moreover, its predictable reactivity profile supports its use as a building block for more complex fluorinated scaffolds, offering pathways to diversify chemical libraries efficiently [15].

The growing industrial demand for fluorine-rich intermediates, combined with the increasing integration of trifluoromethylated structures into pharmaceuticals, agrochemicals, and high-performance materials, underscores the continued importance of m-acetamidobenzotrifluoride. Its balanced chemical stability, functional versatility, and tunable physicochemical characteristics position it as a central compound in modern fluorine chemistry and an enabling platform for next-generation molecular innovation. However, since the available resources are very limited and there is a lack of financial resources and time, it is essential to work under the guidance of theoretical calculations in order to accelerate the work. On this basis, examining the structural and spectroscopic identification of molecule is important. Hence, Fundamental computational information—including optimized molecular geometry, complete vibrational analysis, electronic descriptors, thermochemical parameters, dipole moment, UV–Vis absorption features, molecular electrostatic potential (MEP/ESP) maps, and frontier molecular orbital (HOMO-LUMO) characteristics has not been systematically reported. Likewise, essential global reactivity descriptors such as chemical hardness/softness, ionization potential, electron affinity, chemical potential, and electrophilicity index have yet to be quantitatively established. This gap limits predictive understanding of its stability, reactivity, and potential interactions in chemical and biological environments.

In the present work, a rigorous quantum-chemical investigation of 3′-(trifluoromethyl)acetanilide was conducted using both Hartree–Fock (HF) and density functional theory (DFT) calculations at the B3LYP/6-31G(d,p) level for the first time. Geometry optimizations performed using HF and DFT methods show excellent consistency, confirming the reliability of the computational approach. Subsequent analyses at the DFT level include detailed evaluation of electronic absorption spectra, thermodynamic functions, and global reactivity indices to elucidate intramolecular charge transfer pathways, electron distribution patterns, and electrophilic/nucleophilic reactivity sites.

Frontier molecular orbital energies, band gaps, dipole moment, and atomic charge distributions were further examined to characterize electron delocalization, molecular stability, and the compound’s propensity for intermolecular interactions. The results demonstrate that N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide possesses a strong electronic structure with favorable stability and well-defined reactivity patterns. All in all, this study provides the first comprehensive theoretical foundation for understanding the structural, electronic, and reactive

behavior of m-Acetamidobenzotrifluoride, hence supporting its potential utilization in pharmaceutical design, synthetic chemistry, and materials-related applications.

2. Computational details

The title compound is known under several equivalent names such as N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide, 3′-(trifluoromethyl)acetanilide, and m-Acetamidobenzo trifluoride and each designation refers to the same molecular structure investigated in this work. A comprehensive quantum-chemical analysis of this molecule is conducted to elucidate its structural, electronic, and spectroscopic characteristics with high accuracy. The molecular geometry is fully optimized to determine equilibrium bond lengths and angles, forming a reliable basis for subsequent theoretical evaluation. Key spectroscopic properties including UV–Vis absorption spectra computed via ZINDO method, and thermochemical parameters derived from vibrational frequency analyses are examined to establish structure–spectra correlations. Electronic features are analyzed through frontier molecular orbital (HOMO-LUMO) calculations, offering insight into molecular stability, charge-transfer potential, and electronic transition behavior.

To visualize charge distribution and reactive sites, molecular electrostatic potential (MEP/ESP) maps and total electron density contours are generated, revealing regions prone to nucleophilic or electrophilic attack. These analyses collectively highlight the roles of intramolecular charge transfer, electron delocalization, lone-pair–π interactions, and potential hydrogen-bonding motifs in shaping the reactivity of the molecule.

All computations are performed using HF [16] and DFT [17, 18] with the B3LYP functional and 6-31G(d,p) basis set [19], ensuring appropriate treatment of electron correlation and polarization. A full set of global reactivity descriptors, such as ionization potential, electron affinity, electronegativity, chemical hardness/softness, chemical potential, electrophilicity index, energy gap, and maximum charge-transfer index is reported for the first time for this compound, providing a quantitative basis for assessing its chemical behavior.

The calculations were carried out using the Gaussian 09 software suite [20], and visual analyses were performed with advanced molecular modeling tools [21]. Consequently, this integrated theoretical framework delivers detailed insight into the structure-property-reactivity relationships of m-Acetamidobenzotrifluoride, displaying its relevance in biochemical, pharmaceutical, and materials-oriented applications.

3. Result and discussion

3.1. Optimized molecular geometry

A systematic conformational and tautomeric analysis of m-acetamidobenzotrifluoride m-acetamidobenzotrifluoride ($C_9H_8F_3NO$), including one oxygen, one nitrogenus, 9 carbons, 8 hydrogens, and 3 flourides atoms was performed to elucidate its intrinsic structural preferences and electronic stability. Eighteen

plausible isomeric forms, arising from variations in amine orientation, amide linkage flexibility, methylene bridge rotation, and carbonyl tautomerism were generated and fully optimized at the B3LYP/6-31G(d,p) level of theory. Relative stabilities were evaluated on the basis of total electronic energies, incorporating both intramolecular proton-transfer tendencies and long-range electrostatic interactions that govern conformational equilibria. The lowest-energy geometry, including atom labeling, is depicted in Fig. 1.



Figure 1. Optimized molecular structure pertaining to m-Acetamidobenzotrifluoride

To ensure methodological consistency and evaluate systematic deviations, the same set of structures was also optimized at the HF/6-31G(d,p) level. All geometric parameters (bond lengths and bond angles) are summarized in Table 1, and correlation plots between HF and DFT results are presented in Figs. 2 and 3. The comparison revealed excellent linear fit with $R^2 = 0.99877$ for bond lengths and $R_2 = 0.95683$ for bond angles, confirming reliable cross-method consistency.

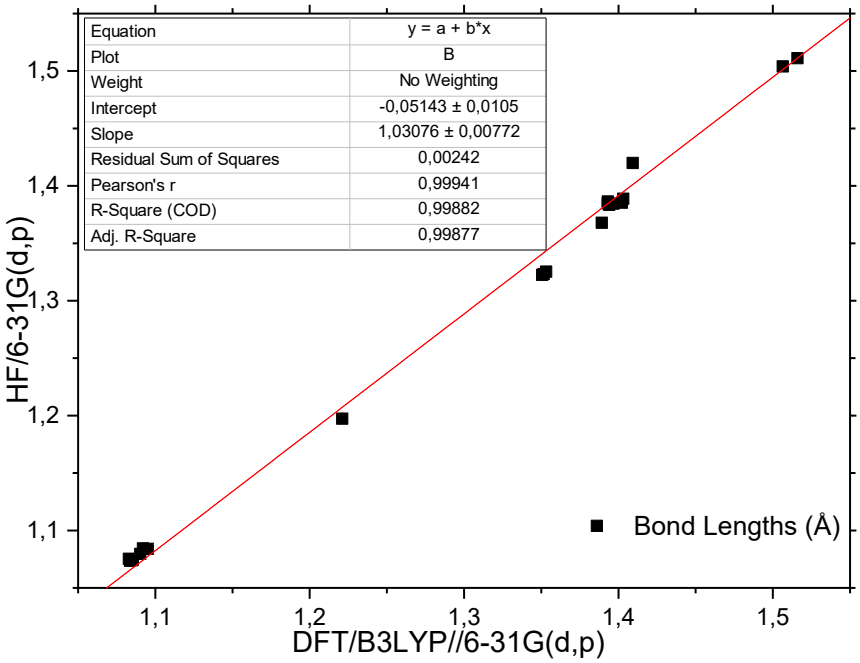


Figure 2. Correlations between the bond lengths of m-Acetamidobenzotrifluoride calculated using B3LYP//6-31G(d,p) and HF/6-31G(d,p) computations

As expected, HF consistently predicts shorter bond lengths and slightly larger bond angles than DFT calculation level owing to the lack of explicit electron correlation in the HF level of theory formalism. These systematic deviations highlight the superior capability of DFT/B3LYP in capturing electron delocalization effects, lone-pair interactions, and intramolecular charge redistribution, which are particularly significant in conjugated aromatic amine orientation frameworks.

In the optimized DFT structure, the highest C-C bond lengths within the aromatic ring were found to be about 1.4031Å (C_3–C_4) and 1.4022 Å (C_4–C_5), consistent with expected aromatic delocalization. The results showed negligible deviation between the two methods The corresponding HF-calculated values (1.3864–1.3853Å) fall within a narrower range due to its neglect of electron correlation. The single carbon-carbon bonds (C_6–C_{11} and C_{17}–C_{19}) were calculated to be about 1.5064 Å-1.5160 Å and 1.5040 Å -1.5112 Å. The C–N bonds (C_4–N_{15} and C_{17}–N_{15}) were computed as 1.4092 Å and 1.3892 Å (DFT computation level), compared to 1.4199 Å and 1.3679 Å (HF), whereas the C–O linkage (C_{17}–O_{18}) was calculated as 1.2211 Å at DFT calculation method and 1.1973 Å, respectively.

As for the hydrogen including bonding structures such as C–H and N–H, the highest C–H bond was calculated to be about 1.0951 Å for C_{19}-H_{20} and 1.0844 Å for C_{19}-H_{22} bond, related to stable protonic sites suitable for hydrogen-bond formation. Besides, the distance between H_{10} and F_{14} atoms was calculated as approximately 2.4739 Å and 2.5119 Å at DFT and HF levels of theory, respectively. Also, the bond of N_{15}–H_{16} was determined

to be about 1.0131 Å and 0.9967 Å at B3LYP and HF calculation levels. At the same time, the highest bond lengths between hydrogen and fluorine atoms were noted to be about 1.3532 Å and 1.3253 Å for the C_{11}-F_{12}. According to the results obtained, the largest deviation (4.3370°) occurring for the C_4-N_{15}-C_{17} bond angle, likely due to minor conformational flexibility of the terminal carboxyl group whereas the largest deviation for the bond length was determined to be about 0.0283 Å for C_{11}-F_{14}. The consistent trend of shorter HF distances reflects the expected consequences of missing electron correlation energy.

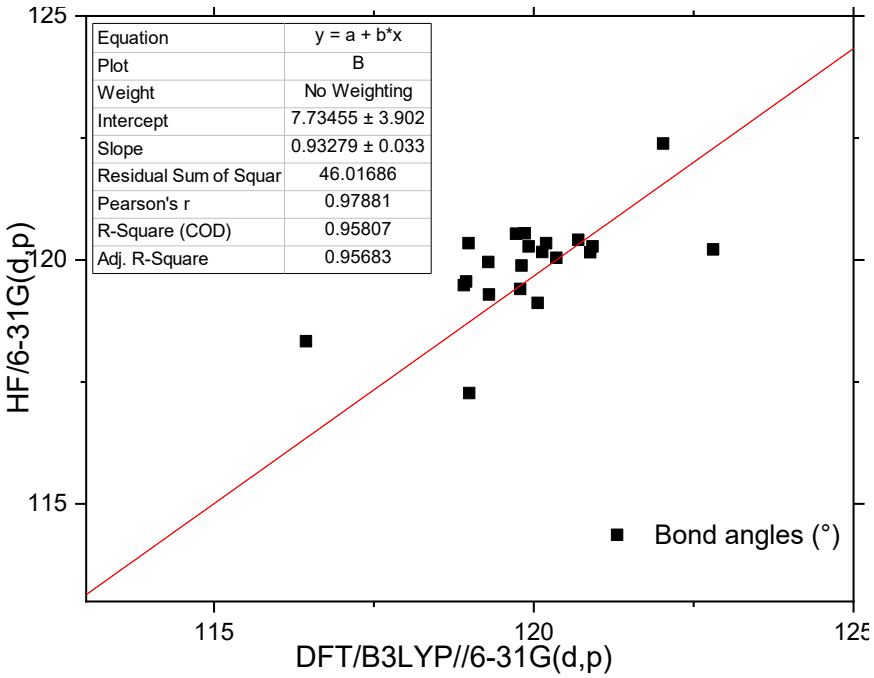


Figure 3. Correlations between the bond angles of N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide calculated using B3LYP//6-31G(d,p) and HF/6-31G(d,p) computations

Table 1. Optimized geometric parameters of 3′-(trifluoromethyl)acetanilide

	Bond lengths (Å)	
Atoms	**DFT**	**HF**
C_1-C_2	1.3931	1.3848
C_1-C_6	1.3968	1.3845
C_1-H_7	1.0837	1.0736
C_2-C_3	1.3940	1.3835
C_2-H_8	1.0855	1.0748
C_3-C_4	1.4031	1.3888
C_3-H_9	1.0829	1.0753
C_4-C_5	1.4022	1.3853
C_4-N_{15}	1.4092	1.4199
C_5-C_6	1.3932	1.3864
C_6-H_{10}	1.0851	1.0741
C_6-C_{11}	1.5064	1.5040
H_{10}-F_{14}	2.4739	2.5119
C_{11}-F_{12}	1.3532	1.3253

C_{11}-F_{13}	1.3506	1.3225
C_{11}-F_{14}	1.3516	1.3233
N_{15}-H_{16}	1.0131	0.9967
N_{15}-C_{17}	1.3892	1.3679
C_{17}-O_{18}	1.2211	1.1973
C_{17}-C_{19}	1.5160	1.5112
C_{19}-H_{20}	1.0951	1.0840
C_{19}-H_{21}	1.0903	1.0796
C_{19}-H_{22}	1.0920	1.0844
	Bond angles (°)	
Atoms	**DFT**	**HF**
C_2-C_1-C_6	118.9418	119.5585
C_2-C_1-H_7	120.918	120.2764
C_6-C_1-H_7	120.1313	120.1632
C_1-C_2-C_3	120.8833	120.1573
C_1-C_2-H_8	119.8093	119.8861
C_3-C_5-H_8	119.2887	119.9566
C_2-C_3-C_4	120.1931	120.343
C_2-C_3-H_9	119.7232	120.5369
C_4-C_3-H_9	120.0615	119.1199
C_3-C_4-C_5	118.9054	119.482
C_3-C_4-N_{15}	122.8049	120.2168
C_5-C_4-N_{15}	118.2271	120.2778
C_4-C_5-C_6	120.3536	120.0427
C_4-C_5-H_{10}	119.7873	119.4065
C_6-C_5-H_{10}	119.8591	120.547
C_1-C_6-C_5	120.6951	120.4115
C_1-C_6-C_{11}	119.9189	120.2756
C_5-C_6-C_{11}	119.299	119.2906
C_6-C_{11}-F_{12}	111.5186	111.606
C_6-C_{11}-F_{13}	111.8238	111.9463
C_6-C_{11}-F_{14}	111.8563	111.7656
F_{12}-C_{11}-F_{13}	106.9282	106.9606
F_{12}-C_{11}-F_{14}	106.8497	106.7783
F_{23}-C_{11}-F_{14}	107.5722	107.483
C_4-N_{15}-H_{16}	116.4387	118.3345
C_4-N_{15}-C_{17}	132.1142	127.7772
H_{16}-N_{15}-C_{17}	110.9539	113.7837
N_{15}-C_{17}-O_{18}	118.9801	120.343
N_{15}-C_{17}-C_{19}	118.9913	117.271
O_{18}-C_{17}-C_{19}	122.0223	122.3858
C_{17}-C_{19}-H_{20}	110.2723	111.2627
C_{17}-C_{19}-H_{21}	107.1115	107.9164
C_{17}-C_{19}-H_{22}	113.1404	110.7718
H_{20}-C_{19}-H_{21}	107.7842	109.8563
H_{20}-C_{19}-H_{22}	108.286	107.6149
H_{21}-C_{19}-H_{22}	110.1217	109.4117

All in all, these comparative results confirm that the B3LYP/6-31G(d,p) computational scheme yields a more realistic geometric representation of 3′-(trifluoromethyl)acetanilide, accurately capturing polarization effects and subtle electron-distribution phenomena inherent to conjugated aromatic–amide systems. Accordingly, this level of theory was selected for all subsequent analyses, including thermochemical calculations, charge-density and electrostatic potential mapping, and vibrational spectroscopy simulations. This approach provides an optimal balance between computational efficiency and predictive accuracy, establishing a robust foundation for interpreting the structure–property–reactivity relationships of the molecule at a quantum-chemical level [22].

3.2 Thermochemical Properties of m-Acetamidobenzotrifluoride Compound

The thermochemical characteristics of m-Acetamidobenzotrifluoride were examined using DFT/B3LYP and HF methods with the 6-31G(d,p) basis set to obtain accurate energetic, entropic, and molecular parameters. The calculated thermochemical results are summarized in Table 2. Zero-point vibrational energies (ZPVE) were corrected using standard scaling factors reported in the literature [23].

Among the eighteen tautomeric and conformational structures evaluated, the most stable isomer exhibited total electronic energies of -777.31090044 a.u. (DFT) and -773.15345188 a.u. (HF). The scaled ZPVE values were calculated as 100.57453 kcal.mol^{-1} (DFT) and 107.64654 kcal.mol^{-1} (HF), with corresponding zero-point corrections of 0.160276 kcal.mol^{-1} and 0.171546 kcal.mol^{-1}. These results validate the energetic stability of the optimized dihydrouracil structure and reflect its partially delocalized π-electron framework.

Table 2. Calculated thermochemistry parameters, such as energies (a.u.), zero-point vibrational energies (kcal mol^{-1}), heat capacities (cal mol^{-1} K^{-1}), rotational constants (GHz), entropies (cal mol^{-1} K^{-1}), Zero-point corrections (Hartree/Particle), and dipole moment (Debye).

Parameters	**DFT/B3LYP//6-31(d,p)**	**HF/6-31(d,p)**
Total energy	-777.31090044	-773.15345188
Zero-point vibrational energy	67.68443014	107.64654
Zero-point correction	0.110401	0.171546
Thermal correction to Energy	0.172824	0.183701
Thermal correction to Enthalpy	0.173768	0.184645
Thermal correction to Gibbs Free Energy	0.119474	0.128473
Sum of electronic and zero-point Energies	-777.150625	-772.981906
Sum of electronic and thermal Energies	-777.138076	-772.969751
Sum of electronic and thermal Enthalpies	-777.137132	-772.968807
Sum of electronic and thermal Free Energies	-777.191426	-773.024979
Rotational constant	1.49822	1.29446
	0.32876	0.37269
	0.29119	0.32627
Entropy		
Total	114.271	118.224

Translational	41.829	41.829
Rotational	32.083	31.991
Vibrational	40.359	44.404
Heat capacity		
Total	46.605	43.632
Translational	2.981	2.981
Rotational	2.981	2.981
Vibrational	40.643	37.671
Thermal Energy		
Total	108.449	115.274
Translational	0.889	0.889
Rotational	0.889	0.889
Vibrational	106.671	113.497
Dipole moment		
μ_x	-0.2206	-1.5549
μ_y	2.9105	3.2414
μ_z	0.0817	0.8885
μ	2.9200	3.7032

At standard thermodynamic conditions, the entropy (S) of the molecule was computed as about 114.271 and 118.224 cal.mol^{-1}.K^{-1} for DFT and HF, respectively. These values are composed of translational (41.829 and 41.829 cal.mol^{-1}.K^{-1}), rotational (32.083 and 31.991 cal.mol^{-1}.K^{-1}), and vibrational (40.359 and 44.404 cal.mol^{-1}.K^{-1}) contributions. The molar heat capacities (C_v) were recorded as approximately 46.605 and 43.632 cal.mol^{-1}.K^{-1}, while the total thermal energies (E_{th}) were calculated as 108.449 and 115.274 cal.mol^{-1}.K^{-1} at the DFT and HF levels, respectively. Vibrational components dominate these thermal contributions, indicating efficient internal energy redistribution through vibrational modes.

The rotational constants (A=1.49822/1.29446 GHz, B=0.32876/0.37269 GHz, C=0.29119/0.32627 GHz at DFT/HF) confirm that N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide behaves as an asymmetric top, as expected for heterocycle-containing aromatic amides with non-planar substituent geometries.

The computed dipole moment of 2.9200 and 3.7032 D (μ_x =-0.2206/-1.5549 D, μ_y = 2.9105/3.2414 D, μ_z= 0.0817/0.8885 D at DFT/HF) reflects the strongly polar nature of the molecule. This polarity arises from the highly electronegative C=O and –NH groups, which generate a significant internal electrostatic field conducive to hydrogen bonding, dipole–dipole interactions, and possible biological recognition [24, 25].

To sum up, the thermochemical results, together with the optimized structure confirm that 3′-(trifluoromethyl)acetanilide is an energetically stable, moderately flexible, and strongly polar heterocycle. These observations provide a coherent thermodynamic basis for subsequent analyses of its electronic structure,

charge distribution, and vibrational behavior, thereby strengthening the structure–property understanding of pyrimidinedione derivatives in biochemical and materials contexts.

3.3. UV–Vis Spectral Examination

The electronic absorption characteristics of m-Acetamidobenzotrifluoride were investigated using ZINDO semi-empirical methods in the gas phase. The UV–Vis spectrum of the molecule is dominated by π→π* and n→π* transitions, with the π→π* excitations exhibiting stronger oscillator strengths due to enhanced π-orbital overlap within the conjugated pyrimidinedione ring. The corresponding excitation wavelengths (λ_{max}), oscillator strengths (f), and configuration coefficients are listed in Table 3.

Table 3. Electronic absorption spectra parameters of N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide at ZINDO calculation method

Cl-expansion coefficient with respect to ZINDO calculation of theory a-					
Excitations	**Energy (eV)**	**Singlet-A**	**Wavelength (nm)**	**Oscillator strength (f)**	**Translations**
Excited State 1					
38→39	1.7965	0.68572	690.13	0.0144	HOMO→LUMO
33→39		0.10354			HOMO-5→LUMO
Excited State 2					
36→39	3.0367	0.34412	408.28	0.0050	HOMO-2→LUMO
37→39		-0.19576			HOMO-1→LUMO
Excited State 3					
35→39	3.2788	0.18130	378.14	0.0792	HOMO-3→LUMO
36→39		0.14573			HOMO-2→LUMO

The first excited state appears at λmax=690.13 nm at ZINDO method and is predominantly characterized as an n→π* transition, arising from lone-pair (n) orbitals localized on nitrogen, fluorine, and oxygen atoms to antibonding π* orbitals of the heterocyclic ring. The very small oscillator strengths (f=0.0144) are consistent with the weakly allowed nature of n→π* excitations in heteroatom-rich amide systems, where limited donor–acceptor orbital overlap is expected.

The second absorption feature, located at 408.28 nm, corresponds to mixed π→π* transitions involving conjugated C=N/C=O segments. Although the oscillator strengths remain low (f ≈ 0.0050), this band reflects

moderate intramolecular charge transfer (ICT) facilitated by π-electron delocalization across the heterocyclic framework and adjacent substituent atoms.

The most intense and prominent absorption peak is observed at 378.14 nm (f=0.0792). This strongly allowed transition arises from a π→π* excitation that engages the aromatic π-system and electron-rich heteroatoms, indicating efficient orbital overlap and pronounced electronic polarizability. The high oscillator strengths confirm significant ICT contribution and enhanced π-conjugation, consistent with the molecule's relatively narrow HOMO–LUMO gap and its predicted photophysical activity.

The electronic transitions reflect the combined influence of aromatic conjugation, heteroatom lone-pair participation, and molecular symmetry. The intense π→π* transition located in the near-UV region indicates potential applicability of the molecule as a UV-filtering or optoelectronic material. In contrast, the weaker n→π* transitions may be responsible for bathochromic shifts, non-radiative relaxation processes, and excited-state reactivity.

Importantly, the spectral features exhibit strong agreement with the HOMO–LUMO energy gap obtained from DFT and HF calculations, demonstrating consistency across structural and electronic analyses. Collectively, these results provide a comprehensive description of the structure–optical property relationships governing the photoresponsive behavior of the compound and may guide the design of acetamidobenzo-based photoactive materials in photobiology and optoelectronics.

3.4. Frontier Molecular Orbitals of m-Acetamidobenzotrifluoride

Frontier molecular orbital (FMO) analysis was performed to elucidate the electronic properties, optical response, and reactivity of m-Acetamidobenzotrifluoride. The HOMO represents the principal electron-donating region of the molecule, whereas the LUMO denotes the primary electron-accepting region. The HOMO–LUMO energy gap (ΔE) is particularly important, as it governs the excitation potential, thermodynamic stability, and global reactivity of the system [26, 27]. The three-dimensional orbital distributions (Fig. 4) reveal that the HOMO electron density is delocalized through the heterocycle and fluorine groups, while the LUMO is predominantly localized over the fluorine goups and heteroatom sites. This complementary charge distribution supports efficient ICT, which underlies the observed π→π* and n→π* transitions in the UV–Vis spectrum.

At the B3LYP/6-311G(d,p) level, the HOMO and LUMO energies were calculated as -0.24047 a.u. and -0,03809 a.u., yielding an energy gap of 0.20238 a.u. (Table 4). This moderate band gap indicates reasonable chemical softness and ease of excitation. Derived global reactivity descriptors, including electronegativity (χ=0.27856a.u.), chemical hardness (η=0.10119a.u.), softness (ζ= 4.941199 a.u.), chemical potential (μ=-0.27856a.u.), and electrophilicity (ψ=0.383415a.u.) further indicate a balanced donor–acceptor character.

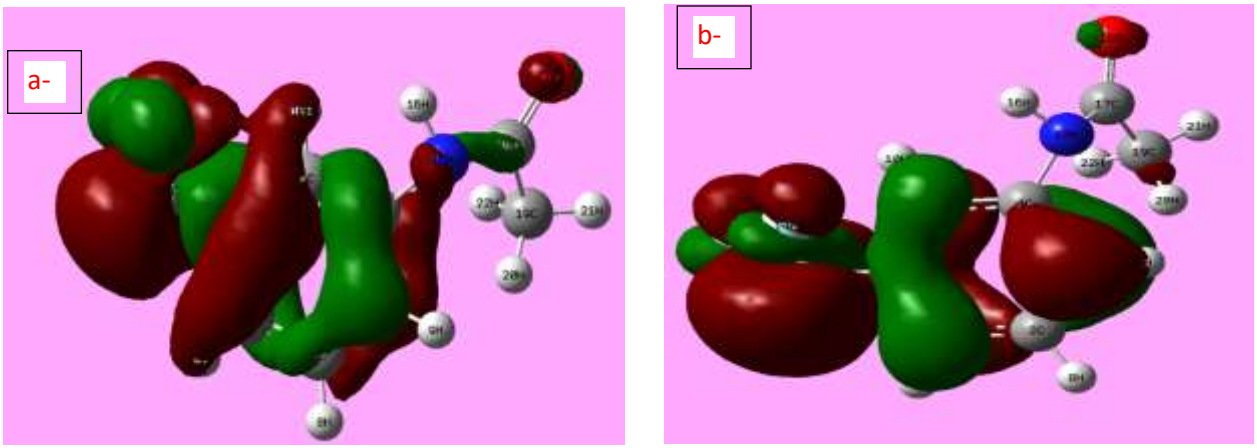


Figure 4. 3D spatial distributions of **a**-HOMO and **b**-LUMO orbitals of N-(m-(trifluoromethyl) phenyl)acetamide.

Table 4. Calculated energies of 3′-(trifluoromethyl)acetanilide at B3LYP/6-31+G(d,p) basis set.

Quantities	Values
Lowest MO Eigen value (a.u.)	-24.72951
Highest MO Eigen value (a.u.)	5.48258
HOMO (a.u.)	-0.24047
LUMO (a.u.)	-0,03809
HOMO–LUMO gap (a.u.), $\|\Delta E\|$	0.20238
χ (Electronegativity) (a.u.), [IP + EA]/2	0.27856
μ, Chemical potential, −[IP + EA]/2	-0.27856
η (Chemical hardness) (a.u.) [IP − EA]/2	0.10119
ζ (Softness) (a.u.)$^{-1}$, 1/2η	4.941199
ψ (Electrophilicity index) (a.u.), $\mu^2/2\eta$	0.383415
Maximum charge transfer index (ΔN_{max}=-μ/η)	2.752841

These findings demonstrate that N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide couples electronic stability with efficient charge-transfer capability, a combination favorable for applications in photoactivation, catalysis, and hydrogen-bond-mediated molecular recognition. The coherence between orbital properties and UV–Vis spectra reinforces the internal consistency of the computational results and provides valuable information about the electronic and optical behavior of this biologically relevant heterocycle.

3.5. Electrostatic Potential Simulation for N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide

ESP mapping provides a detailed representation of the molecular charge distribution and enables identification of key electrophilic and nucleophilic reactive regions governing intermolecular interactions such as hydrogen bonding, dipole–dipole attraction, and charge transfer. The ESP surface of m-Acetamidobenzotrifluoride, computed at the B3LYP/6-31G(d,p) level (Fig. 5), displays a well-defined polarization pattern.

The most negative potential areas (deep red regions) are concentrated around the oxygen, fluorine, and nitrogenous atoms, indicating high electron density and confirming their roles as strong electrophilic attack sites and hydrogen-bond acceptors. Mildly negative potentials along the heterocyclic π-framework further suggest potential participation in π···π or cation–π interactions due to delocalized π-electron density.

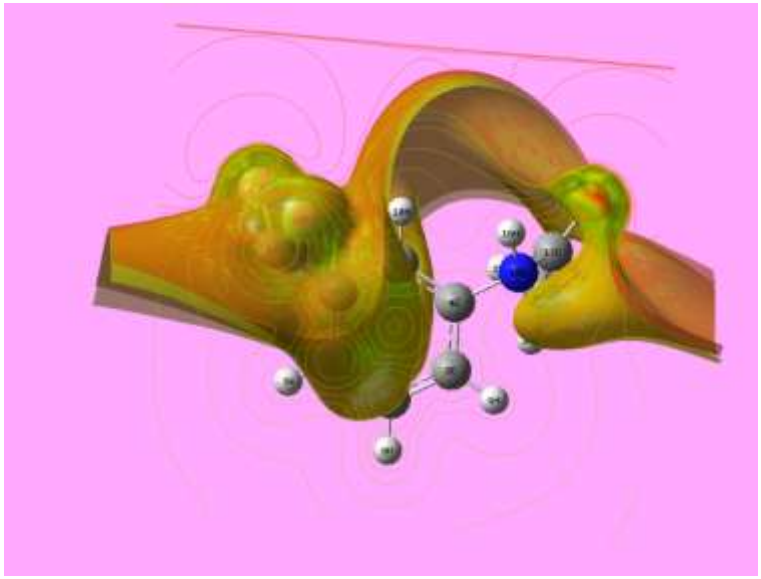


Figure 5. 3D plot for ESP map of N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)aceta

Conversely, the most positive electrostatic regions (blue areas) localize primarily around the hydrogen bonding parts, identifying these sites as hydrogen-bond donors and nucleophilic reaction centers. The amide N–H groups exhibit particularly strong positive potential, highlighting their importance in proton-transfer and donor–acceptor interactions. Intermediate potential regions (green/yellow) distributed across the molecular backbone indicate a balanced polarity that contributes to the molecule's dipolar character and likely enhances solubility in polar media.

In conclusion, the ESP topography reveals a highly polarized electronic framework with distinct donor–acceptor regions, consistent with the results obtained from HOMO-LUMO and UV-Vis analyses. The pronounced charge separation and polarization reveal that m-Acetamidobenzotrifluoride may readily engage in hydrogen bonding, molecular recognition, and charge-mediated interactions—important features for supramolecular assembly and biological binding.

3.6. MEP Analysis for N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide

MEP surface provides complementary quantitative insight into the charge distribution and reactive tendencies of 3′-(trifluoromethyl)acetanilide. The MEP surface generated at the B3LYP/6-31G(d,p) level (Fig. 6) delineates electron-rich and electron-deficient zones with high spatial resolution. Negative potential regions (red), associated with strongly electrophilic reactivity, are predominantly located on the fluorine and especially

oxygen atoms. These regions possess significant lone-pair electron density, explaining their propensity for hydrogen bonding and metal coordination. On the other hand, positive potential regions (blue), indicative of nucleophilic vulnerability, are mainly localized on the N–H and hydrogen atoms. These sites exhibit susceptibility toward interactions with electron-rich groups through proton donation or electrostatic stabilization.

The coexistence of well-separated electropositive and electronegative domains reflects the amphoteric nature of the molecule, which can behave both as an electron donor and acceptor depending on the environment. This polarized charge distribution supports ICT and facilitates noncovalent interactions such as hydrogen bonding, π–π stacking, and electrostatic coupling, being already observed in the previous sections.

When integrated with FMO and ESP results (narrow HOMO–--LUMO gap, delocalized π-electron distribution, and distinct polarity), MEP analysis confirms that N-(m-(trifluoromethyl)phenyl)acetamide has a versatile electronic profile suitable for photoinduced charge transfer processes, molecular recognition, and metal-ligand complexation. These properties highlight its potential use in organic electronics, supramolecular chemistry, and biochemical applications.

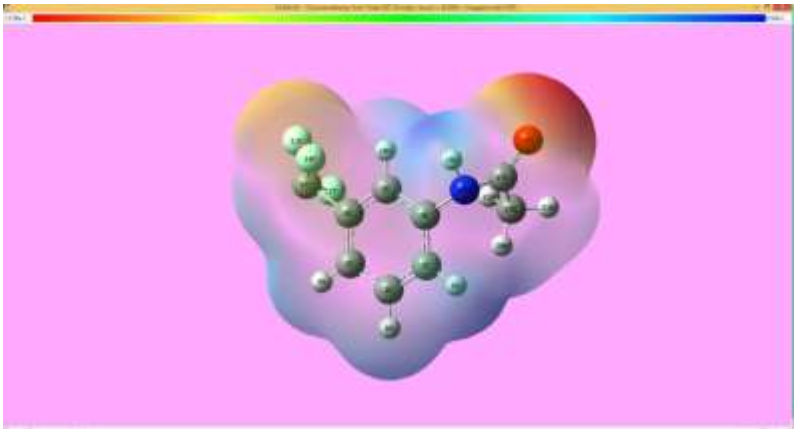


Figure 6. 3D plots of MEP image pertaining to 5,6-dihydrouracil molecule

4. Conclusion

In this study, a comprehensive quantum-chemical investigation of m-acetamidobenzotrifluoride, comprising nine carbon, eight hydrogen, three fluorine, one nitrogen, and one oxygen atom was conducted using HF and B3LYP frameworks to elucidate its structural, geometric, electronic, and reactivity characteristics. Full geometry optimizations, including equilibrium bond lengths, bond angles, and dipole-moment components, were carried out at both the HF/6-31G(d,p) and B3LYP/6-31G(d,p) levels. The strong agreement between the two computational methods validated the reliability of the DFT approach; accordingly, all subsequent

electronic, spectroscopic, and reactivity analyses were performed exclusively at the B3LYP/6-31G(d,p) level to ensure optimal accuracy.

At this level of theory, the optimized geometric structure and electronic configuration of m-acetamidobenzotrifluoride were examined in detail, followed by an in-depth analysis of its UV–Vis absorption characteristics to elucidate the nature of electronic transitions, $\pi \rightarrow \pi^*$ and $n \rightarrow \pi^*$ excitation pathways, and the fundamental photophysical behavior of the molecule. Complementary MEP and ESP surface maps were generated to visualize the spatial distribution of electron density, enabling the identification of chemically active electrophilic and nucleophilic regions influenced by the strongly electron-withdrawing CF_3 substituent and the electron-donating acetamide functional group.

Additionally, the frontier molecular orbitals (FMOs): HOMO, LUMO, and their adjacent orbitals nwere analyzed to determine charge-transfer channels, orbital localization patterns, and the HOMO–LUMO energy gap, providing valuable information about the molecule's electronic stability and excitation propensity. A complete set of global quantum-chemical reactivity descriptors was evaluated to quantify the compound's tendency toward ICT, polarization, and interaction with electrophilic or nucleophilic species. These descriptors also offer predictive insight into possible reaction mechanisms, molecular recognition behavior, and interaction preferences in biological or material environments.

To sum up, the combined HF and DFT results demonstrate that m-acetamidobenzotrifluoride possesses a well-defined electronic structure, a favorable HOMO-LUMO band gap, and pronounced ICT capability arising from synergistic effects between the electron-donating amide group and electron-withdrawing trifluoromethyl moiety. These attributes indicate strong electronic stability, moderate chemical softness, and high reactivity toward polar interactions, suggesting that the compound holds significant potential for further computational modeling and experimental studies in pharmaceutical, chemical, and materials-oriented applications.

References

[1] J. Ji, C. Li, B. Zhang, W. Wu, J. Wang, J. Zhu, D. Liu, R. Gao, Y. Ma, S. Pang, X. Li, Exploration of emerging environmental pollutants 6PPD and 6PPDQ in honey and f ish samples, Food Chem. 396 (2022) 133640, https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2022.133640.

[2] K. Hiki, K. Asahina, K. Kato, T. Yamagishi, R. Omagari, Y. Iwasaki, H. Watanabe, H. Yamamoto, Acute toxicity of a tire rubber-derived chemical, 6PPD quinone, to freshwater fish and crustacean species, Environ. Sci. Technol. Lett. 8 (2021) 779–784, https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00453.

[3] M.T. Botelho, G.G. Militao, M. Brinkmann, G.A. Umbuzeiro, Toxicity and mutagenicity studies of 6PPD-quinone in a marine invertebrate species and bacteria, Environ. Mol. Mutagen. 64 (2023) 335–341, https://doi.org/10.1002/ em.22560.

[4] H. Xing, L. E, Z. Guo, D. Zhao, Z. Liu, Enhancement in the charge transport and photocorrosion stability of CuO photocathode: the synergistic effect of spatially separated dual-cocatalysts and p-n heterojunction, Chem. Eng. J., 394 (2020) 124907, doi:10.1016/j.cej.2020.124907.

[5] Ionic Liquid Modified SPION@Chitosan as a Novel and Reusable Superparamagnetic Catalyst for Green One-Pot Synthesis of Pyrido[2,3-d]pyrimidine-dione Derivatives in Water, Mohammad Hosein Sayahi, Asma Sepahdar, Farokh Bazrafkan, Farzaneh Dehghani, Mohammad Mahdavi and Saeed Bahadorikhalili, Catalysts 2023, 13(2), 290;

[6]. Fakheri-Vayeghan, Sakineh, Abdolmohammadi, Shahrzad and Kia-Kojoori, Reza. "An expedient synthesis of 6-amino-5-[(4-hydroxy-2-oxo-2H-chromen-3-yl)(aryl)methyl]-1,3-dimethyl-2,4,6(1H,3H)-pyrimidinedione derivatives using Fe3O4@TiO2 nanocomposite as an efficient, magnetically separable, and reusable catalyst" Zeitschrift für Naturforschung B, 73, no. 8, 2018, pp. 545-551. https://doi.org/10.1515/znb-2018-0030

[7] Borse, B. N., Shukla, S. R., Sonawane, Y. A., & Shankerling, G. S. (2012). Synthesis of Some Novel Pyrimidinedione and Pyrimidinetrione Derivatives by a Greener Method: Study of Their Antimicrobial Activity and Photophysical Properties. Synthetic Communications, 43(6), 865–876. https://doi.org/10.1080/00397911.2011.611324

[8] Researches on Pyrimidines: Certain Derivatives of 2-Methylpyrimidine, Henry R. Henze, William J. Clegg Charles W. Smart, J. Org. Chem. 1952, 17, 10, 1320–1327,

[9] Organocatalytic Michael–Knoevenagel–Hetero-Diels–Alder Reactions: An Efficient Asymmetric One-Pot Strategy to Isochromene Pyrimidinedione Derivatives, Bor-Cherng Hong, Nitin S. Dange, Chun-Feng Ding, Ju-Hsiou Liao Org. Lett. 2012, 14, 2, 448–451

[10] S. Masudy-Panah, R. Siavash Moakhar, C.S. Chua, A. Kushwaha, G.K. Dalapati, Stable and efficient CuO based photocathode through oxygen-rich composition and Au–Pd nanostructure incorporation for solar-hydrogen production, ACS Appl. Mater. Interfaces, 9 (2017), pp. 27596-27606, 10.1021/acsami.7b02685

[11] P. Raizada, A. Sudhaik, S. Patial, V. Hasija, A.A. Parwaz, Khan, P. Singh, S. Gautam, M. Kaur, V.-H. Nguyen, Engineering nanostructures of CuO-based photocatalysts for water treatment: current progress and future challenges, Arab. J. Chem., 13 (2020), pp. 8424-8457, 10.1016/j.arabjc.2020.06.031

[12] B. Seiwert, M. Nihemaiti, M. Troussier, S. Weyrauch, T. Reemtsma, Abiotic oxidative transformation of 6-PPD and 6-PPD quinone from tires and occurrence of their products in snow from urban roads and in municipal wastewater, Water Res. 212 (2022) 118122, https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118122.

[13] W. Wang, G. Cao, J. Zhang, P. Wu, Y. Chen, Z. Chen, Z. Qi, R. Li, C. Dong, Z. Cai, Beyond substituted p-phenylenediamine antioxidants: prevalence of their quinone derivatives in PM2.5, Environ. Sci. Technol. 56 (2022) 10629–10637, https://doi. org/10.1021/acs.est.2c02463.

[14] L. Zeng, Y. Li, Y. Sun, L. Liu, M. Shen, B. Du, Widespread occurrence and transport of p-phenylenediamines and their quinones in sediments across urban rivers, estuaries, coasts, and deep-sea regions, Environ. Sci. Technol. 57 (2023) 2393–2403, https://doi.org/10.1021/acs.est.2c07652.

[15] K. Hiki, K. Asahina, K. Kato, T. Yamagishi, R. Omagari, Y. Iwasaki, H. Watanabe, H. Yamamoto, Acute toxicity of a tire rubber-derived chemical, 6PPD quinone, to freshwater fish and crustacean species, Environ. Sci. Technol. Lett. 8 (2021) 779–784, https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00453.

[16] D.C. Young, Computational Chemistry: A Practical Guide for Applying Techniques to Real World Problems (Electronic), JohnWiley & Sons Inc., NewYork, 2001.

[17] A.D. Becke, J. Chem. Phys. 98 (1993) 5648.

[18] P. J. Stephens, F. J. Devlin, C. F. Chabalowski, M. J. Frisch, J. Phys. Chem. 98 (1994) 11623.

[19]M.M. Francl, W.J. Pietro, W.J. Hehre, J.S. Binkley, M.S. Gordon, D.J. DeFrees, J.A. Pople, J. Chem. Phys.77 (1982)3654.

[20] M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel, G.E. Scuseria, M.A. Robb, J.R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G.A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H.P. Hratchian, A.F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J.L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J.A. Montgomery Jr., J.E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J.J. Heyd, E. Brothers, K.N. Kudin, V.N. Staroverov, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J.C. Burant, S.S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J.M. Millam, M. Klene, J.E. Knox, J.B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R.E. Stratmann, O. Yazyev, A.J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J.W. Ochterski, R.L. Martin, K. Morokuma, V.G. Zakrzewski, G.A. Voth, P. Salvador, J.J.

Dannenberg, S. Dapprich, A.D. Daniels, O. Farkas, J.B. Foresman, J.V. Ortiz, J. Cioslowski, D.J. Fox, Gaussian 09, Revision A.02, Gaussian, Inc., Wallingford, CT (2009)

[21] R. Dennington II, T. Keith, J. Millam, GaussView, Version 4.1.2, Semichem, Inc., Shawnee Mission, KS (2007)

[22] Sholl, D. S.; Steckel, J. A. Density Functional Theory: A Practical Introduction; Wiley-Interscience: Hoboken, NJ, 2009.

[23] O. Prasad, L. Sinha, N. Misra, V. Narayan, N. Kumar, J. Mol. Struct., 940 (2010), pp. 82-86

[24] Helgaker, T.; Jørgensen, P.; Olsen, J. Molecular Electronic-Structure Theory; Wiley: Chichester, 2000.

[25] K. Fukui, Role of frontier orbitals in chemical reactions, Science, 218 (1987) 747-754.

[26] G. Gece, The use of quantum chemical methods in corrosion inhibitor studies, Corrosion Science, 50, (2008) 2981-2992.

[27] D. F. V. Lewis, C. Ioannides, D. V. Parke, Interaction of a series of nitriles with the alcohol inducible isoform of p450: computer analysis of structure activity relationships, Xenobiotica, 24, (1994) 401-408.

E-CAM ELYAF KEÇE İLE TAKVİYE EDİLMİŞ DOYMAMIŞ POLYESTER KOMPOZİTLERİN EĞİLME ÖZELLİKLERİ

Makine Müh. Mert SELMANOĞLU[1]/ Prof.Dr. Hüseyin ÜNAL[2] / Metalürji ve Malzeme Müh. Nisan YEŞİL[3]

[1]Subor Boru San. Tic. A. Ş., Tasarım Merkezi, mert.selmanoglu@subor.com.tr, 0000-0002-6122-3094

[2]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, unal@subu.edu.tr, 0000-0003-0521-6647

[3]Subor Boru San. Tic. A. Ş., Tasarım Merkezi, nisan.kuyumcu@subor.com.tr, 0000-0001-9279-4976

Özet

E-cam elyaf keçeler (CSM), genellikle 25-50 mm uzunluğunda, emülsiyon veya toz bağlayıcılarla birbirine bağlanmış, rastgele yönlendirilmiş E-cam elyaflarından oluşan bir cam elyaf takviye türüdür. Bu elyaflar, genellikle doymamış polyester, vinil ester veya epoksi reçine sistemlerinde, elyaf takviyeli plastik (FRP) kompozitler üretmek için kullanılırlar. Cam elyaf keçeler (CSM), düşük maliyet, kolay şekillendirilebilirlik, iyi reçine ıslanma, yüksek korozyon ve nem direnci ve izotropik mekanik özellikler gibi birçok avantajlar sunar. Cam elyaf keçe takviyeli kompozitler, denizcilik, otomotiv, inşaat, ev ve çeşitli endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, E-cam elyaf keçeleri farklı ağırlık oranlarında (0wt.%, 7wt.%, 10wt.%, 15wt.% ve 20wt.%) bir polyester reçine matrisine ilave edilmiş ve el yatırma tekniği kullanılarak üretilmiştir. Saf polyester ve kompozit numunelerin eğilme mukavemeti, eğmedeki Elastiklik Modülü ve eğilme gerinimi değerlendirilmiştir. Deneyler sonucunda, saf polyester reçineye kıyasla cam elyaf keçe katkı oranının artırılmasının kompozitlerin eğilme özelliklerini önemli ölçüde geliştirdiğini ve eğilme mukavemetinde %80,9, eğmedeki Elastiklik Modülünde ise %71,6 oranında iyileşmeler olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Cam elyaf keçe, Cam Elyaf, Polyester, Termoset, kompozit, Mekanik Özellikler

FLEXURAL PROPERTIES OF CHOPPED STRANDS E-GLASS FIBER MAT REINFORCED UNSATURATED POLYESTER COMPOSITES

Abstract

Chopped strand E-glass fiber mat (CSM) is a type of glass fiber reinforcement formed by randomly oriented E-glass fibers, typically 25–50 mm in length, bonded together with emulsion or powder binders. These fibers are commonly used in unsaturated polyester, vinyl ester, or epoxy resin systems to produce fiber-reinforced plastic (FRP) composites. CSM offers several advantages such as low cost, easy formability, good resin wet-out, high corrosion and moisture resistance, and isotropic mechanical properties. Composites containing CSM are widely utilized in marine, automotive, construction, domestic, and various industrial applications. In this study, E-glass fiber mats were incorporated into a polyester resin matrix at different weight fractions (0wt.%, 7wt.%, 10wt.%, 15wt.%, and 20wt.%) and fabricated using the hand lay-up technique. The flexural strength, flexural modulus, and flexural strain of the neat polyester and composite specimens were evaluated. The results revealed that, compared to neat polyester resin, increasing the glass fiber content significantly enhanced the flexural properties of the composites, showing maximum improvements of 80.9% in flexural strength and 71.6% in flexural modulus.

Keywords: Chopped strand mat, Glass fiber, Polyester, Thermoset, Composite, mechanical properties

1. INTRODUCTION

Polymer composites have gained significant attention in recent decades due to their high strength-to-weight ratio, corrosion resistance, and versatility in engineering applications such as aerospace, automotive, marine, and construction industries [1,2]. Among these, fiber-reinforced polymer composites exhibit superior mechanical properties compared to neat polymers, making them suitable for load-bearing structures where both stiffness and strength are critical [3,4]. The incorporation of glass fibers, particularly in the form of chopped strands mats, has been widely reported to enhance flexural performance, impact resistance, and dimensional stability of polymer matrices [5,6]. Chopped strand E-glass fiber mats consist of randomly oriented glass fibers held together by a binder, providing isotropic reinforcement in the polymer matrix and facilitating manufacturing using conventional methods such as hand lay-up and compression molding [7]. The weight fraction of fibers plays a crucial role in determining the mechanical performance of the composite. An increase in fiber content generally leads to higher flexural strength and stiffness, as the load is effectively transferred from the polymer matrix to the rigid fibers [8,9]. However, excessive fiber loading may result in reduced ductility, decreased interfacial bonding, and potential fiber agglomeration [10]. Flexural properties, including flexural strength, flexural modulus, and flexural strain, are key indicators of the structural performance of polymer composites under bending loads. Flexural strength provides a measure of the maximum load-bearing capacity before failure, while the flexural modulus reflects the stiffness of the composite. Flexural strain indicates the material's ability to deform under stress, and a balance between strength, stiffness, and strain is critical for practical applications [11,12]. Recent studies have shown that unsaturated polyester composites reinforced with chopped strand E-glass fiber mats exhibit significant improvements in flexural strength and modulus, although the flexural strain tends to decrease with higher fiber fractions [13–15].

Given the growing demand for lightweight and high-performance materials, understanding the influence of different fiber loadings on flexural properties is essential for the design and optimization of polymer composites. This study focuses on evaluating the flexural behavior of unsaturated polyester composites reinforced with varying weight fractions (7 wt.%, 10 wt.%, 15 wt.%, and 20 wt.%) of chopped strand E-glass fiber mats, providing a comprehensive insight into the trade-off between strength, stiffness, and ductility.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. Materials

In the production of composite materials, thermoset-based unsaturated polyester and additives were used. The unsaturated polyester used as the main matrix material was a terephthalic type polyester sourced from Boytek/Istanbul/Turkey. Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKP) hardener was used to cure the polyester resin

at room temperature. The chopped strands E-glass fiber mat reinforcement material, with a density of 450 g/m², was sourced from Composite Market Co. using a powder binder.

2.2. Composite Preparation

The production of the polyester composites reinforced with chopped strand E-glass fiber mat was carried out using the hand lay-up method. During the manufacturing process, the mold surface was first cleaned and a mold release agent was applied. Subsequently, chopped strand E-glass fiber mat layers cut to the appropriate dimensions of the mold were placed into the mold cavity. The unsaturated polyester resin was prepared by mixing it with MEKP hardener and cobalt octoate accelerator in appropriate proportions, and the resulting mixture was applied onto the fiber layers. A rolling process was performed to ensure complete impregnation of the resin into the fiber mat and to eliminate entrapped air. The laminating process was completed by applying the required number of chopped strand E-glass fiber mat layers and resin to achieve the target laminate thickness. The prepared composite samples were left to gel at room temperature. Following gelation, a post-curing process was conducted in an oven at 70 °C for 1 hour. After the curing process was completed, the composite plates were removed from the mold, and trimming and surface finishing operations were performed. The samples were then conditioned for 3 days at 23 °C and 50% relative humidity. Finally, the plates were cut into tensile test specimens, which were prepared and made ready for mechanical testing.



a)



b)



c)



d)

Figure 1. a) Mould b) Chopped strands E-glass fibre mat c) Polyester resin with thickening additive d) Hand-laid composite test panel used in sample production

2.3. Flexural Test Procedure

The three-point bending test was conducted in accordance with ASTM D790 and ISO 14125 to evaluate the mechanical behaviour of the composite materials under flexural loading. All experiments were performed at a controlled temperature of 23 ± 2 °C and a relative humidity of 50 ± 5%, ensuring that environmental variations did not influence the material response. During testing, load–deflection data were continuously recorded to determine the flexural strength, flexural modulus, and flexural strain of the composite specimens.

Flexural strength (σf)) was calculated from the maximum load applied during testing using the following equation:

$$\sigma_f = \frac{3FL}{2bd^2}$$

where: (F) is maximum load (N), (L) is support span (mm), (b) is specimen width (mm) and (d) is the specimen thickness (mm).

The flexural modulus ((E_f)) was determined from the slope of the linear portion of the load–deflection curve according to:

$$E_f = \frac{L^3 m}{4bd^3}$$

where:

(m) = slope of the linear region of the load–deflection curve (N/mm).

The flexural strain at the outer surface of the specimen (εf) was obtained using:

$$\varepsilon_f = \frac{6Dd}{L^2}$$

where:

(D) is maximum mid-span deflection (mm), (d) is specimen thickness (mm) and (L) is the support span (mm).

The overall objective of the flexural test is to quantify the flexural strength, stiffness, and deformation characteristics of composite materials when subjected to bending loads.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The variation of flexural strength with different weight fractions (7 wt.%, 10 wt.%, 15 wt.%, and 20 wt.%) of chopped strand E-glass fiber mat-reinforced unsaturated polyester composites is presented in Figure 2. The results indicate a clear enhancement in flexural performance with increasing fiber content. The neat polyester exhibited a flexural strength of 91.1 MPa, whereas the incorporation of chopped strand E-glass fiber mat at 7 wt.%, 10 wt.%, 15 wt.%, and 20 wt.% resulted in flexural strength values of 111 MPa, 155 MPa, 161 MPa, and 190 MPa, respectively. The progressive increase in flexural strength with rising fiber content demonstrates the reinforcing efficiency of chopped strand E-glass fibers within the polyester matrix. The considerable improvement observed at 10 wt.% and 15 wt.% (approximately 70% and 77% increases relative to the neat matrix) can be attributed to effective stress transfer from the polyester matrix to the glass fibers. At these fiber loadings, the fiber–matrix interfacial adhesion is likely sufficient to facilitate load sharing and inhibit crack propagation during bending. The highest flexural strength, obtained at 20 wt.% fiber content (190 MPa), represents more than a two-fold increase compared to the unreinforced polyester. This significant improvement suggests that the alignment and distribution of the chopped strands within the laminates were effective enough to carry a larger portion of the applied bending load. Additionally, the increased fiber fraction enhances resistance to tensile stresses generated on the outer surface during flexural loading. Overall, the results clearly demonstrate that chopped strand E-glass fiber mat acts as an efficient reinforcement for polyester composites, and the flexural performance improves steadily with increasing fiber content within the tested range. The monotonic strengthening trend indicates that no detrimental effects, such as fiber agglomeration or poor wet-out, occurred up to 20 wt.% reinforcement.

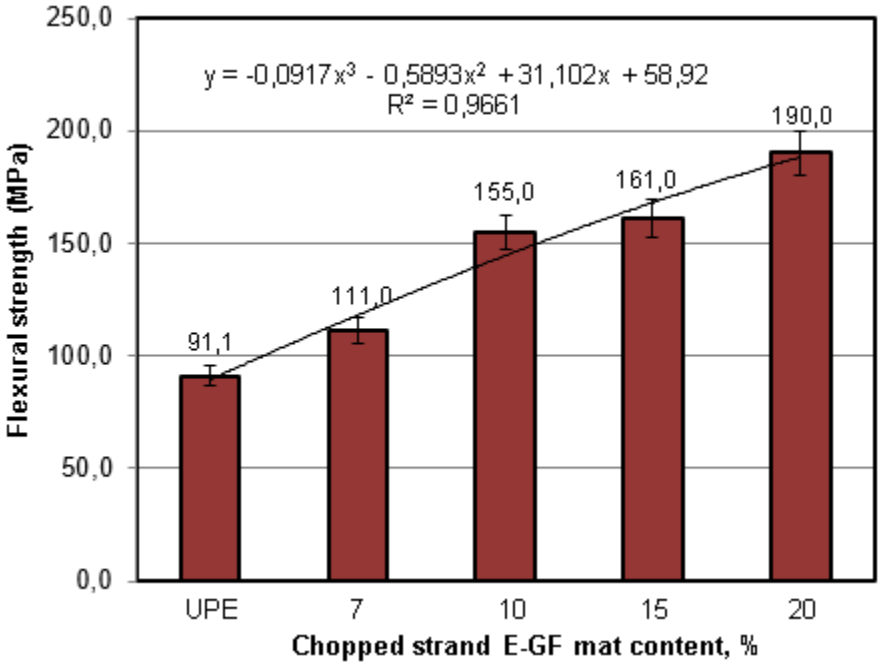


Figure 2. Change in flexural strength of unsaturated polyester-based composites according to chopped strand E-glass fibre mat ratio.

The flexural modulus of chopped strand E-glass fiber mat–reinforced unsaturated polyester composites at different fiber weight fractions (7 wt.%, 10 wt.%, 15 wt.%, and 20 wt.%) are presented in Figure 3. Examination of the results reveals a pronounced increase in flexural stiffness with the incorporation of glass fiber reinforcement. The neat polyester matrix exhibited a flexural modulus of 2400 MPa, whereas the composites reinforced with 7 wt.%, 10 wt.%, 15 wt.%, and 20 wt.% chopped strand E-glass fiber mat showed flexural modulus values of 3480 MPa, 4770 MPa, 5090 MPa, and 6330 MPa, respectively. The steady rise in flexural modulus with increasing fiber content demonstrates the significant stiffening effect provided by the E-glass fibers. At 7 wt.% reinforcement, the flexural modulus increased by approximately 45% compared to the neat polymer, suggesting the presence of an effective fiber–matrix load transfer mechanism even at low fiber loading. A more substantial enhancement is observed at 10 wt.% and 15 wt.%, where the flexural modulus exceeds the matrix modulus by nearly 100% and 112%, respectively. This behavior indicates improved resistance to bending deformation due to the contribution of the fibers in carrying the majority of the tensile and compressive stresses generated during flexural loading. The highest flexural modulus, recorded at 20 wt.% fiber content (6330 MPa), represents a nearly threefold increase compared to the pure polyester. This substantial improvement can be attributed to the increased volume fraction of stiff glass fibers, which act as the primary load-bearing component within the composite structure. Additionally, the more rigid glass fiber network restricts polymer chain mobility, thereby further enhancing the stiffness of the composite system. In general, the

results clearly confirm that chopped E-glass fiber mat acts as an effective stiffness enhancer within the polyester matrix and that the flexural modulus increases with increasing fiber content. Within the tested reinforcement range, the increase in flexural modulus values obtained suggests that there are no adverse effects such as fiber wetting problems and/or matrix discontinuity. This indicates that the composite processing conditions are characterized by homogeneous fiber distribution and strong interfacial bonding.

The variation of flexural strain of chopped strand E-glass fiber mat–reinforced unsaturated polyester composites at different fiber weight fractions (7 wt.%, 10 wt.%, 15 wt.%, and 20 wt.%) is presented in Figure 4. The neat polyester exhibited a flexural strain of 6.8%, indicating its relatively high ductility under bending loads. In contrast, the composites reinforced with 7 wt.%, 10 wt.%, 15 wt%, and 20 wt.% chopped strand E-glass fiber mat displayed reduced flexural strain values of 3.3%, 3.6%, 3%, and 3.2%, respectively. The observed decrease in flexural strain with the addition of glass fibers highlights the stiffening effect of the reinforcement. As the fiber content increases, the composite becomes less deformable due to the high rigidity of the E-glass fibers and the restriction of polymer chain mobility within the matrix. The slight increase in strain at 10 wt.% and 20 wt.% compared to 7 wt.% and 15 wt.% may be attributed to minor variations in fiber distribution or local microstructural heterogeneities; however, overall, the composites exhibit a significant reduction in ductility compared to the unreinforced polyester.

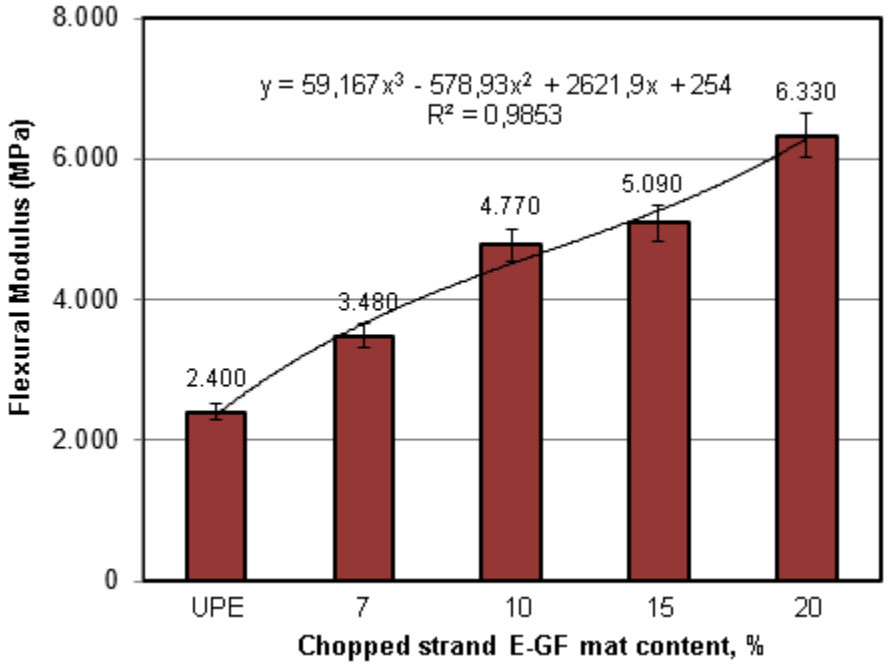


Figure 3. Change in flexural modulus of unsaturated polyester-based composites according to chopped strand E-glass fibre mat ratio.

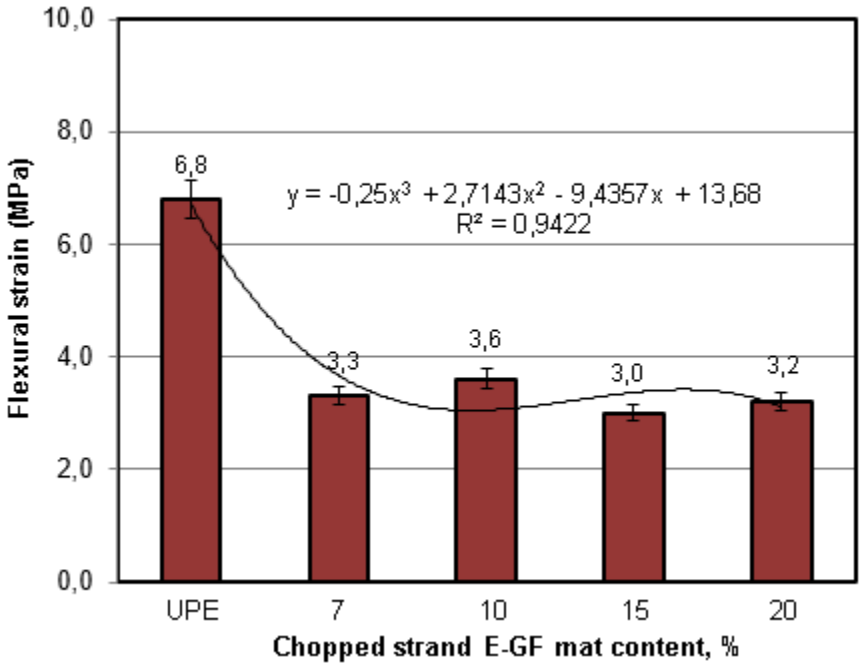


Figure 4. Change in flexural strain of unsaturated polyester-based composites according to chopped strand E-glass fibre mat ratio.

These results demonstrate a clear trade-off between flexural strength/modulus and flexural strain: while the incorporation of chopped strand E-glass fibers substantially improves the stiffness and load-bearing capacity of the composites, it simultaneously reduces their ability to undergo large deformations. This behavior is consistent with the expected mechanical response of fiber-reinforced polymer composites, where the fibers carry most of the applied stress and constrain the matrix, thereby limiting overall strain.

4. CONCLUSIONS

The following conclusions have been drawn from the data obtained in experimental studies.

1. The flexural strength of unsaturated polyester composites significantly increased with the incorporation of chopped strand E-glass fiber mat. The highest strength was observed at 20 wt.% fiber content, indicating that higher fiber fractions effectively enhance the load-bearing capacity under bending.

2. A monotonic increase in flexural modulus was observed with increasing fiber content, confirming that the E-glass fibers act as an efficient stiffening agent within the polyester matrix. The modulus nearly tripled at 20 wt.% fiber reinforcement compared to the neat polyester.

3. Flexural strain decreased markedly with the addition of glass fibers, reflecting the reduced ductility of the composites. The fibers restricted polymer chain mobility and limited deformation, highlighting a trade-off between stiffness/strength and strain capacity.

4. The results suggest that 15–20 wt.% fiber content provides a balanced improvement in both flexural strength and modulus, while maintaining manageable flexural strain. Lower fiber fractions enhance strength moderately but retain higher deformability.

5. Chopped strand E-glass fiber mat reinforcement significantly improves the mechanical performance of unsaturated polyester composites under flexural loading. The combination of increased stiffness and strength with reduced strain demonstrates the effectiveness of fiber reinforcement for structural applications, although careful consideration of ductility requirements is necessary in design.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express their gratitude to SUBOR Pipe Co. and its management for their support in terms of materials, production and testing.

REFERENCES

1. Mallick, P.K. (2007). Fiber-Reinforced Composites: Materials, Manufacturing, and Design (3rd ed.). CRC Press.
2. Gibson, R.F. (2016). Principles of Composite Material Mechanics, (4th ed.). CRC Press.
3. Chung, D. D. L. (2010). Composite Materials: Science and Applications, (2nd ed.). Springer.
4. Kelly, A. (1989). Physics of Fibrous Composites. Elsevier.
5. Mazumdar, S.K. (2002). Composites Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering. CRC Press.
6. Hull, D., and Clyne, T.W., (1996). An Introduction to Composite Materials (2nd ed.). Cambridge University Press.
7. Mallick, P.K., (2010). Materials for Engineering: Fiber-Reinforced Polymer Composites. CRC Press.
8. Daniel, I. M., and Ishai, O., (2006). Engineering Mechanics of Composite Materials (2nd ed.). Oxford University Press.
9. Shokrieh, M. M. (2012). Mechanics of Composite Materials. Elsevier.
10. Kelly, A., and Zweben, C. (2000). Comprehensive Composite Materials, (Vol. 2). Elsevier.
11. ASTM International. (2017). ASTM D790-17: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. ASTM International.
12. International Organization for Standardization. (1998). ISO 14125: Fiber-Reinforced Plastic Composites-Determination of Flexural Properties. ISO.
13. Ramesh, M., Palanikumar, K., and Rajesh, P. (2011). Flexural properties of glass fiber reinforced polyester composites: Influence of fiber content. Materials & Design, 32(5), 2032–2038.
14. Satapathy, A., Sahu, S., and Patnaik, A. (2009). Mechanical properties of chopped strand mat polyester composites. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 28(12), 1329–1342.
15. Tserki, V., Matzinos, P., Pavlidou, S., and Bikiaris, D. N. (2006). Effect of fiber content on the flexural performance of polyester composites. Composites Part B: Engineering, 37(5), 365–372.

MAKRO –BOYUTLU CAM BİLYA (40–70 µm) KATKILI POLİMER KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE FARKLI KATKI ORANLARININ ETKİSİ

Metalurji ve Malzeme Müh. Şevval YILMAZ[1] /Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL[2] /Makine Müh. Cihat ARDA[3]
[1]Subor Boru San. Tic. A. Ş., Tasarım Merkezi, sevval.yilmaz@subor.com.tr, 0000-0001-7043-9914
[2]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, unal@subu.edu.tr, 0000-0003-0521-6647
[3]Subor Boru San. Tic. A. Ş., Tasarım Merkezi, cihat.arda@subor.com.tr, 0000-0002-0677-2568

Özet

Bu çalışma, doymamış polyester (UPE) kompozitlerin mekanik davranışlarına makro boyutlu cam bilya (GB) katkı ilavesinin etkisini araştırmaktadır. Kompozitler, doymamış polyester reçinesinin çeşitli oranlarda cam bilyalarla (40–70 µm) karıştırılması ve karışımların kauçuk kalıplara dökülmesi ve ardından oda sıcaklığında kürlenmesi ile üretilmiştir. Çalışmanın amacı, farklı katkı konsantrasyonlarının, üretilen kompozitlerin eğilme performansını ve genel mekanik özelliklerini nasıl etkilediğini incelemektir. Deney sonuçları, polyester matrisi bünyesindeki cam bilyaların kompozitin mekanik özelliklerini önemli ölçüde değiştirdiğini ortaya koymuştur. Düşük katkı oranlarında cam bilya ilavesi yük transfer verimliliğini artırmış ve polimer ağı içinde daha homojen bir gerilme dağılımı sağlanmıştır. Bu, önemli bir deformasyon kaybı olmadan mekanik bütünlüğün artmasına yol açmıştır. Matris bünyesindeki katkı maddesi konsantrasyonu arttıkça, kompozitin sertliğinde daha fazla bir artış gözlenmiştir. Matris bünyesindeki cam bilya oranının artması, polimer zincirinin hareketliliğinin kısıtlanması ve arayüzey kusurları nedeniyle mukavemet ve esnekliğin azalmasına sebep olmuştur. Genel bulgular, sertlik, mukavemet ve süneklik arasındaki dengenin en iyi şekilde sağlandığı optimum bir cam bilya katkı içeriğinin olduğunu göstermektedir. Bu katkı oranının üzerinde, cam bilya katkısı topaklanmaya sebep olurken cam bilya katkı ile matris arasındaki arayüzey yapışması sonucunda kompozit davranışı daha kırılgan hale gelmiştir.

Anahtar kelimeler: Termoset, kompozit, polyester, cam bilya, mekanik özellikler

EFFECT OF DIFFERENT LOADINGS OF MACRO GLASS BEADS (40–70 µm) ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITES

Abstract

This study investigates the influence of macro glass bead (GB) incorporation on the mechanical behavior of unsaturated polyester (UPE) composites. The composites were produced by mixing the UPE resin with varying amounts of glass beads (40–70 µm) and casting the mixtures into rubber molds, followed by curing at room temperature. The aim was to evaluate how different filler concentrations affect the flexural performance and overall mechanical characteristics of the resulting composites. The experimental results revealed that the presence of glass beads significantly modified the mechanical response of the polyester matrix. At low filler levels, the addition of GB improved the load transfer efficiency and promoted a more uniform stress distribution within the polymer network. This led to enhanced mechanical integrity without a considerable loss of deformability. As the filler concentration increased, a further rise in stiffness was observed, while excessive loading tended to cause a reduction in strength and flexibility due to restricted polymer chain mobility and interfacial imperfections. The overall findings suggest that an optimal glass bead content exists, where the balance between stiffness, strength, and ductility is best achieved. Beyond this level, the composite behavior becomes more brittle as a result of particle agglomeration and weak filler–matrix adhesion.

Keywords: Thermoset, composite, polyester, glass bead, mechanical properties

1. INTRODUCTION

Polymer matrix composites (PMCs) have attracted significant attention in recent decades due to their advantageous combination of low density, high specific strength, chemical resistance, and ease of processing [1,2]. Among thermosetting polymer matrices, unsaturated polyester (UP) resins are widely used in structural, automotive, marine, and electrical applications because of their low cost, good mechanical properties, and excellent processability [3]. However, neat UP resins are inherently brittle and possess limited impact strength, which restricts their use in high-performance applications. Therefore, improving the toughness, stiffness, and dimensional stability of UP composites through the incorporation of inorganic fillers or reinforcing agents has become a key research focus [4,5]. Inorganic fillers such as glass beads (GBs) have been effectively used to modify the mechanical and physical behaviour of polymer composites. Glass beads are spherical, nonporous, and chemically inert particles that can improve the stiffness and dimensional stability of polymers without significantly increasing their density [6]. The addition of glass beads generally enhances the elastic modulus and compressive strength of the composite by restricting the mobility of polymer chains and facilitating more effective stress transfer between the matrix and the filler [7]. Moreover, the spherical morphology of glass beads enables good dispersion within the matrix, reducing stress concentration points compared to irregular-shaped fillers [8]. Nevertheless, the improvement in mechanical performance strongly depends on the interfacial adhesion between the glass bead surface and the polymer matrix. Poor interfacial bonding can lead to debonding under load, micro-void formation, and reduced tensile or flexural strength [9]. To overcome this issue, surface modification of glass beads using coupling agents, such as silane-based compounds, has been widely explored to enhance chemical compatibility and stress transfer efficiency [10,11]. Several studies have also reported that the filler content and particle size significantly influence the final mechanical and thermal properties of glass bead–filled composites. At low filler loadings, the matrix continuity is preserved, allowing efficient load transfer and moderate stiffness enhancement. However, excessive filler addition may cause agglomeration, poor wetting, and interfacial defects, which deteriorate the composite's toughness and elongation at break [12,13]. Additionally, the dispersion quality and particle–matrix interactions determine not only mechanical performance but also the electrical and thermal conductivity of the composite system [14].

In this context, the investigation of glass bead–filled unsaturated polyester composites offers valuable insights into optimizing filler loading, dispersion, and interfacial characteristics to achieve a desirable balance between stiffness, strength, and toughness. The present study aims to evaluate the effects of varying glass bead content on the mechanical properties of unsaturated polyester composites, providing a comprehensive understanding of how filler incorporation influences composite performance and potential engineering applications.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Materials

In the production of the composite materials, a thermoset-based unsaturated polyester resin was used as the primary matrix material, together with particulate fillers. The unsaturated polyester resin employed as the main matrix was a terephthalic-type polyester supplied by Boytek A.Ş. (Istanbul, Türkiye). The filler material consisted of glass beads with an average particle size of 40–70 μm, obtained from Akcihan Glass Co. (Düzce, Türkiye). To initiate curing of the polyester resin at room temperature, Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKP) was used as the hardener.

2.2. Composite Fabrication

The unsaturated polyester composites containing different amounts of glass beads were produced using a resin casting technique with silicone molds. Initially, pure polyester resin was placed into a mixing vessel and stirred using a mechanical mixer. Subsequently, 2 wt.% of a thickening additive was added to the liquid resin and mixed for 30 minutes to achieve the desired viscosity. After viscosity adjustment, glass beads were incorporated into the resin at varying weight fractions (5 wt.%, 10 wt.%, and 15 wt.%) and each formulation was mixed mechanically for another 30 minutes to ensure homogeneous dispersion of the filler within the matrix. Following the mixing process, each prepared formulation was poured into silicone molds to form test specimens. The molded composites were left to cure at room temperature for at least 24 hours to allow for initial polymerization. To ensure complete curing, the specimens were subsequently post-cured in an oven at 70°C for 1 hour. Finally, the cured samples were conditioned at 23°C and 50% relative humidity for three days prior to mechanical testing to stabilize their physical and mechanical properties.

2.3. Mechanical Tests

2.3.1 Flexural test

The flexural behavior of the unsaturated polyester composites was evaluated using a three-point bending test in accordance with ISO 14125 standards. The test specimens were rectangular bars with dimensions of 80 mm × 10 mm × 4 mm, prepared from the cast composites. Each specimen was placed on two parallel supports with a span length of 64 mm, and the load was applied at the mid-point of the sample using a universal testing machine (Zwick Roell-Z250) at a crosshead speed of 5 mm/min until fracture occurred. During the test, both load and deflection data were continuously recorded. The flexural strength (σf) was calculated from the maximum load carried by the specimen, reflecting the material's ability to resist failure under bending. The flexural modulus (Ef) was determined from the slope of the initial linear portion of the stress–strain curve, representing the stiffness of the material. The flexural strain (εf) at the outer surface was computed based on the mid-span

deflection, providing information about the material's deformation capability and ductility before failure. All tests were conducted at room temperature (23±2 °C) under controlled relative humidity (50±2%) conditions to ensure repeatability and reliability. The average values were obtained from at least five specimens for each composite formulation. The results were used to evaluate the effect of glass bead content on the flexural performance, stiffness, and deformation characteristics of the UPE composites.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The variation of flexural strength of unsaturated polyester composites as a function of glass bead content is presented in Figure 1. The neat UPE exhibited a flexural strength of 105 MPa, while the addition of glass beads significantly influenced the mechanical response of the composites. At a 5 wt.% glass bead content, the flexural strength increased from 105 MPa to 116 MPa, corresponding to an improvement of approximately 10.5% compared to the neat UPE. This enhancement can be attributed to the uniform dispersion of glass beads within the polyester matrix, which provides effective stress transfer between the matrix and the rigid filler particles. The spherical geometry of glass beads also facilitates homogeneous stress distribution under bending load, thereby reducing localized stress concentrations and crack initiation sites. When the glass bead loading was increased to 10 wt.%, the flexural strength slightly decreased to 112 MPa, though it still remained 6.7% higher than that of the neat resin. This slight reduction suggests the onset of particle–particle interactions and partial agglomeration, which may disrupt the continuity of the polymer matrix. At this concentration, the interfacial bonding between the filler and the matrix still contributes positively, but the efficiency of load transfer begins to decline due to increasing filler–filler contact and reduced polymer–filler adhesion area. A further increase in glass bead content to 15 wt.% caused a marked decrease in flexural strength to 75 MPa, corresponding to a 28.6% reduction relative to neat UPE. This significant decline indicates that excessive filler loading leads to agglomeration, interfacial debonding, and micro-void formation within the matrix. These defects act as stress concentrators, facilitating crack initiation and propagation under bending load. In addition, the high amount rigid, non-deformable glass beads can restrict the mobility of the polymer chains and impair matrix continuity, resulting in a more brittle composite structure. In summary, the flexural behaviour of UPE/GB composites shows a nonlinear trend with filler content: an initial increase followed by a substantial decrease beyond the optimum loading level (around 5wt.%). Similar trends have been reported in previous studies on glass bead–filled thermoset composites [6,8,9], where moderate filler contents improve stiffness and flexural strength, while excessive loadings degrade mechanical performance due to poor interfacial bonding and stress transfer inefficiency.

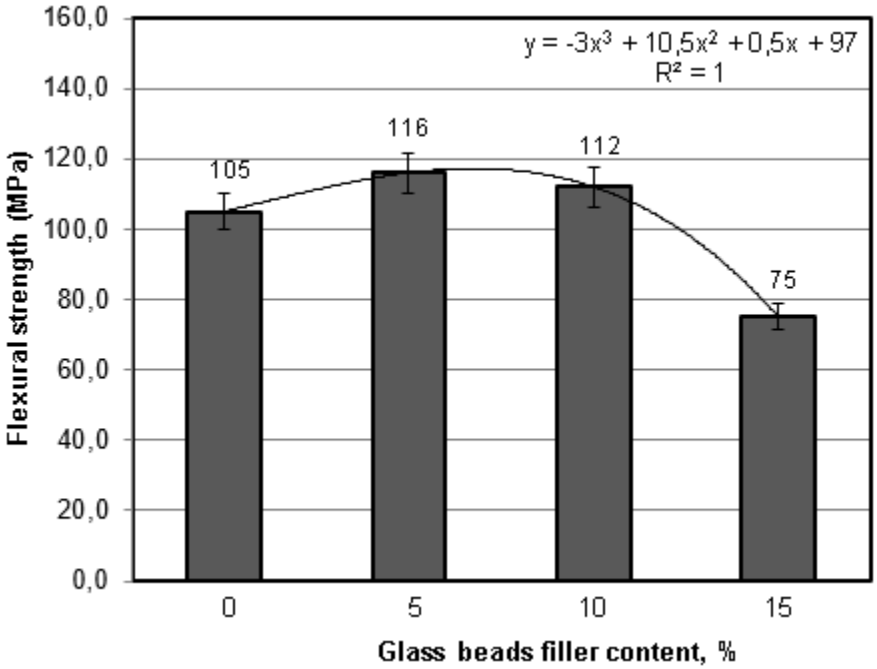


Figure 1. The effect of glass bead content on the flexural strength of glass bead-reinforced polyester composites

The influence of glass bead addition on the flexural modulus of UPE composites is presented in Figure 2. The modulus values increased sharply with rising filler content, revealing the stiffening effect of glass beads on the composite structure. The flexural modulus of neat UPE (2330 MPa) increased drastically to 2990 MPa with the addition of 5 wt% GB, corresponding to a 28.3% enhancement. This increase is primarily due to the higher stiffness of glass beads relative to the polymer matrix. The rigid, spherical particles constrain the deformation of the polymer chains under bending load, thus enhancing the stiffness and rigidity of the composite.

At 10 wt% GB, the modulus rose further to 3090 MPa (+32.6%), indicating more efficient load transfer and higher resistance to elastic deformation. The improvement reflects the increased fraction of rigid filler phase that effectively carries the applied stress, reducing strain in the polymer phase. The modulus reached a nearly constant value at 15 wt% GB (3250 MPa, +39.4%), suggesting that the stiffening effect reached a saturation point. Beyond this concentration, additional glass beads did not contribute significantly to modulus enhancement, likely due to agglomeration, limited interfacial bonding, and matrix discontinuity. This behaviour is consistent with the rule of mixtures and the particulate composite theory, which predict that the modulus increases with the volume fraction of the stiff filler up to a critical level, beyond which filler clustering reduces the efficiency of stress transfer [4,7,15].

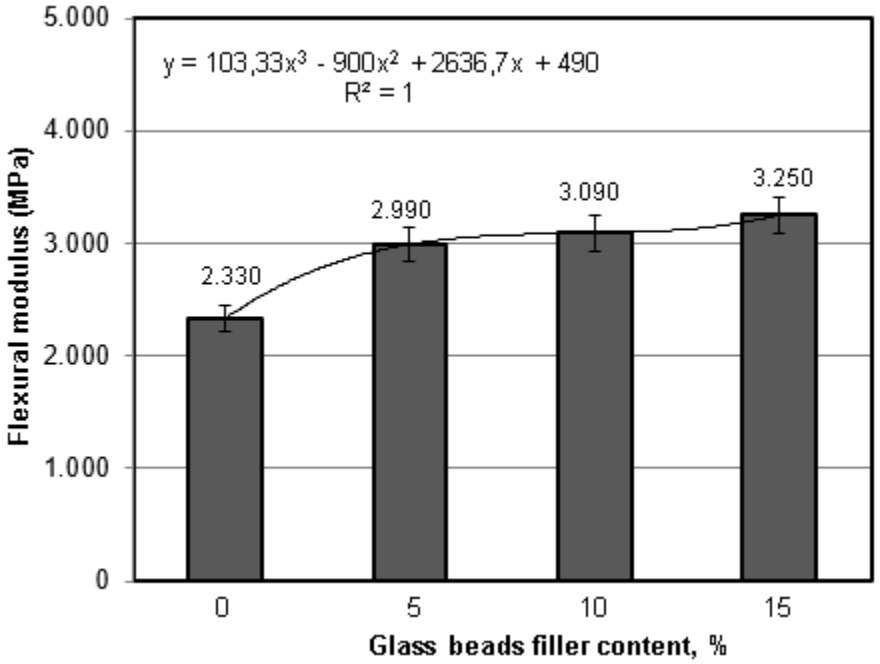


Figure 2. The effect of glass bead content on the flexural modulus of glass bead-reinforced polyester composites

The variation of flexural strain with different glass bead contents for unsaturated polyester composites is presented in Figure 3. The neat UPE exhibited a flexural strain of 5.5%, while the strain increased to 6.5% with the addition of 5 wt% GB, remained at 5.5% for 10 wt% GB, and sharply decreased to 2.5% at 15 wt% GB loading. Compared to the neat UPE, the composite containing 5 wt% GB demonstrated an increase of approximately 18.2% in flexural strain. This enhancement suggests that a low amount of glass beads may act as effective stress transfer centers, allowing limited plastic deformation before fracture. The spherical morphology of the glass beads likely promoted uniform stress distribution and reduced localized stress concentration points within the matrix, thereby improving strain capacity at moderate filler levels. However, as the filler loading increased to 10 wt%, the flexural strain returned to nearly the same level as the neat UPE (no significant change, 0% difference). This indicates that beyond a certain concentration, the filler particles begin to restrict the matrix deformation due to reduced polymer chain mobility and increased stiffness of the composite structure. At the highest loading of 15 wt% GB, a pronounced reduction of approximately 54.5% in flexural strain was observed compared to the neat resin. This strong decline is attributed to the agglomeration of glass beads and the weak interfacial adhesion between the filler and the polyester matrix at higher filler contents. Such conditions promote premature crack initiation and propagation under bending loads, leading to brittle fracture behaviour and lower strain-to-failure. Additionally, the excessive filler content may introduce micro-

voids and interfacial defects, which further limit the composite's ability to undergo elastic or plastic deformation before failure. In summary, the results indicate that a small amount of glass beads (around 5 wt.%) can slightly enhance the flexural strain due to improved stress distribution and better energy dissipation, while excessive filler loading (≥10wt%) results in embrittlement and reduced deformability of the composite system. Thus, the optimum filler content for maintaining a balance between stiffness and flexibility appears to be around 5 wt.% GB for the studied unsaturated polyester system.

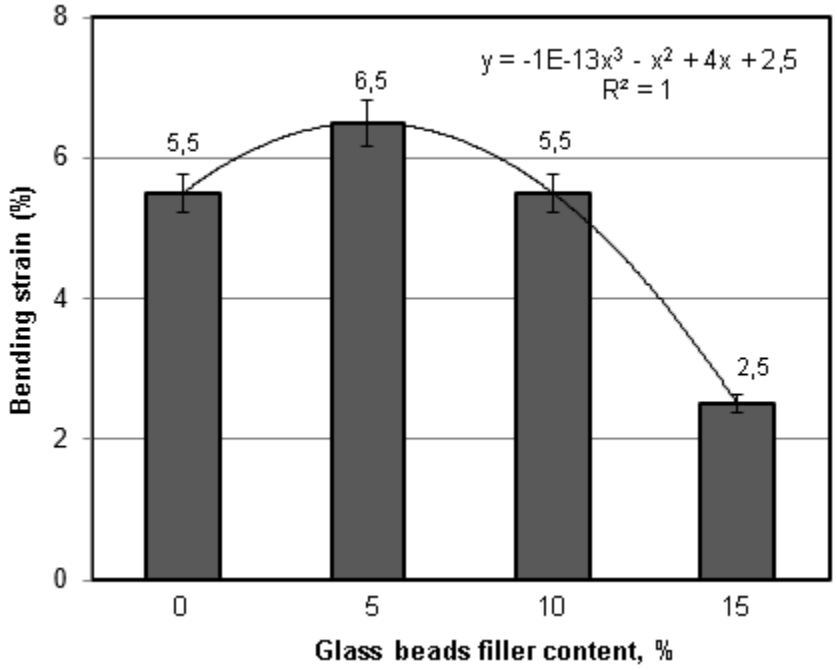


Figure 3. The effect of glass bead content on the flexural strain of glass bead-reinforced polyester composites

4. CONCLUSIONS

1. The incorporation of glass beads into unsaturated polyester significantly influenced the composite's mechanical response, leading to distinct variations in strength, stiffness, and deformation behaviour depending on the filler concentration.

2. At low filler contents, glass beads acted as effective reinforcing agents by improving interfacial stress transfer and promoting uniform stress distribution within the matrix. This resulted in enhanced flexural performance and slightly increased ductility.

3. Increasing the filler content further led to a pronounced improvement in stiffness due to the rigid nature of the glass beads and the restricted mobility of the polymer chains. However, excessive loading caused a reduction in strength and flexibility, primarily due to particle agglomeration, poor interfacial adhesion, and micro-void formation.

4. The overall results suggest that there exists an optimal filler concentration at which the balance between stiffness and toughness is maximized. Beyond this point, the detrimental effects of filler–matrix incompatibility outweigh the mechanical benefits.

5. Consequently, careful optimization of glass bead content and interfacial bonding is essential for designing high-performance unsaturated polyester composites with tailored mechanical properties.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express their gratitude to SUBOR Pipe Co. and its management for their support in terms of materials, production and testing.

REFERENCES

1. Callister, W.D. and Rethwisch, D.G., Materials Science and Engineering: An Introduction, 10th ed.; Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2020.
2. Strong, A.B., Fundamentals of Composites Manufacturing: Materials, Methods, and Applications, 2nd ed.; SME: Dearborn, MI, USA, 2008.
3. Pilato, L.A., Phenolic, Epoxy, and Unsaturated Polyester Resins: Chemistry and Technology; Springer: New York, USA, 2010.
4. Chawla, K.K., Composite Materials: Science and Engineering, 3rd ed.; Springer: New York, USA, 2012.
5. Thomason, J.L., "The influence of fibre length and concentration on the properties of glass fibre reinforced polypropylene: 5. Injection moulded long and short fibre PP.", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2002, 33 (12): 1641–1652.
6. Jang, J., and Kim, H., "Mechanical properties of glass bead-filled epoxy composites and their interfacial characteristics ", Journal of Applied Polymer Science, 1998, 69(11): 2261–2268.
7. Fu, S.Y., Lauke, B., Mader, E., Yue, C.Y., and Hu, X., "Tensile properties of short-glass-fiber and short-carbon-fiber-reinforced polypropylene composites.", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing", 2000, 31(10): 1117–1125.
8. Myranda, L. P., and Amico, S. C., "Effect of glass beads on mechanical behaviour of polyester and vinyl ester resins." Polymer Composites, 2012, 33(11): 1894–1901.
9. Li, X., Tjong, S.C., "Interface and mechanical properties of glass bead reinforced polymer composites.", Composites Science and Technology, 2004, 64(13–14): 2089–2096.
10. Plueddemann, E.P., Silane Coupling Agents, 2nd ed.; Springer: New York, USA, 1991.
11. Li, Y., and Kim, J. K. "Effect of silane treatment on interfacial and mechanical properties of glass bead reinforced epoxy composites." Composites Part B: Engineering, 2008, 39(4): 693–702.
12. John, B., Nair, C. P. R., and Joseph, K., "Effect of particle size and loading on mechanical properties of particulate-filled epoxy composites., Journal of Reinforced Plastics and Composites, 2010, 29(23): 3508–3518.
13. Fu, S.-Y., and Lauke, B., "Effects of particle size, particle/matrix interface adhesion and particle loading on mechanical properties of particulate–polymer composites.", Composites Part B: Engineering, 1998, 39(6): 933–961.
14. Al-Saleh, M. H., and Sundararaj, U., "Review of the mechanical properties of carbon filled polymer composites.", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2011, 42(12): 2126–2142.
15. Nielsen, L. E., and Landel, R. F. (1994), "Mechanical Properties of Polymers and Composites", 2nd ed.; Marcel Dekker: New York, USA

MULTİDİSİPLİNER BAKIŞ AÇISIYLA MENTAL SAĞLIKTA SOSYAL MEDYA, GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

Öğr.Gör., Halil İbrahim ÖZDEMİR[1]/ Dr.Öğr.Üyesi, Serkan BUDAK[2] / Dr.Öğr. Üyesi İsmail BACAK[3] / Öğr.Gör. Fatih ULUKAYA[4]

1Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Veri tabanı,Ağ Tasarımı ve Yönetimi Bölümü, halilibrahim.ozdemir@ksbu.edu.tr, 0000-0003-1225-0413

2 Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, serkan.budak@ksbu.edu.tr, 0000-0002-6999-3528

3 Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ismail.bacak@ksbu.edu.tr, 0000-0002-3328-5933

4 Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, fatih.ulukaya@ksbu.edu.tr, 0000-0002-6999-3528

Özet

Yapay zeka ile giyilebilir teknolojiler son yıllarda oldukça gelişmektedirler. Sosyal medya üzerinden de insanlar dijital olarak durumlarını belirtmektedirler. Özellikle yapay zeka birçok sektörde işlemleri kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada da mental sağlık alanında yapay zeka,sosyal medya ve giyilebilir teknolojilerin bu alandaki kullanımları üzerine bir araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmada mental olarak iyi oluş durumları, psikoloji ve ruh sağlığı gibi alanlardaki yapay zeka ve giyilebilir teknolojiler ile ilgili çalışmalarını incelemiştir. Özellikle mobil teknolojiler ve giyilebilir teknolojilerin ruh sağlığı takibi ve erken teşhislerde etkili araç olduğu gözlenmiştir. İş sağlığı ve güvenliği alanında da bu teknolojilerle kişilerin stres düzeylerinin takip edilebildiği ifade edilmiştir. Literatürden ayrıca sosyal medya ile mental sağlık ile ilgili çalışmalar araştırılmıştır. Yapılan bu derleme çalışması ile hastaların mental olarak iyi oluşlarının takibinde giyilebilir teknolojiler ve mobil teknolojilerin kullanışlı olduğu gözlenmiştir. Sosyal medya ile ilgili ise literatürde daha çok sosyal medya bağımlılığı çalışmaları gözlenmiştir. Yapay zekanın ise erken teşhis ve müdahale sürecinden fayda sağlama potansiyeli çalışmalardan gözlenmiştir. Literatürde ayrıca egzersiz ve teknoloji ile ilgili çalışmalar gözlenmiştir. Yapay zeka ve dil modellerinin bu alanda kullanım potansiyeli gözlenmiştir. Genel olarak bakılığında bu teknolojilerin bu alanda ruh sağlığı, kaygı bozukluğu, şizofren,kişilik özellikleri,alışkanlıklar, stres gibi takiplerinden bahsedilmeleri gözlenmiş olup, etik ve gizlilik gibi kaygıların ise dezavantaj olarak bahsettikleri gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: mental sağlık, yapay zeka, giyilebilir teknolojiler,sosyal medya

SOCIAL MEDIA, WEARABLE TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN MENTAL HEALTH FROM A MULTIDISCIPLINARY PERSPECTIVE

Abstract

Artificial intelligence and wearable technologies have been developing significantly in recent years. People are also expressing their status digitally through social media. Artificial intelligence, in particular, facilitates transactions in many sectors. This study conducted research on the use of artificial intelligence, social media, and wearable technologies in the field of mental health. The study examined studies on artificial intelligence and wearable technologies in areas such as mental well-being, psychology, and mental health. Mobile and wearable technologies, in particular, were observed to be effective tools for mental health monitoring and early diagnosis. It was also noted that these technologies can monitor individual stress levels in the field of occupational health and safety. The literature also explored studies on social media and mental health. This review demonstrated the usefulness of wearable and mobile technologies in monitoring patients' mental well-being. Regarding social media, the literature primarily focused on studies on social media addiction. Studies have also demonstrated the potential for artificial intelligence to benefit early diagnosis and intervention. Studies also explored studies on exercise and technology. The potential for the use of artificial intelligence and language models in this area was observed. Generally speaking, it has been observed that these technologies are mentioned in this field for monitoring mental health, anxiety disorder, schizophrenia, personality traits, habits, stress, and concerns such as ethics and privacy are mentioned as disadvantages.

Keywords: mental health, artificial intelligence, wearable technologies, social media

1. GİRİŞ

Mental sağlık, insanların mental olarak iyi oluş durumları, stres, kaygı, ruh sağlığı ve anksiyete gibi durumlarını inceler. Bu alan oldukça günlük hayatımızda önemli bir yer tutmaktadır. Mental sağlığın kontrol edilmesi, yaşam kalitesi ve iş sağlığı açısından da oldukça önemlidir(Beyhan & Taş, 2019).

Giyilebilir teknolojiler; saat,bileklik,atlet gibi insanların giyebildikleri nesnelerin teknoloji ile geliştirilmelerini ifade eder. Saatlerin dijital olarak geliştirilmesi ile akıllı saatler, bileklerin geliştirilmesi ile akıllı bileklikler geliştirilmektedir(Çakır ve ark.,2018).

Yapay zeka teknolojileri, insan zekasını taklit eden, insan zekası gibi öğrenme taklidi yapan teknolojilerdir. İnsan zekasından esinlenerek, veriler öğrenerek, sınıflandırma, tahmin gibi işlemleri makinelerin yapması durumudur (Pirim, 2006).

Sosyal medya ise günümüzde insanların durumlarını paylaşabildikleri ve haberleşmek üzere kullandıkları bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır(Uluç & Yarcı,2017).

Mental sağlık alanında da giyilebilir teknolojiler ile vücut sıcaklığı, oksijen durumu gibi verilerin toplanması ve yapay zeka ile bu verilerin makine öğrenmesi yöntemleriyle sınıflandırma ve tahminlerinin yapılması ile bu alana katkılar sunmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada ulusal ve uluslararası yayınlar literatürden taraması yapılarak derleme şeklinde sunulmuştur. Mental sağlık, yapay zeka, sosyal medya ve giyilebilir teknolojiler alanları ile ilgili çalışmalar ile literatür taraması yapılmıştır.

3. Literatür Taraması

Filiz ve Karagöz 2024 yılında yaptıkları çalışmada sağlık çalışanlarının mental olarak iyi oluşlarını, yapay zeka kaygı düzeyi üzerindeki etkisini gözlemlemek üzere anket çalışması yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada Warwick-Edinburgh mental iyi oluş ölçeği ve yapay zeka kaygı ölçeği kullanmışlardır. Analiz amacıyla T testi, çoklu regrasyon analizi ve Anova testi yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada sağlık çalışanlarının iyi oluş seviyesinin, yapay zeka kaygısı üzerinde etkisi olduğu ancak çok düşük olduğu sonucuna varmışlardır (Filiz & Karagöz, 2024)

Ballı ve arkadaşları 2024 yılında yaptıkları derleme çalışmasında psikiyatri hizmetlerinin geliştirilmesindeki yapay zeka üzerine araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada yapay zeka ve dil modellerinin psikiyatri bakımındaki potansiyeli üzerine araştırma sunmuşlardır. Tanı doğruluğu, etik kaygılar ve veri gizliliği gibi zorluklardan bahsetmişlerdir (Ballı ve ark.,2024).

Ülker ve Akkan 2023 yılında yaptıkları derleme çalışmasında ruh sağlığı hizmetlerinde yapay zeka ve ilişkili teknolojiler üzerine araştırma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada yapay zeka, akıllı mobil uygulamalar ve sanal gerçeklik gibi teknolojilerden bahsetmişlerdir. Yaptıkları çalışmada tanı,tedavi alanında yapay zekanın anlamlı desteklerinden bahsetmişlerdir. Kaygı bozukluğu gibi alanlarda artırılmış gerçeklik kullanımından değinmişlerdir. Panik bozukluk gibi alanlarda mobil uygulama kullanımı üzerine değinmişlerdir (Ülker & Akkan,2023).

Atılgan ve Uslu 2024 yılında yaptıkları araştırma çalışmasında ruh sağlığı alanında yapay zeka araştırmaları üzerine derleme yapmışlardır. Bu alanda makine öğrenmesini ve chatbotlar temalar arasında yer aldığı belirtilmiştir. Derin öğrenme, şizofreni ve demans konuları gelişmeye devam eden temalar olarak belirtilmiştir (Atılgan & Uslu,2024).

Konyalı ve arkadaşları 2025 yılında yaptıkları çalışmada psikoloji alanında yapay zeka kullanımı üzerine araştırma yapmışlardır. Teşhis, tedavi ve terapi süreçlerinde kullanımı ifade edilmiştir. Yapay zekanın gelişmiş analiz yeteneği, duygusal durumları takip edebilme yeteneklerinden bahsedilmiştir. Dezavantajları arasında etik sorunlar olduğu da ifade edilmiştir (Konyalı ve ark.,2025).

Gültekin 2021 yılında yaptığı çalışmada dijital teknolojilerin gelişimi ile birlikte dijital izlerle yapay zeka ile işlenerek ruh hali, davranış kalıpları, kişilik, alışkanlıkların tahmin edilmesinden bahsetmişlerdir. Bu yöntem ile psikolojik bozuklukların daha erken tespit edilmesindeki öneminden bahsetmişlerdir. Kullanımdaki etik kaygılardan da bahsetmiştir (Gültekin,2021).

Özmen ve Kocakaya, 2024 yılında yaptıkları çalışmada sağlık yönetimi öğrencileriyle çalışmışlardır. Burada sosyal medya bağımlılığının karanlık kişilik özellikleri üzerine çalışmışlardır. Bu çalışma ile sosyal medya bağımlılığı ile karanlık kişilik arasında yüksek pozitif ilişki olduğu ifade edilmiştir. Sosyal medya bağımlılığını azaltmanın öneminden bahsedilmiştir (Özmen & Kocakaya,2024).

3.1 Multidisipiner Yaklaşımla Mental Sağlık

Çabuk ve arkadaşları 2025 yılında kabul alan çalışmalarında, giyilebilir ve mobil sağlık teknolojilerinin, iş yerinde yer alan risklerin yönetilmesi açısından öneminden bahsetmişlerdir. Giyilebilir cihazlar ile kalp atışı, nabız ve stres seviyelerinin takibinden bahsetmişlerdir. Böylece erken teşhis ve müdahaleye yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Mobil teknolojiler ise iş sağlığı eğitimlerinde ve mental sağlığı desteklediğinden bahsetmişlerdir (Çabuk ve ark.,2025).

Sapan 2024 yılında yaptığı tez çalışmasında, fitness yapan bireyleri incelemiştir. Burada giyilebilir teknoloji kullanımı ile egzersiz bağımlılığı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, egzersiz bağımlılığı ile teknoloji kullanımı arasında düşük pozitif etki olduğunu belitrmiştir(Sapan,2024).

Çetinkaya ve Uslu 2020 yılında yaptıkları çalışmada mobil cihazların ruh sağlığı alanında kullanılabilir olduğu ve şizofreni alanında etkili seçenek olduğunu ifade etmişlerdir. Bu tür hastaların ihtiyaç ve hastalık yönetimdeki kullanım potansiyelinden bahsetmişlerdir (Çetinkaya & Uslu,2020).

Gökbulut ve Bal 2021 yılında yaptıkları çalışmada, bireylerin mental olarak iyi oluşları ile sağlıklı yaşam arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Burada anket çalışması yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçta sağlıklı yaşam farkındalığının, mental iyi oluşla arasında ilişki olduğu ifade edilmiştir (Gökbulut & Bal,2021).

Arslan ve arkadaşları 2024 yılında yaptıkları çalışmada sağlık bilimleri fakültesi öğrencilerinde araştırma yapmışlardır. Yaptıkları araştırmada sosyal medya bağımlılığın az olan öğrencilerde pozitif ruh sağlığı ile ilgili kişisel memnuniyet gibi durumlarla etkili olduğu ifade edilmiştir. Sosyal medya bağımlılığı riskini azaltmada öneriler sunmuşlardır (Arslan ve ark.,2024).

Abd-alrazaq ve arkadaşları 2023 yılında yaptıkları derleme çalışmasında kaygı ve depresyon konusunda giyilebilir yapay zeka üzerine araştırma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada giyilebilir teknolojilerin çalışmaların üçte ikisinin depresyon için kullandığını ifade etmişlerdir. Diğerlerinin ise anksiyete için kullanıldığını ifade etmişlerdir. Teşhis amaçlı kullanımından bahsetmişlerdir. Anksiyete ve depresyon konusu üzerinde daha çok bahsetmişlerdir(Abd-alrazaq ve ark.,2023).

Welch ve arkadaşları 2022 yılında yaptıkları çalışmada çocuk ve ergen psikolojisi üzerine tedavi kişiselleştirilmesi üzerine giyilebilir cihazlar konusunu araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada dikkat eksikliği, otizim spektrum bozukluğu ile anksiyete bozukluğuna odaklanmışlardır. Kardiyo fitness göğüs bandı ile Fibrit saatlere odaklanmışlardır. Çalışma sonucunda çalışmaların çoğunun pilot olduğu uygulama alanında daha çok çalışılması gerektiğini ifade etmişlerdir (Welch ve ark.,2022)

Coelho ve arkadaşları 2025 yılında yaptıkları çalışmada dijital araçların ruh sağlığına desteği konusunda araştırma yapmışlardır. Bu araştırmada teletıp, çevrimiçi terapiden bahsetmişler ve yetersiz hizmet alan yerlere erişebilirliği artırabileceği potansiyelinden bahsetmişler ve gizlilik gibi dezavanajlarından da bahsetmişlerdir. Dikkatli şekilde kullanıldığında zihinsel sağlık sonuçları üzerine iyileşme potansiyelinden bahsetmişlerdir (Coelho ve ark.,2025)

Korkmaz ve arkadaşları 2023 yılında yaptıkları çalışmada ergenlerde sosyal medya bağımlılığı ve uyku kalitesi arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma ile birlikte sosyal medya kullanımının uyku problemlerine yol açabileceği ifade edilmiştir. Kontrol altında tutulması gerektiği ifade edilmiştir(Korkmaz ve ark.,2023).

Parlakyıldız 2025 yılında yaptığı derleme çalışmasında egzersizin mental sağlık alanında faydalar sağladığı, maliyetli ve yan etkisi az bir yöntem olduğunu ifade etmiştir. Depresyon ve anksiyete gibi hastalıklar için olumlu etkisi olduğu ve alternatif terapi olarak kullanılabileeğini ifade etmiştir (Parlakyıldız,2025).

3. BULGULAR

İncelenen literatür taramasında mental sağlık alanında yapay zeka alanında özellikle doğal dil işleme çalışmaları dikkat çekmiştir. Doğal dil işleme ile birlikte bir paragraftan duygu anlama gibi durumlarda kullanışlıdır. Özellikle chatbot konusu da literatürde gözlenmiştir. Yapay zekanın bu alanda teşhis sürecinde destekler sunabileceği potansiyeli gözlenmiştir. Giyilebilir teknolojilerin ise kişiler kalp atışı, stres seviyesi gibi durumlarının takibindeki potansiyellerinden bahsedilmiştir. Bu sayede fizik tedavi, hasta takipleri gibi alanlarda insanların fizyolojik parametrelerin takibi ile olası erken teşhislerin bulunabilme ve hasta takibine yönelik potansiyeller gözlenmiştir. Ayrıca iş sağlığı ve güvenliği açısından giyilebilir teknolojiler ile çalışanların fizyolojik parametrelerinin takibi ile olası stres gibi durumların takip potansiyeli gözlenmiştir. Egzersizlerin de giyilebilir teknolojiler ile takibi ve kişinin mental durumlarının giyilebilir teknolojiler ve yapay zeka ile değerlendirilebileceği potansiyeline ulaşılmıştır. Sosyal medya bağımlılığı ile insan ruh arasındaki çalışmalar gözlenmiş ve sosyal medya bağımlılığının farkındalığının bu alandaki potansiyeli gözlenmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Mental sağlık, insanların stres, kaygı ve ruh hali gibi durumlarını ifade etmektedir. İnsanların stresli olup olmadıkları, ruh sağlıkları ve kaygı durumlarının takip edilmesi, teşhisinde teknolojik desteklerden yararlanabileceği potansiyeli gözlenmiştir. Dil işleme ve chatbotların da bu alanda metinlerden analiz potansiyelleri gözlenmiştir. Özellikle nabız,stres gibi parametrelerin takibinde giyilebilir teknolojilerin potansiyeli gözlenmiştir. Bu sayede egzersizler ve iş yerine çalışan insanların stres ve mental durumlarının takipleri yapılabileceği ve bu alanda yapay zeka desteği ile ilgili potansiyeller gözlenmiştir. Literatür çalışması incelendiğinde sosyal medya alanında daha çok çalışmaların bu yönde sosyal medya bağımlılığı yönünde olduğu gözlenmiştir. Gelecek çalışmalarda egzersiz ile mental sağlık durumu üzerine daha çok araştırmalar yapılması gerektiği ve sosyal medyanın mental sağlık üzerine olumlu yanları üzerine daha çok araştırmalar yapması gerektiği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Abd-Alrazaq, A., AlSaad, R., Aziz, S., Ahmed, A., Denecke, K., Househ, M., ... & Sheikh, J. (2023). Wearable artificial intelligence for anxiety and depression: scoping review. Journal of Medical Internet Research, 25, e42672.

Arslan, A. B., Özgür, S., & Açıkgöz, N. E. (2024). Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Sosyal Medya Bağımlılığında Pozitif Ruh Sağlığı Becerilerinin Yordayıcı Rolü ve Etkileyen Etmenler. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 9(3), 419-429.

Atılgan, E., & Uslu, E. (2024). Ruh Sağlığı Alanında Yapay Zeka Araştırmaları: Bibliyometrik Bir Değerlendirme. Osmangazi Tıp Dergisi, 46(4), 627-636.

BALLI, M., DOĞAN, A. E., & ESER, H. Y. (2024). Psikiyatri Hizmetlerinin Yapay Zekâ ile Geliştirilmesi: Fırsatlar ve Zorluklar. Turkish Journal of Psychiatry, 35(4).

Beyhan, Y., & Taş, V. (2019). Mental sağlık ve beslenme. Zeugma Health Res, 1(1), 31-36.

Coelho, J., Pécune, F., Micoulaud-Franchi, J. A., Bioulac, B., & Philip, P. (2025). Promoting mental health in the age of new digital tools: balancing challenges and opportunities of social media, chatbots, and wearables. Frontiers in Digital Health, 7, 1560580.

Çabuk, A., Ünyilmaz, G. D., Aykanat, E., Can, K., Çavdar, M., Bala, Y. S., ... & Tepe, S. (2025). Giyilebilir Sağlık Teknolojilerinin ve Mobil Sağlık Uygulamalarının İş Sağlığı ve Güvenliğine Etkisi. Turkish Academic Research Review, 10(1), 177-188.

Çakır, F. S., Aytekin, A., & Tüminçin, F. (2018). Nesnelerin interneti ve giyilebilir teknolojiler. Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi, 4(5), 84-95.

Çetinkaya, B., & Uslu, E. (2020). Parmak ucundaki bakım: mobil uygulama ve şizofreni hastalarının bakımında kullanımı. Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 11(4), 574-581.

Filiz, M., & Karagöz, Y. (2024). Sağlik Çalişanlarinin Mental İyi Oluş Düzeylerinin Yapay Zeka Kaygisi Üzerindeki Etkisi. Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi, 6(2), 105-114.

Gökbulut, N., & Bal, Z. (2021). Mental iyi oluşluğun sağlıklı yaşam farkındalığıyla ilişkisi. Anatolian journal of health research, 2(2), 51-56.

Gültekin, M. (2021). Psikolojik sağlık hizmetlerinde dijital fenotipleme kullanımı: Fırsatlar, etik ve yasal sorunlar. Nesne-Psikoloji Dergisi, 9(22), 968-988.

Konyalı, A., Naipoğlu, C., Güner, S., Bakkal, İ., & Çelik, A. R. (2025). PSİKOLOJİDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMI VE UYGULAMALARI. Journal of Kocaeli Health and Technology University, 3(1), 1-17.

Korkmaz, Z., Çiçek, İ., Yıldırım, M., & Ünsal, F. (2023). Sosyal medya bağımlılığı ve uyku kalitesi arasındaki ilişki: Sanal dünyanın ergenler üzerindeki etkisi. Yaşadıkça Eğitim, 37(3), 844-856.

Özmen, S., & Kocakaya, K. (2024). Sağlık yönetimi öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığının karanlık kişilik özellikleri üzerine etkisi. Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (35), 146-159.

Parlakyıldız, S. (2023) Egzersizin Ruh Sağlığı Üzerindeki Terapötik Etkisi, Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar-Current Approaches in Psychiatry 2025; 17(3):429-444

Pirim, A. G. H. (2006). Yapay zeka. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 1(1), 81-93.

Sapan, O. A. (2024). Fitness yapan bireylerin giyilebilir teknoloji kullanımı ve egzersiz bağımlılığı ilişkisinin incelenmesi.

Uluç, G., & Yarcı, A. (2017). Sosyal medya kültürü. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (52), 88-102.

Ülker, S. V., & Akkan, G. (2023). RUH SAĞLIĞI HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI VE İLİŞKİLİ TEKNOLOJİLER. Fenerbahçe üniversitesi sosyal bilimler dergisi, 3(2), 242-263.

Welch, V., Wy, T. J., Ligezka, A., Hassett, L. C., Croarkin, P. E., Athreya, A. P., & Romanowicz, M. (2022). Use of mobile and wearable artificial intelligence in child and adolescent psychiatry: scoping review. Journal of medical Internet research, 24(3), e33560.

HAVA KURUTMA VE DONDURARAK KURUTMA YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Ece ÜSTÜN[1] , Fatma HEPSAĞ[2]

[1] Yüksek Lisans Öğrencisi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli 80750 Osmaniye, Turkey. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-0016-4062 eeustunn@gmail.com, 05422522472

[2]Doç. Dr, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli 80750 Osmaniye, Turkey. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3688-4106 fatmahepsag@osmaniye.edu.tr, 0532 677 68 22

Özet

Gıda muhafazasında kurutma işlemleri, ürünlerin raf ömrünü uzatmak ve kalitesini korumak amacıyla yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Bu çalışmada, gıda endüstrisinde sıklıkla tercih edilen iki farklı kurutma tekniği olan hava kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Hava kurutma yöntemi, ürünlerin sıcak hava akımına maruz bırakılarak nem içeriklerinin azaltılması prensibine dayanmaktadır. Bu yöntem, basit ekipman gereksinimleri ve düşük işletme maliyetleri nedeniyle endüstriyel uygulamalarda tercih edilmektedir. Ancak yüksek sıcaklık uygulaması, ürünlerde renk değişimi, besin değeri kayıpları ve doku bozulmalarına yol açabilmektedir. Dondurarak kurutma yöntemi ise, donmuş ürünlerdeki suyun süblimleşme yoluyla uzaklaştırılmasını içeren bir prosestir. Bu yöntem, düşük sıcaklık ve vakum koşulları altında gerçekleştirildiğinden, ürünlerin orijinal yapısını, besin değerlerini ve organoleptik özelliklerini büyük ölçüde korumaktadır. Dondurarak kurutulmuş ürünler, gözenekli yapıları sayesinde hızlı rehidrasyon kapasitesine sahiptir ve uzun raf ömrü sunmaktadır. Her iki yöntem de nem içeriğini azaltarak mikrobiyal gelişimi engellemekte ve ürün stabilitesini sağlamaktadır. Ancak kalite parametreleri açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Dondurarak kurutma, besin öğelerinin, biyoaktif bileşenlerin ve duyusal özelliklerin korunması açısından üstün performans göstermektedir. Hava kurutma yöntemi ise maliyet etkinliği ve işlem basitliği avantajları sunmaktadır.

Sonuç olarak, kurutma yönteminin seçimi, hedeflenen ürün kalitesi, ekonomik faktörler ve endüstriyel uygulama koşulları göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Dondurarak kurutma yüksek kaliteli son ürün elde edilmesi gereken durumlarda, hava kurutma ise büyük ölçekli ve maliyet-odaklı uygulamalarda tercih edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Gıda kurutma, dondurarak kurutma, hava kurutma, ürün kalitesi, besin değeri, gıda muhafazası

Abstract

Drying processes in food preservation are widely used methods to extend shelf life and maintain product quality. This study presents a comparative analysis of two commonly preferred drying techniques in the food industry: air drying and freeze drying. Air drying involves reducing the moisture content of products by exposing them to a stream of hot air. Due to its simple equipment requirements and low operating costs, it is favored in industrial applications. However, the application of high temperatures can lead to color changes, nutrient losses, and texture degradation in products. Freeze drying, on the other hand, is a process that removes water from frozen products through sublimation. Since this method is carried out under low temperature and vacuum conditions, it largely preserves the original structure, nutritional value, and organoleptic properties of the products. Freeze-dried products offer rapid rehydration capacity due to their porous structure and have a long shelf life. Both methods reduce moisture content, thereby inhibiting microbial growth and ensuring product stability. However, there are significant differences in terms of quality parameters. Freeze drying demonstrates superior performance in preserving nutrients, bioactive compounds, and sensory attributes. Air drying, meanwhile, offers advantages in cost-effectiveness and process simplicity.

In conclusion, the choice of drying method should be made by considering the desired product quality, economic factors, and industrial application conditions. Freeze drying is preferable when high-quality end products are required, while air drying is suitable for large-scale and cost-oriented applications.

Key words: Food drying, freeze drying, air drying, product quality, nutritional value, food preservation

Giriş

Gıdaların kurutulması, insanlık tarihinin en eski muhafaza yöntemlerinden biridir ve günümüzde modern teknolojilerle geliştirilmiş haliyle gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Nowak & Jakubczyk, 2020). Kurutma işleminin temel amacı, gıdadaki su içeriğinin azaltılarak mikrobiyal aktivitenin ve enzimatik reaksiyonların önlenmesi, böylece ürünün raf ömrünün uzatılmasıdır (Bourdoux ve ark., 2016). Su aktivitesi (aw) değerinin 0.6'nın altına düşürülmesi, çoğu mikroorganizmanın üremesini engellemekte ve gıda güvenliğini sağlamaktadır (Ratti, 2001).

Modern gıda kurutma teknolojileri arasında en yaygın kullanılan iki yöntem hava ile kurutma ve dondurarak kurutmadır. Hava ile kurutma, konvansiyonel bir yöntem olarak ekonomik avantajları ve kolay uygulanabilirliği nedeniyle tercih edilirken, dondurarak kurutma yüksek kaliteli ürünler elde etmek için geliştirilmiş ileri bir teknolojidir (Araya-Farias ve diğerleri, 2020). Her iki yöntem de gıdadan nemi uzaklaştırma prensibine dayansa da işletim mekanizmaları, enerji gereksinimleri ve son ürün kaliteleri önemli farklılıklar göstermektedir (Nowak & Jakubczyk, 2020).

Son yıllarda, tüketicilerin doğal, minimal işlenmiş ve yüksek besin değerine sahip gıdalara olan talebi artmış, bu durum da kurutma teknolojilerinin optimizasyonuna yönelik araştırmaları hızlandırmıştır (Coşkun ve ark., 2024). Bu makale, güncel literatür verilerine dayanarak hava ile kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerini karşılaştırmalı olarak ele almakta ve endüstriyel uygulamalar için pratik öneriler sunmaktadır.

KURUTMA YÖNTEMLERİNİN TEMEL PRENSİPLERİ

Hava ile Kurutma (Sıcak Hava Kurutması)

Hava ile kurutma, gıdanın sürekli akan sıcak hava akımına maruz bırakılarak nem içeriğinin buharlaştırılması prinsibine dayanır (Ratti, 2001). Bu yöntem, ısı ve kütle transferini içeren karmaşık bir süreçtir. Kurutma sırasında, sıcak hava gıda yüzeyinden nemi alırken, gıdanın iç kısımlarından yüzeye ne difüzyonu gerçekleşir (Guo ve ark., 2023). Tipik olarak 40-80°C sıcaklık aralığında, 0.5-2 m/s hava hızında ve atmosferik basınçta gerçekleştirilir (Yıldız ve ark., 2024).

Konvektif kurutma olarak da bilinen bu yöntem, basit ekipman gereksinimleri ve düşük başlangıç maliyeti nedeniyle endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır (Guo ve ark., 2023). Ancak, yüksek sıcaklık ve oksijenle temas, gıdanın kimyasal ve fiziksel özelliklerinde değişikliklere neden olabilmektedir (Yıldız ve ark., 2024). Kurutma sürecinde sıcaklık, hava hızı, nem içeriği ve ürün geometrisi gibi parametreler nihai ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir (Ratti, 2001).

Dondurarak Kurutma (Liyofilizasyon)

Dondurarak kurutma, gıdanın önce dondurulması ve ardından vakum altında suyun doğrudan buz fazından gaz fazına geçişi (süblimation) yoluyla uzaklaştırılması prinsibine dayanır (Nowak & Jakubczyk, 2020). Bu yöntem üç temel aşamadan oluşur **1. Dondurma Aşaması:** Gıda -20°C ile -80°C aralığında dondurulur. Bu aşamada, ürünün yapısı ve şekli korunur, buz kristalleri oluşur (Shishehgarha ve ark., 2022). **2. Birincil Kurutma (Süblimation):** Düşük basınç (13-133 Pa) altında, donmuş su doğrudan buhar fazına geçer (Nowak & Jakubczyk, 2020). Bu aşama toplam kurutma süresinin %90-95'ini oluşturur ve 8-9 saat sürebilir (Zhou ve ark., 2021). **3. İkincil Kurutma (Desorpsiyon):** Bağlı su molekülleri yüksek sıcaklıklarda (20-60°C) uzaklaştırılır ve nihai nem içeriği %0,5-3'e düşürülür (Taskin, 2025).

Dondurarak kurutma, düşük sıcaklık ve sıvı su yokluğu nedeniyle enzimatik ve mikrobiyolojik reaksiyonları en aza indirerek üstün kalitede ürünler sağlar (Coşkun ve ark., 2024). Ancak, yüksek enerji tüketimi ve ekipman maliyeti bu yöntemin başlıca dezavantajlarıdır (Zhou ve ark., 2021).

ÜRÜN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLER

Fiziksel Özellikler

Büzülme ve Hacim Değişimi: Hava ile kurutmada, yüksek sıcaklık nedeniyle önemli büzülme (%30-70) meydana gelir (Ratti, 2001). Bu durum, ürünün dokusunu sertleştirir ve yeniden hidratasyon kapasitesini azaltır (Yıldız ve ark., 2024). Dondurarak kurutmada ise büzülme minimal düzeydedir (%2-8), çünkü buzun süblimasyonu gözenekli bir yapı oluşturarak orijinal şekli korur (Nowak & Jakubczyk, 2020).

Renk ve Görünüm: 2020-2024 arası yapılan çalışmalar, dondurarak kurutmanın renk parametrelerini (L, a, b değerleri) en iyi koruyan yöntem olduğunu göstermiştir (Coşkun ve ark., 2024). Özellikle L değeri (parlaklık) gözenekli yapı sayesinde daha yüksektir (Taskin, 2025). Hava kurutmada ise Maillard reaksiyonları ve karotenoid degradasyonu nedeniyle koyulaşma ve kahverengileşme gözlenmektedir (Yıldız ve ark., 2024).

Doku ve Rehidratasyon: Dondurarak kurutulan ürünler, gözenekli yapıları sayesinde hızlı ve efektif rehidratasyon özelliği gösterir (2-5 dakika) (Shishehgarha ve ark., 2022). Hava ile kurutulmuş ürünlerde ise "case hardening" (dış kabuk sertleşmesi) nedeniyle rehidratasyon süresi uzar ve tam hidratasyon sağlanamaz (Ratti, 2001).

Besin Değeri ve Biyoaktif Bileşenler

Korunumu vitamini: Güncel araştırmalar, dondurarak kurutmanın C vitamini için %90-97 oranında koruma sağladığını göstermiştir (Mondal ve ark., 2021). Hava kurutmada ise bu oran %30-60 aralığında kalmaktadır (Yıldız ve ark., 2024). Örneğin, 2020 yılında brokoli üzerinde yapılan bir çalışmada, dondurarak kurutma %4,6 vitamin C kaybına neden olurken, hava kurutma %66,4 kayıp göstermiştir (Mondal ve ark., 2021).

Karotenoid ve Fenolik Bileşikler: Deniz çalı yemişi (seabuckthorn) üzerinde yapılan çalışmalarda, dondurarak kurutmanın hava kurutmaya göre %93 daha fazla karotenoid, %34 daha fazla C vitamini ve %11 daha fazla fenolik bileşik koruduğu tespit edilmiştir (Nakagawa ve ark., 2021). Bu üstünlük, düşük sıcaklık ve oksijen yokluğundan kaynaklanmaktadır (Coşkun ve ark., 2024).

Antioksidan Aktivite: Karoten gibi yüksek doymamış bileşikler ısı ve oksidasyona karşı hassastır (Pashazadeh ve ark., 2021). Hava kurutmada, yüksek sıcaklıkta lipoksijenaz aktivitesi artarak karotenoid degradasyonuna neden olmaktadır (Yıldız ve ark., 2024). Dondurarak kurutma, düşük sıcaklık ve düşük lipoksijenaz aktivitesi sayesinde bu değerli bileşenleri korumaktadır (Nakagawa ve ark., 2021).

Organoleptik Özellikler

Dondurarak kurutma, gıdanın doğal lezzet ve aroma bileşenlerini en üst düzeyde korur (Coşkun ve ark., 2024). Sıvı su fazının olmaması ve düşük sıcaklık, uçucu bileşenlerin korunmasını sağlar (Araya-Farias ve ark., 2020). Hava kurutmada ise yüksek sıcaklık, aroma bileşenlerinin buharlaşmasına ve lezzet degradasyonuna neden

olabilir (Guo ve ark., 2023). Duyusal analizler, dondurarak kurutulan meyve ve sebzelerin yeni ürünlere en yakın tat profiline sahip olduğunu göstermektedir (Koutchma ve ark., 2023). Dondurulmuş kurutmanın gıda ürünlerinin biyoaktivite ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Dondurulmuş kurutmanın gıda ürünlerinin biyoaktivite ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi (Coşkun ve ark., 2024).

Örnekleri	Kurutma Koşulları	Çıkarılan Su Yüzdesi	Sonuçları
Gastrodia elata	−50 °C'de kuruyana kadar	*	-Aktif bileşenlerin ve orijinal rengin tutulması. -İç yapı ve ana bileşenlerin korunması. -Keskin kokuların fiziksel ve duyusal özellikler olarak korunması.
Fesleğen yaprakları (Ocimum basilicum)	25 °C'de 48 saat	Yaklaşık %94,1	-PH'da net değişim yok. -Klorofil ve C vitamini azalması. -Toplam polifenoller, flavonoidler, antioksidan aktivite ve toplam karotenoidlerin artışı. -Renk değiştikçe kararma.
Sarımsak	−18 °C ve 0,518 mbar ile kuruyana kadar soğuk tuzak sıcaklığı −95 °C	Yaklaşık %91,57	-Minimum büzme, azalmış sertlik ve düşük rehidrasyon kapasitesi. -Biyoaktif özelliklerin üstün koruması.
Hurma	−70 °C ve 20 Pa'da 48 saat boyunca	*	-Toplam fenolik içeriğin, toplam flavonoid içeriğinin, çözünür taninin, arbutin, proantosiyanidin, β-karoten içeriğinin ve antioksidan aktivitenin azalması.
Alıç meyvesi	−40 °C ve 40 Pa ile 24 saat için, kondansatör sıcaklığı −50 °C	99.8%	-Toplam fenolik içeriğin, antioksidan aktivitenin ve toplam flavonoid içeriğinin azalması. -Rengin korunması ve küçülmenin azalması. -Rehidrasyon kapasitesinin geliştirilmesi.

ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK ANALİZ

Enerji Gereksinimleri

Enerji tüketimi, kurutma yöntemlerinin seçiminde kritik bir faktördür (Zhou ve ark., 2021). Yapılan diğer bir çalışmada, dondurarak kurutmanın sıcak hava kurutmasına göre 4-10 kat daha fazla enerji tükettiğini göstermektedir (Karwacka ve ark., 2022; Coşkun ve ark., 2024):

Dondurarak Kurutma

Literatürde rapor edilen bulgular, dondurarak kurutma süreçlerinin enerji tüketimi açısından oldukça yoğun olduğunu göstermektedir. Karwacka ve ark. (2022), spesifik enerji tüketimini 25,33 kWh/kg olarak bildirmiştir. Benzer şekilde Zhou ve ark. (2021), ortalama güç tüketiminin 700–1200 W/saat aralığında gerçekleştiğini ve

tipik bir kurutma döngüsünün 24 saatlik sürede yaklaşık 18,5 kWh enerji harcadığını belirtmiştir. Sürecin başlıca enerji tüketicileri ise vakum pompası, soğutma sistemi ve rezistif ısıtıcılar olarak tanımlanmıştır (Nowak & Jakubczyk, 2020). Bu veriler, dondurarak kurutmanın yüksek enerji gereksinimlerini ortaya koymakta ve sürecin optimizasyonu için enerji verimliliği odaklı çalışmaların önemini vurgulamaktadır.

Hava ile Kurutma

Atmosferik koşullarda gerçekleştirilen kurutma yöntemleri, enerji tüketimi ve ekipman maliyeti açısından dondurarak kurutmaya kıyasla daha avantajlıdır. Guo ve ark. (2023), bu yöntemde 70°C'de spesifik enerji tüketiminin 3,2–5,3 kWh/kg aralığında olduğunu bildirmiştir. Ayrıca Ratti (2001), atmosferik kurutma sistemlerinin daha düşük ekipman maliyetine sahip olduğunu vurgulamıştır. Yildiz ve diğerleri (2024) ise bu yöntemin atmosferik basınçta çalışabilmesi sayesinde operasyonel açıdan daha basit ve ekonomik olduğunu belirtmektedir. Bu bulgular, atmosferik kurutma yöntemlerinin hem enerji verimliliği hem de yatırım maliyeti açısından endüstriyel uygulamalarda cazip bir alternatif sunduğunu göstermektedir.

Maliyet Analizi

Dondurarak kurutmanın toplam maliyeti, hava kurutmaya göre 4-8 kat daha yüksektir (Coşkun ve ark., 2024). Bu fark, yüksek ekipman maliyeti, enerji tüketimi ve uzun işlem süresinden kaynaklanmaktadır (Zhou ve ark., 2021). Ancak, premium ürünler, uzay gıdası, askeri rasyonlar ve ilaç endüstrisi gibi yüksek katma değerli uygulamalarda bu maliyet kabul edilebilir düzeydedir (Araya-Farias ve ark., 2020).

Son yıllarda hibrit sistemler geliştirilmiştir (Koutchma ve ark., 2023). Örneğin, hibrit sıcak hava-dondurarak kurutma, saf dondurarak kurutmaya göre kurutma süresini ve enerji tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır (%74,1 oranında enerji tasarrufu) (Yao ve ark., 2023). Atmosferik donma kurutma (AFD) gibi yeni teknolojiler, vakum dondurarak kurutmaya göre %30 daha az enerji tüketirken, ürün kalitesini hava kurutmadan üstün tutmaktadır (Zeng ve ark., 2024).

GIDA MUHAFAZASI VE RAF ÖMRÜ

Raf Ömrü Performansı

Gıda muhafazası açısından en belirgin fark raf ömründedir (Bourdoux ve ark., 2016)

Dondurarak Kurutma

Dondurarak kurutulmuş ürünler, uygun depolama koşullarında oldukça uzun raf ömrüne sahiptir. Araya-Farias ve ark. (2020), bu ürünlerin 20–30 yıl arasında raf ömrü gösterebildiğini bildirmiştir. Taskin (2025) tarafından yapılan çalışmada ise nem içeriğinin %0,5–3 aralığında olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Nowak & Jakubczyk (2020), bu ürünlerde su aktivitesinin 0,1'in altında olduğunu vurgulamaktadır. Bu düşük nem ve su aktivitesi değerleri, mikrobiyal gelişimi büyük ölçüde engelleyerek ürünlerin mükemmel mikrobiyolojik stabiliteye sahip

olmasını sağlamaktadır (Bourdoux ve ark., 2016). Bu bulgular, dondurarak kurutulmuş gıdaların uzun süreli depolama ve güvenli tüketim açısından üstün özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır.

Hava ile Kurutma

Atmosferik koşullarda kurutulmuş ürünler, dondurarak kurutulmuş ürünlere kıyasla daha sınırlı raf ömrüne sahiptir. Ratti (2001), bu ürünlerin raf ömrünü 6–12 ay olarak bildirmiştir. Guo ve ark. (2023), atmosferik kurutma ile elde edilen ürünlerin nem içeriğinin %5–15 aralığında olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Ratti (2001), bu ürünlerde su aktivitesinin 0,3–0,6 arasında seyrettiğini ifade etmektedir. Yıldız ve diğerleri (2024) ise atmosferik kurutma yönteminde oksidasyon riskinin daha yüksek olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgular, atmosferik kurutma ile elde edilen ürünlerin depolama süresinin sınırlı olduğunu ve oksidatif bozulmalara karşı daha hassas olduklarını göstermektedir.

Paketleme ve Depo

Dondurarak kurutulan ürünler için optimal paketleme, oksijen absorberli Mylar torbalardır (Coşkun ve ark., 2024). Bu şekilde paketlenen ürünler 25 yıla kadar dayanabilir (Araya-Farias ve ark., 2020). Vakumlu paketleme 2-3 yıl, cam kavanozlar 1-2 yıl raf ömrü sağlar (Nowak & Jakubczyk, 2020). Depolama ortamının serin (<21°C), kuru ve karanlık olması kritik önem taşır (Coşkun ve ark., 2024). Hava ile kurutulan ürünler, yüksek nem içeriği nedeniyle daha hassastır ve genellikle modifiye atmosfer paketleme (MAP) veya vakum paketleme gerektirir (Guo ve ark., 2023). Işık, oksijen ve nemden korunma, raf ömrünü önemli ölçüde etkiler (Ratti, 2001).

UYGULAMA ALANLARI VE ENDÜSTRİYEL KULLANIM

Dondurarak Kurutma Uygulamaları

Uzay, Nasa ve Askeri kuruluşlar, hafif ağırlık ve uzun raf ömrü nedeniyle dondurarak kurutulan gıdaları tercih etmektedir (Araya-Farias ve ark., 2020). Premium tüketici ürünleri arasında bulunan organik meyveler, süper gıdalar, premium kahve (Coşkun ve ark., 2024), İlaç ve biyoteknoloji ürünlerinden, probiyotikler, aşılar, kan plazması, hormonlar (Nowak & Jakubczyk, 2020), ve acil durum kitleri, 25 yıla kadar çıkan raf ömrü, afet durumları için dondurarak kurutma yöntemi kullanılmaktadır (Araya-Farias ve ark., 2020).

Hava ile Kurutma Uygulamaları

Toplu ürünlerin üretimlerde, baharatlar, çay, bitkisel ürünler (Guo ve ark., 2023), gıda endüstrisinde kullanılmak üzere kurutulmuş sebze ve meyveler (Ratti, 2001), yerel pazarlar, düşük gelirli seviyelere hitap eden ürünlerde (Yıldız ve ark., 2024) ve hayvan yemi olarak tüketimlerde hava ile kurutma tercih edilmektedir (Guo ve ark., 2023).

YENİ TEKNOLOJİLER VE GELECEĞİN KURUTMA YÖNTEMLERİ

Hibrit Sistemler

Son yıllarda, her iki yöntemin avantajlarını birleştiren hibrit sistemler geliştirilmiştir (Koutchma ve ark., 2023). İnfrared-dondurarak kurutma sisteminde, elektrik plakaları yerine infrared radyasyon kullanarak ısı transfer hızını artırılmaktadır (Yao ve ark., 2023). Mikrodalga destekli Dondurarak Kurutmada, kurutma süresi %70'e kadar azaltılabilir (Yao ve ark., 2023). Ultrason Ön İşleminde ise, hücre duvarlarında gözenekler oluşturarak kurutma süresini %14-19 oranında kısaltılır (Mondal ve ark., 2021).

Atmosferik Donma Kurutma (AFD)

AFD, atmosferik basınçta ve düşük sıcaklıklarda gerçekleşen bir dondurarak kurutma versiyonudur (Zeng ve ark., 2024). Vakum dondurarak kurutmaya göre %30 daha az enerji tüketirken, hava kurutmadan daha yüksek kalite sunmaktadır (Nakagawa ve ark., 2021). Endüstriyel ölçekte uygulama için büyük potansiyel taşımaktadır (Zeng ve ark., 2024).

Akıllı Kurutma Sistemleri

Yapay zekâ ve IoT teknolojilerinin entegrasyonu ile gerçek zamanlı izleme ve optimizasyon mümkün hale gelmektedir (Yao ve ark., 2023). Sensör sistemleri, nem içeriği, sıcaklık ve enerji tüketimini sürekli izleyerek en verimli kurutma parametrelerini belirleyebilmektedir (Zhou ve ark., 2021).

KURUTMA YÖNTEMLERİNİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Dondurarak Kurutma Avantajları:

Dondurarak kurutma yöntemi, gıda ürünlerinin kalite ve stabilitesini koruma açısından öne çıkan bir teknolojidir. Mondal ve ark. (2021), bu yöntemin besin değerinin %97 oranında korunmasını sağladığını bildirmiştir. Ayrıca Nowak & Jakubczyk (2020), dondurarak kurutma sırasında ürünlerde minimal fiziksel değişikliklerin meydana geldiğini vurgulamaktadır. Araya-Farias ve ark. (2020), bu ürünlerin uygun koşullarda 20–30 yıl gibi uzun bir raf ömrüne sahip olduğunu belirtmiştir. Coşkun ve ark. (2024) ise dondurarak kurutulmuş gıdaların mükemmel organoleptik kalite sergilediğini ifade etmektedir. Bunun yanı sıra Shishehgarha ve ark. (2022), bu ürünlerin hızlı rehidratasyon özelliği sayesinde tüketim sırasında pratik avantaj sunduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, dondurarak kurutmanın hem besin değerinin korunumu hem de duyusal ve fonksiyonel özellikler açısından üstün bir kurutma yöntemi olduğunu göstermektedir.

Dondurarak Kurutma Dezavantajları

Dondurarak kurutma, üstün ürün kalitesi sağlamasına rağmen bazı önemli dezavantajlara sahiptir. Karwacka ve ark. (2022), bu yöntemin diğer kurutma tekniklerine kıyasla 4–10 kat daha yüksek enerji tüketimi gerektirdiğini bildirmiştir. Ayrıca Zhou ve ark. (2021), dondurarak kurutma sistemlerinin yüksek ekipman maliyeti ve uzun

işlem süresi nedeniyle endüstriyel ölçekte sınırlı kullanım alanı bulduğunu vurgulamaktadır. Bunun yanı sıra Nowak & Jakubczyk (2020), sürecin karmaşık operasyonel yapısı nedeniyle işletme ve bakım açısından zorluklar doğurduğunu belirtmiştir. Bu bulgular, dondurarak kurutmanın kalite açısından avantajlı olmasına karşın enerji, maliyet ve operasyonel karmaşıklık yönünden önemli sınırlılıklar içerdiğini göstermektedir.

Hava ile Kurutma Avantajları

Hava ile kurutma yöntemi, gıda endüstrisinde yaygın olarak tercih edilen ekonomik ve uygulanabilir bir teknolojidir. Ratti (2001), bu yöntemin ekonomik açıdan avantajlı olduğunu ve endüstride geniş kullanım alanına sahip bulunduğunu belirtmiştir. Guo ve ark. (2023), hava ile kurutmanın basit ekipman gereksinimleri sayesinde uygulama kolaylığı sunduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca Guo ve ark. (2023), bu yöntemin düşük başlangıç maliyeti ile yatırım açısından cazip olduğunu ifade etmektedir. Bu bulgular, hava ile kurutmanın özellikle maliyet etkinliği ve pratik uygulanabilirliği nedeniyle endüstriyel ölçekte önemli bir alternatif oluşturduğunu göstermektedir.

Hava ile Kurutma Dezavantajları

Hava ile kurutma yöntemi, ekonomik ve uygulanabilir olmasına rağmen ürün kalitesi açısından bazı önemli sınırlılıklar taşımaktadır. Yıldız ve ark. (2024), bu yöntemde %40–60 oranında besin kaybı meydana geldiğini ve ürünlerde renk ile doku degradasyonunun gözlendiğini bildirmiştir. Ratti (2001), hava ile kurutulmuş ürünlerin raf ömrünün yalnızca 6–12 ay ile sınırlı olduğunu ve süreç sonunda ürünlerde büzülme ile sertleşme gibi olumsuz fiziksel değişikliklerin ortaya çıktığını vurgulamaktadır. Bu bulgular, hava ile kurutmanın düşük maliyetli ve yaygın kullanımına karşın besin değerinin korunumu, duyusal kalite ve depolama süresi açısından dezavantajlı bir yöntem olduğunu göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu kapsamlı literatür incelemesi, hava ile kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerinin farklı perspektiflerden karşılaştırmalı analizini sunmuştur. Kurutma işlemlerinde hava kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmakta olup, her iki yöntem de ürünlerin raf ömrünü uzatma ve mikrobiyal gelişimi engelleme açısından etkilidir. Ancak kalite parametreleri açısından önemli farklılıklar göstermektedir. Dondurarak kurutma, düşük sıcaklık ve vakum koşulları altında ürünlerin orijinal yapısını, besin değerlerini ve organoleptik özelliklerini koruyarak üstün kalite sağlamaktadır. Gözenekli yapısı sayesinde hızlı rehidrasyon kapasitesi ve uzun raf ömrü sunar. Besin öğeleri ve biyoaktif bileşenlerin korunmasında hava kurutmaya göre çok daha başarılıdır ve doğal aroma ve tat bileşenlerini büyük ölçüde muhafaza eder. Öte yandan, hava kurutma yöntemi düşük yatırım ve işletme maliyeti ile basit ekipman gereksinimleri sunarak ekonomik açıdan avantajlıdır. Fakat yüksek sıcaklık ve oksijen ile temas, ürünlerde renk kararması, doku bozulması ve önemli

besin kayıplarına neden olmaktadır. Ürünlerin raf ömrü dondurarak kurutmaya kıyasla daha kısadır ve rehidrasyon süresi uzundur. Enerji tüketimi açısından da dondurarak kurutma 4-10 kat daha fazla enerji tüketmekte ve yüksek ekipman maliyetleri ile uzun işlem süresi dezavantaj oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, ürün kalitesi ve ekonomik faktörler göz önünde bulundurulduğunda; yüksek kaliteli son ürün elde edilmesi gereken durumlarda dondurarak kurutma, maliyet ve zaman kısıtlarının daha önemli olduğu büyük ölçekli uygulamalarda ise hava kurutma tercih edilmelidir. Ayrıca, hibrit ve yeni kurutma teknolojileri enerji tüketimini azaltma ve ürün kalitesini artırma potansiyeli taşımaktadır. Gelecekte farklı kurutma yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla ürün kalitesi, gıda güvenliği ve raf ömrü üzerinde daha etkili sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir.

Bir sonraki çalışmamızda farklı kurutma yöntemlerinin bir arada kullanılmasının ürün kalitesi, gıda güvenliği, raf ömrü üzerindeki etkileri incelenecektir.

KAYNAKLAR

1. Araya-Farias, M., Makhlouf, J., & Ratti, C. (2020). Freeze-drying of plant-based foods: Recent advances. *Foods*, 9(1), 87. https://doi.org/10.3390/foods9010087
2. Bourdoux, S., Li, D., Rajkovic, A., Devlieghere, F., & Uyttendaele, M. (2016). Performance of drying technologies to ensure microbial safety of dried fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(6), 1056-1066.
3. Coşkun, N., Sarıtaş, S., Jaouhari, Y., Bordiga, M., & Karav, S. (2024). The impact of freeze drying on bioactivity and physical properties of food products. *Applied Sciences*, 14(20), 9183. https://doi.org/10.3390/app14209183
4. Guo, X., Hao, Q., Qiao, X., Li, M., Qiu, Z., Zheng, Z., & Zhang, B. (2023). An evaluation of different pretreatment methods of hot-air drying of garlic: Drying characteristics, energy consumption and quality properties. *LWT - Food Science and Technology*, 180, 114685.
5. Karwacka, M., Ciurzyńska, A., Galus, S., & Janowicz, M. (2022). Freeze-dried snacks obtained from frozen vegetable by-products and apple pomace – Selected properties, energy consumption and carbon footprint. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 77, 103080.
6. Koutchma, T., Popović, V., Ros-Polski, V., & Popielarz, A. (2023). Recent developments in the hybridization of the freeze-drying technique in food dehydration: A review on chemical and sensory qualities. *Foods*, 12(18), 3421. https://doi.org/10.3390/foods12183421
7. Mondal, H.T., Ahmmed, R., & Khan, M.J. (2021). Ultrasound pretreated freeze-drying of carrot: Effect on nutritional value, bioactive compounds and microstructure. *Applied Food Research*, 5, 100231.
8. Nakagawa, K., Horie, A., Nakabayashi, M., Nishimura, K., & Yasunobu, T. (2021). Influence of processing conditions of atmospheric freeze-drying/low-temperature drying on the drying kinetics of sliced fruits and their vitamin C retention. *Journal of Agriculture and Food Research*, 6, 100231.
9. Nowak, D., & Jakubczyk, E. (2020). The freeze-drying of foods—The characteristic of the process course and the effect of its parameters on the physical properties of food materials. *Foods*, 9(10), 1488. https://doi.org/10.3390/foods9101488

10. Pashazadeh, H., Zannou, O., Ghellam, M., Koca, I., Galanakis, C.M., & Aldawoud, T.M.S. (2021). Optimization and encapsulation of phenolic compounds extracted from maize waste by freeze-drying, spray-drying, and microwave-drying using maltodextrin. *Foods*, 10(6), 1396.
11. Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review. *Journal of Food Engineering*, 49(4), 311-319. https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00228-4
12. Shishehgarha, F., Makhlouf, J., & Ratti, C. (2022). Freeze-drying characteristics of strawberries. *Drying Technology*, 20(1), 131-145.
13. Taskin, O. (2025). Study on the vacuum freeze-drying of banana and impact on powder properties. *Case Studies in Thermal Engineering*, 67, 105844.
14. Yao, J., Chen, W., & Fan, K. (2023). Novel efficient physical technologies for enhancing freeze drying of fruits and vegetables: A review. *Foods*, 12(23), 4321. https://doi.org/10.3390/foods12234321
15. Yildiz, G., Gao, Y., Ding, J., Zhu, S., Chen, G., & Feng, H. (2024). Enhancing physicochemical, bioactive, and nutritional properties of sweet potatoes: Ultrasonic contact drying with slot jet nozzles compared to hot-air drying and freeze drying. *Ultrasonics Sonochemistry*, 112, 107216.
16. Zeng, Y., Zhang, M., Mujumdar, A.S., & Qian, C. (2024). Advancements in atmospheric freeze-drying: Innovations, technology integration, quality and sustainability implications for food preservation. *Food Research International*, 189, 114716.
17. Zhou, C., Wang, Y., Chen, H., & Pang, M. (2021). Energy consumption and efficiency optimization in freeze drying processes: A comprehensive review. *Journal of Food Engineering*, 295, 110435.

NEM VE SU AKTİVİTESİNİN (AW) GIDA GÜVENLİĞİNE VE KURUTMA SÜRECİNE ETKİSİ

Ece ÜSTÜN[1] , Fatma HEPSAĞ[2]

[1] Yüksek Lisans Öğrencisi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli 80750 Osmaniye, Turkey. ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-0016-4062 eeustunn@gmail.com, 05422522472

[2]Doç. Dr, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli 80750 Osmaniye, Turkey. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3688-4106 fatmahepsag@osmaniye.edu.tr, 0532 677 68 22

Özet

Bu çalışmada, nem içeriği ve su aktivitesinin (aw) gıda güvenliği ile kurutma süreci üzerindeki etkileri incelenmiştir. Nem, ürünün toplam su miktarını ifade ederken; su aktivitesi, mikroorganizmalar ve kimyasal reaksiyonlar açısından erişilebilir serbest suyu temsil etmektedir. aw değeri sıcaklığa bağlı olarak değişmekte ve mikrobiyal gelişim eşikleri ürün türüne göre farklılık göstermektedir. Kurutma sürecinde başlangıç nem ve aw değerleri, kurutma hızını ve enerji gereksinimini belirlerken; hedef aw değeri genellikle ürün güvenliği ve raf ömrü açısından kritik bir parametre olarak kullanılmaktadır. Ayrıca aw, Maillard reaksiyonları, enzim aktiviteleri ve fiziksel kalite gibi faktörleri de etkilemektedir. Kurutma etkinliği; nem ve aw ölçümleri, fiziksel kalite değerlendirmeleri ve mikrobiyal risk analizleri ile belirlenmektedir. Uygun ambalajlama ve depolama koşulları, hedef aw değerinin korunmasında ve ürün stabilitesinin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır.

Anahtar kelimeler: Nem içeriği, Su aktivitesi, Gıda güvenliği, Kurutma, Mikrobiyal gelişim.

Abstract

This study investigates the effects of moisture content and water activity (aw) on food safety and the drying process. While moisture content represents the total amount of water in a product, water activity indicates the amount of free water available for microbial growth and chemical reactions. The aw value varies with temperature and differs across product types and microorganisms. Initial moisture content and aw levels influence the drying rate and energy requirements, with aw often serving as a critical parameter for product safety and shelf-life. Additionally, aw affects Maillard reactions, enzyme activities, and physical quality attributes. Drying efficiency is evaluated through moisture content and aw measurements, physical quality assessments, and microbial risk analysis. Appropriate packaging and storage conditions play a vital role in maintaining target aw levels and ensuring product stability.

Key words: Moisture content, Water activity, Food safety, Drying, Microbial growth.

Giriş

Gıda güvenliği, küresel halk sağlığının en önemli konularından biridir ve her yıl milyonlarca insanın gıda kaynaklı hastalıklardan etkilendiği bilinmektedir (Karuppuchamy ve ark., 2024). Gıdalardaki su aktivitesi (aw), mikroorganizmaların gelişimi, biyokimyasal reaksiyonlar ve ürün kalitesi üzerinde doğrudan etkiye sahip kritik bir parametredir. Su aktivitesi, bir gıdadaki serbest su miktarını ifade eder ve 0 ile 1 arasında değerler alır (Shaw, 2025). Nem içeriği ve su aktivitesi arasında yakın bir ilişki bulunmasına rağmen, bu iki kavram birbirinden farklıdır; nem içeriği gıdadaki toplam su miktarını gösterirken, su aktivitesi mikroorganizmaların kullanabileceği serbest su miktarını temsil eder (Karuppuchamy ve ark., 2024). Gıda endüstrisinde, mikrobiyal gelişimi önlemek ve ürün stabilitesini sağlamak için su aktivitesinin kontrol altında tutulması hayati önem taşımaktadır (Shaw, 2025). Kurutma, insanlığın en eski gıda muhafaza yöntemlerinden biridir ve günümüzde modern teknolojilerle geliştirilmiş halde kullanılmaktadır. Kurutma prosesi, gıdalardaki nem içeriğini azaltarak su aktivitesini düşürür ve böylece mikroorganizmaların gelişimi için uygun olmayan bir ortam oluşturur. Bu derleme çalışmada, nem ve su aktivitesinin gıda güvenliği ve kurutma süreçleri üzerindeki etkileri detaylı olarak incelenmektedir.

SUAKTİVİTESİ (aw) VE GIDA GÜVENLİĞİ

Su Aktivitesi Kavramı ve Önemi

Su aktivitesi, bir gıdadaki serbest su oranını gösteren termofiziksel bir parametredir ve gıda güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Düşük su aktivitesi değerleri, mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırarak gıda güvenliğini artırır (Fontana, 2020). Su aktivitesi, gıdanın buhar basıncının saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanır ve boyutsuz bir değerdir. Farklı mikroorganizma grupları, gelişim gösterebilmek için farklı minimum su aktivitesi seviyelerine ihtiyaç duyarlar. Bakteriler genellikle 0.90'ın üzerindeki aw değerlerinde gelişirken, mayalar 0.88 ve küfler ise 0.80 civarındaki değerlerde bile çoğalabilirler. Patojen bakteriler ise daha yüksek su aktivitesi gerektirirler; örneğin Salmonella için minimum aw değeri yaklaşık 0.94'tür (Beuchat ve ark., 2013).

Su Aktivitesi ve Mikrobiyal Gelişim

Su aktivitesi, mikroorganizmaların gelişim hızını ve metabolik aktivitelerini doğrudan etkiler. Yüksek su aktivitesine sahip gıdalar, mikrobiyal bozulma ve patojen gelişimi açısından daha fazla risk taşır. Araştırmalar, su aktivitesinin 0.85'in altına düşürülmesi durumunda çoğu patojen bakterinin gelişiminin inhibe edildiğini göstermektedir (Djekic ve ark., 2021). Mikrobiyal gelişim için gereken su aktivitesi değerleri, sıcaklık, pH, besin içeriği ve oksijen varlığı gibi diğer çevresel faktörlerle de etkileşim içindedir. Düşük su aktivitesi, mikroorganizmaların hücre zarı bütünlüğünü bozarak ve metabolik süreçlerini engelleyerek antimikrobiyal etki

gösterir. Bu nedenle, gıda endüstrisinde su aktivitesi kontrolü, HACCP sistemlerinin kritik kontrol noktalarından biri olarak kabul edilmektedir (Gouveia ve ark., 2023).

Gıda Güvenliğinde Su Aktivitesi Kontrolü

Gıda güvenliği yönetiminde su aktivitesi kontrolü, ürün formülasyonu, işleme parametreleri ve depolama koşullarının optimize edilmesi yoluyla gerçekleştirilir. Birçok ülkede gıda güvenliği düzenlemeleri, belirli gıda kategorileri için maksimum su aktivitesi değerlerinitanımlamaktadır. Özellikle hazır yemekler, et ürünleri ve süt ürünlerinde su aktivitesi izlenmesi zorunlu tutulmaktadır (Acuff ve ark., 2020). Su aktivitesinin azaltılması için tuzlama, şekerleme, fermantasyon ve kurutma gibi çeşitli yöntemler kullanılır. Bu yöntemler, gıdadaki serbest su miktarını azaltarak veya su moleküllerini bağlayarak mikrobiyal gelişimi engellerler. Modern gıda teknolojisinde, kombine muhafaza yöntemleri (hurdle technology) yaklaşımı ile su aktivitesi kontrolü diğer antimikrobiyal stratejilerle birleştirilerek daha etkili gıda güvenliği sağlanmaktadır (Sharma ve ark., 2022).

NEM İÇERİĞİ VE KURUTMA PROSESLERİ

Kurutma Teknolojileri

Kurutma, gıdalardaki nem içeriğini ısı uygulaması yoluyla uzaklaştıran bir muhafaza yöntemidir. Geleneksel kurutma yöntemlerinin yanı sıra, günümüzde konvektif kurutma, vakum kurutma, dondurarak kurutma, mikrodalga kurutma ve kızılötesi kurutma gibi modern teknolojiler yaygın olarak kullanılmaktadır (Tao ve ark., 2021). Her kurutma yöntemi, ürünün özelliklerine, hedef nem içeriğine ve kalite kriterlerine göre seçilir. Dondurarak kurutma, yüksek kaliteli ürünler için tercih edilirken, konvektif kurutma maliyet etkinliği nedeniyle endüstriyel uygulamalarda yaygındır. Mikrodalga ve kızılötesi kurutma yöntemleri ise enerji verimliliği ve hızlı işlem süreleri açısından avantajlıdır (Chen ve ark., 2022).

Kurutma Sürecinin Gıda Güvenliğine Etkisi

Kurutma işlemi, nem içeriğini ve su aktivitesini azaltarak mikrobiyal gelişimi önler ve gıdaların raf ömrünü önemli ölçüde uzatır. Araştırmalar, su aktivitesinin 0.60'ın altına düşürülmesi durumunda hemen hemen tüm mikrobiyal aktivitenin durduğunu göstermektedir (Prosapio ve Norton, 2021). Kurutma sırasında uygulanan sıcaklık, vegetatif hücrelerin bir kısmını inaktive edebilir, ancak bakteriyel sporlar genellikle kurutma işlemlerinden sonra canlı kalmaktadır. Bu nedenle, kurutulmuş gıdaların rehidrasyonu sırasında mikrobiyal gelişim riski tekrar ortaya çıkabilir. Kurutma işleminin gıda güvenliği açısından etkinliği, sadece su aktivitesinin düşürülmesine değil, aynı zamanda işlem sıcaklığı ve süresine de bağlıdır (Hossain ve ark., 2023).

Nem İçeriği ve Ürün Kalitesi

Kurutma işlemi sırasında nem içeriğinin kontrolü, sadece gıda güvenliği açısından değil, aynı zamanda ürün kalitesi açısından da kritiktir. Aşırı kurutma, besin değerinde kayıplara, renk değişimlerine ve tekstür

bozulmalarına neden olabilir. Optimal nem içeriği, ürün tipine göre değişir ve her ürün için belirli hedef değerler tanımlanmıştır (Wiktor ve ark., 2023). Modern kurutma teknolojilerinde, nem içeriğinin gerçek zamanlı izlenmesi ve kontrol edilmesi mümkündür. Sensör teknolojileri ve otomasyon sistemleri, kurutma prosesinin optimize edilmesine ve homojen ürün kalitesinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Kurutma kinetiklerinin matematiksel modellemesi, proses parametrelerinin belirlenmesinde ve enerji tüketiminin minimize edilmesinde önemli rol oynamaktadır (Kumar ve ark., 2024).

NEM, SU AKTİVİTESİ VE MİKROBİYAL GELİŞİM İLİŞKİSİ

Mikroorganizma Gruplarının Su Aktivitesi İhtiyaçları

Farklı mikroorganizma türleri, gelişim gösterebilmek için farklı minimum su aktivitesi değerlerine ihtiyaç duyarlar. Gram-negatif bakteriler genellikle daha yüksek su aktivitesi gerektirirken, ozmofil mayalar ve kserofil küfler çok daha düşük su aktivitesi değerlerinde bile çoğalabilirler. Bu bilgi, gıda formülasyonunda ve muhafaza stratejilerinde kritik öneme sahiptir (Tapia ve ark., 2020). Clostridium botulinum gibi patojen bakteriler, 0.94'ün üzerindeki su aktivitesi değerlerinde toksin üretebilirler. Staphylococcus aureus ise 0.86 gibi daha düşük aw değerlerinde gelişebilir ve enterotoksin üretebilir. Aspergillus ve Penicillium cinsine ait küfler ise 0.80-0.85 aralığındaki su aktivitesi değerlerinde mikotoksin üretimi yapabilirler (Labuza ve Altunakar, 2020).

Su Aktivitesi ve Gıda Kaynaklı Hastalıklar

Gıda kaynaklı hastalıkların önemli bir kısmı, su aktivitesinin yeterli şekilde kontrol edilmediği gıdalardan kaynaklanmaktadır. Yüksek su aktivitesine sahip gıdalar, Salmonella, E. coli, Listeria monocytogenes gibi patojen bakterilerin gelişimi için uygun ortam sağlarlar. Epidemiyolojik çalışmalar, su aktivitesi kontrolünün iyileştirilmesi ile gıda kaynaklı hastalık vakalarında azalma arasında doğrudan ilişki olduğunu göstermektedir (Pham ve ark., 2021).

Su aktivitesinin izlenmesi ve kontrolü, özellikle hazır yiyecek endüstrisinde kritik öneme sahiptir. HACCP prensiplerine dayalı gıda güvenliği sistemlerinde, su aktivitesi ölçümü düzenli olarak yapılmalı ve kritik limitler aşıldığında düzeltici faaliyetler uygulanmalıdır. Risk değerlendirme çalışmaları, su aktivitesi kontrolünün gıda güvenliği riskini azaltmada en etkili stratejilerden biri olduğunu ortaya koymaktadır (Membré ve Valdramidis, 2023).

GIDA ENDÜSTRİSİNDE UYGULAMALAR

Et ve Et Ürünlerinde Su Aktivitesi Kontrolü

Et ve et ürünleri, yüksek protein ve nem içerikleri nedeniyle mikrobiyal bozulma açısından riskli gıdalardır. Bu ürünlerde su aktivitesi kontrolü, tuzlama, fermentasyon, kurutma ve kombinasyon yöntemleriyle sağlanır.

Sucuk, pastırma ve jambon gibi geleneksel et ürünlerinin güvenliği büyük ölçüde su aktivitesinin düşürülmesine bağlıdır (Correia ve ark., 2022). Modern et işleme teknolojilerinde, su aktivitesinin düşürülmesi ile birlikte koruyucu kültürler, antimikrobiyal bileşikler ve modifiye atmosfer paketleme gibi ek engel faktörleri kullanılmaktadır. Bu kombine yaklaşım, ürün güvenliğini artırırken duyusal özelliklerin korunmasına da katkı sağlamaktadır (Hinton ve ark., 2021).

Meyve ve Sebze Ürünlerinde Kurutma Uygulamaları

Meyve ve sebzelerin kurutulması, hasat sonrası kayıpların azaltılması ve katma değerli ürünler elde edilmesi açısından önemlidir. Kurutulmuş meyveler, atıştırmalık olarak tüketilirken, kurutulmuş sebzeler çorba karışımları ve hazır yemeklerde kullanılır. Kurutma işlemi, bu ürünlerde su aktivitesini 0.60'ın altına düşürerek mikrobiyal stabilite sağlar (Demiray ve Tulek, 2023). Meyve ve sebzelerin kurutulmasında kalite kriterleri, besin değerinin korunması, renk stabilitesi ve rehidrasyon özelliklerini içerir. Ön işlemler, kurutma yöntemi seçimi ve proses optimizasyonu hem güvenlik hem de kalite açısından kritik öneme sahiptir. Vakum kurutma ve dondurarak kurutma gibi ileri teknolojiler, yüksek kaliteli kurutulmuş ürünlerin üretiminde tercih edilmektedir (Salehi, 2020).

Fırıncılık Ürünlerinde Nem ve Su Aktivitesi Yönetimi

Ekmek, pasta ve bisküvi gibi fırıncılık ürünlerinde su aktivitesi, ürünün raf ömrü ve tekstürü üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. Bu ürünlerde nem migrasyonu, kırılganlık ve küf gelişimi gibi kalite problemleri su aktivitesi ile doğrudan ilişkilidir. Fırıncılık ürünlerinde hedef su aktivitesi genellikle 0.70-0.85 aralığındadır (Manley ve Pareyt, 2021). Paketleme materyallerinin seçimi, depolama koşulları ve formülasyon optimizasyonu, fırıncılık ürünlerinde su aktivitesi yönetiminin önemli bileşenleridir. Nemleyiciler ve su aktivitesi düşürücü ajanlar, ürün stabilitesini artırmak ve raf ömrünü uzatmak için kullanılmaktadır. Modern fırıncılık teknolojisinde, su aktivitesi tahminleme modelleri, yeni ürün geliştirme ve kalite kontrol süreçlerinde aktif olarak kullanılmaktadır (Ronda ve ark., 2020).

GELECEK PERSPEKTİFLER VE YENİ TEKNOLOJİLER

İleri Kurutma Teknolojileri

Son yıllarda, ultrason destekli kurutma, mikrodalga-vakum kombinasyon kurutma ve elektrik alan destekli kurutma gibi yenilikçi yöntemler geliştirilmektedir. Bu teknolojiler, enerji verimliliğini artırırken işlem sürelerini kısaltmakta ve ürün kalitesini iyileştirmektedir. Hibrit kurutma sistemleri, farklı kurutma yöntemlerinin avantajlarını birleştirerek optimize edilmiş sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Ojediran ve Raji, 2020). Nanoteknolojiyle geliştirilmiş sensörler, kurutma prosesi sırasında nem içeriği ve su aktivitesinin gerçek zamanlı izlenmesine olanak tanımaktadır. Yapay zeka ve makine öğrenmesi algoritmaları, kurutma

parametrelerinin dinamik optimizasyonunda kullanılarak süreç verimliliğini artırmaktadır (Kaveh ve ark., 2022).

Sürdürülebilir Gıda Muhafazası

İklim değişikliği ve sürdürülebilirlik kaygıları, gıda endüstrisinde enerji verimli kurutma yöntemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Güneş enerjisi destekli kurutma sistemleri, ısı pompası teknolojileri ve atık ısı geri kazanımı, kurutma proseslerinin çevre dostu hale getirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Sehrawat ve ark., 2021). Sürdürülebilir gıda sistemlerinde, kurutma sadece muhafaza değil, aynı zamanda gıda israfının azaltılmasının da etkili bir aracıdır. Hasat sonrası kayıpların önemli bir kısmı, uygun muhafaza teknolojilerinin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Kurutma teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, küresel gıda güvenliğine katkı sağlayacaktır (Sturm ve ark., 2022).

SONUÇ

Nem içeriği ve su aktivitesi, gıda güvenliği ve kalitesinin sağlanmasında kritik parametrelerdir. Su aktivitesi, mikrobiyal gelişimi kontrol eden en önemli faktörlerden biri olup, gıda endüstrisinde mutlaka izlenmesi ve kontrol edilmesi gereken bir değerdir. Kurutma prosesleri, su aktivitesini azaltarak gıdaların mikrobiyal stabilitesini sağlar ve raf ömrünü uzatır.

Gıda güvenliği yönetim sistemlerinde su aktivitesi kontrolü, HACCP prensiplerine entegre edilmelidir. Farklı gıda kategorileri için uygun su aktivitesi hedefleri belirlenmeli ve proses validasyonu yapılmalıdır. Modern kurutma teknolojileri, geleneksel yöntemlere göre daha yüksek ürün kalitesi, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik sunmaktadır.

Gelecekte, ileri sensör teknolojileri, yapay zeka destekli proses kontrolü ve sürdürülebilir kurutma sistemlerinin geliştirilmesi beklenmektedir. Gıda endüstrisi, su aktivitesi yönetimi konusunda sürekli iyileştirme yaklaşımı benimseyerek hem gıda güvenliğini hem de kaliteyi artırabilecektir. Nem ve su aktivitesi kontrolünün önemi, küresel gıda güvenliği ve sürdürülebilir gıda sistemleri açısından gelecekte daha da artacaktır.

KAYNAKLAR

1. Acuff, J. C., Dickson, J. S., & Blessington, T. (2020). Challenges in validating interventions and processes in meat and poultry establishments. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11, 563-582.
2. Beuchat, L. R., Komitopoulou, E., Beckers, H., Betts, R. P., Bourdichon, F., Fanning, S., ... & Ter Kuile, B. H. (2013). Low-water activity foods: Increased concern as vehicles of foodborne pathogens. *Journal of Food Protection*, 76(1), 150-172.
3. Chen, Q., Bi, J., Wu, X., Yi, J., Zhou, L., & Zhou, Y. (2022). Drying kinetics and quality attributes of jujube (Zizyphus jujuba Miller) slices dried by hot-air and short- and medium-wave infrared radiation. *LWT-Food Science and Technology*, 153, 112530.
4. Correia, R. T. P., Lopes, M. M., Oliveira, E. N. A., & Batista, A. C. F. (2022). Water activity in meat products: Current research and applications. *Food Research International*, 151, 110828.
5. Demiray, E., & Tulek, Y. (2023). Modeling of drying kinetics and quality parameters of tomato slices dried using different methods. *Journal of Food Process Engineering*, 46(1), e14187.
6. Djekic, I., Smigic, N., Kalogianni, E. P., Rocha, A., Zamioudi, L., & Pacheco, R. (2021). Food safety management practices in hospital foodservice sector according to HACCP principles. *Food Control*, 120, 107544.
7. Fontana, A. J. (2020). Understanding the importance of water activity in food. *Cereal Foods World*, 65(2), 1-5.
8. Gouveia, M. M., Raymundo, A., & Sousa, I. (2023). Water activity and food safety: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(1), 371-396.
9. Hinton, A., Diaz-Sanchez, S., & Line, J. E. (2021). Control of foodborne pathogens during poultry production and processing. *Poultry Science*, 100(10), 101339.
10. Hossain, M. A., Rahman, M. M., & Hossain, M. S. (2023). Effects of drying methods on quality attributes of fruits and vegetables: A review. *Drying Technology*, 41(4), 501-524.
11. Karuppuchamy, V., & ark. (2024). A review of food safety in low-moisture foods with current and emerging technologies. *Journal of Food Science*, 89(2), 456-478.
12. Shaw, H. (2025, Mart). Water activity and its role in food preservation. UC Master Food Preserver Program.

YAŞLA DEĞİL, ALGIYLA SAVAŞ: MODERN DÜNYADA GÖRÜNMEYEN EŞİTSİZLİKLER

Dr. Öğretim Üyesi Fatma Banu DEMİRDAŞ [1]/ Dr. Saadet TİRYAKİ [2]
[1]Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Gerontoloji Bölümü,
banu.demirdas@ozal.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-7001-2205
[2] Bağımsız Araştırmacı, ssaadetozer@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-4518-5355

Özet

Yaş ayrımcılığı, yaşlı bireylerin onurunu ve yaşam kalitesini sessizce zedeleyen köklü bir toplumsal sorundur. Bu olgu, yalnızca bireysel önyargılardan değil; kültürel anlatılardan, kurumsal normlardan ve dijital çağın dışlayıcı dinamiklerinden beslenmektedir. Gençliği yücelten toplumlarda yaşlılık, çoğu zaman gerileme ile eşleştirilmekte; yaş ayrımcılığı ise küçümseyici dil kullanımlarından iş yerlerindeki görünmez engellere kadar her alanda kendini göstermektedir. Dijitalleşmenin yükselişi bu eşitsizlikleri daha da derinleştirmiştir. Dijital uçurum, yaş ayrımcılığının çağdaş biçimlerinden biri olarak karşımıza çıkmakta ve yalnızca kuşaklar arası teknolojik yeterlilik farklarını değil, aynı zamanda yaşa dayalı sistematik dışlanmayı da pekiştirmektedir. Özellikle düşük gelirli ve eğitim düzeyi düşük yaşlı bireyler, teknolojiye erişimde ciddi engellerle karşılaşmakta ve bu durum sosyal etkileşimlerini ve istihdam olanaklarını sınırlamaktadır. Dijital becerilerdeki eksiklikler ise özellikle yaşlı bireylerin çevrimiçi bilgiye, kamu hizmetlerine ve sağlık sistemlerine erişimini sınırlayarak onları dijitalleşen toplumun dışında bırakmaktadır. Bu durum, yaşlı bireylerin sosyal katılım, istihdam olanakları ve sağlık hizmetlerinden yararlanma haklarını doğrudan etkileyerek yaş ayrımcılığının yapısal boyutunu görünür kılmaktadır.

Yaş ayrımcılığıyla mücadele, yalnızca farkındalık yaratmakla sınırlı kalmamalı; aynı zamanda yapısal bir dönüşümü de kapsamalıdır. Yaş dostu kamu politikaları, işyeri uygulamaları ve hedefe yönelik dijital okuryazarlık girişimleri, yaşlı bireyleri dışlayan engellerin ortadan kaldırılması için hayati öneme sahiptir. Aynı derecede önemli olan, yaşlanmayı bir gerileme değil; bilgelik ve deneyim kaynağı olarak gören kültürel bir dönüşümün sağlanmasıdır. Yaş ayrımcılığına karşı etkili mücadele, yaşın ötesine geçmeyi; bireyleri yaşlarına göre değil, deneyimleri, katkıları ve insanlıklarıyla değerlendiren bir toplumsal vizyonu benimsemeyi gerektirir. Bu kapsayıcı vizyon, yalnızca yaşlı bireyler için değil, tüm kuşakları kapsayan daha adil bir geleceğin önkoşuludur.

Anahtar kelimeler: Yaş ayrımcılığı, yaşlı algısı, toplumsal dışlanma, önleyici stratejiler

FIGHTING PERCEPTION, NOT AGE: INVISIBLE INEQUALITIES IN A MODERN WORLD

Abstract

Ageism is a deep-rooted social problem that silently undermines the dignity and quality of life of older individuals. This phenomenon is fueled not only by individual prejudices but also by cultural narratives, institutional norms, and the exclusionary dynamics of the digital age. In societies that glorify youth, old age is often equated with decline; ageism manifests itself in every sphere, from derogatory language to invisible barriers in the workplace. The rise of digitalization has further deepened these inequalities. The digital divide emerges as one of the contemporary forms of age discrimination, reinforcing not only intergenerational differences in technological proficiency but also age-based systematic exclusion. Low-income and low-educated older individuals, in particular, face serious barriers to accessing technology, limiting their social interactions and employment opportunities. The lack of digital skills limits older individuals' access to on-line information, public services, and healthcare systems, leaving them outside the digitalizing society. This situation directly affects older individuals' rights to social participation, employment opportunities, and healthcare services, revealing the structural dimension of age discrimination.

Combating age discrimination should not be limited to raising awareness; it must also encompass structural transformation. Age-friendly public policies, workplace practices, and targeted digital literacy initiatives are vital to removing barriers that exclude older individuals. Equally important is ensuring a cultural shift that views aging not as a decline, but as a source of wisdom and experience. Effectively combating ageism requires moving beyond age; it requires embracing a social vision that evaluates individuals not by their age, but by their experiences, contributions, and humanity. This inclusive vision is a prerequisite for a more equitable future that encompasses not only older individuals, but all generations.

Keywords: Ageism, Perceptions of Aging, Social Exclusion, Preventive Strategies

1.GİRİŞ

Yaş ayrımcılığı (yaşçılık), bireylerin sadece kronolojik yaşlarına göre değerlendirilmesi değil, aynı zamanda toplumun yaşlanmaya dair kökleşmiş algılarının bir yansımasıdır. İnsanların yaşa bağlı olarak neyi yapabileceklerine, nasıl hissetmeleri veya davranmaları gerektiğine ilişkin stereotipler; çoğu zaman yaşlı bireyleri pasif, bağımlı ve yetersiz konumda gösteren önyargılara dönüşür. Nitekim yaşlılık söz konusu olduğunda ayrımcılık, özellikle engelliliklere ve kırılganlığa odaklanan, kimi zaman açık bir aşağılama biçiminde, kimi zaman ise himayeci bir tutumla kendini gösterir (Neves & Amaro, 2012). Bu karmaşık yargılar hem olumlu hem olumsuz olabilir; ancak her iki durumda da yaşlı bireylerin toplumsal konumunu sınırlandıran ince veya belirgin kalıplar hâline dönüşür (Tesch-Römer &Ayalon &, 2024).

Yaş ayrımcılığı, yalnızca bireysel önyargıların bir sonucu değil; dil, kültürel pratikler, medya temsilleri ve kurumsal politikalar aracılığıyla sürekli yeniden üretilen toplumsal bir inşadır. Filmler, televizyon programları, popüler müzik, yazılı basın ve özellikle sosyal medya, yaşlanmayı genellikle kayıp, gerileme ve bağımlılıkla özdeşleştiren stereotipleri güçlendirir. Bu nedenle modern toplumlarda yaşlanmayı olumsuzluk üzerinden okuyan söylemler, fark edilmeden "norm" hâline gelir (Lamichhane, 2024). Üstelik yaş ayrımcılığı, cinsiyet, ırk ve sosyoekonomik durum gibi diğer toplumsal eşitsizliklerle kesişerek daha derin ve çok katmanlı bir dezavantaj üretir (Marshall, 2007). Bu bağlamda yaş ayrımcılığı, sadece bireylerin karşılaştığı bir önyargı meselesi değil; yapısal, kültürel ve kurumsal düzeylerde kökleşmiş bir sosyal adaletsizlik biçimidir. Bu nedenle yaş ayrımcılığını anlamak, onu üreten mekanizmaları analiz etmeyi; mücadele etmek ise yalnızca bireysel farkındalığı değil, toplumsal dönüşümü de gerektirir. Mevcut araştırmalar, yaşçılığın etkilerini azaltmanın hem politik hem kültürel müdahalelerle mümkün olabileceğini ortaya koymaktadır (Lamichhane, 2024).

Bu çalışma, yaş ayrımcılığının bu çok boyutlu yapısını, nedenlerini ve sonuçlarını ele alarak; modern dünyada görünmez hâle gelen yaş temelli eşitsizliklerle mücadele için uygulanabilir stratejileri tartışmayı amaçlamaktadır.

1.1. Kavramsal Çerçeve

Yaş ayrımcılığı, yalnızca yaşa bağlı klişelerden ibaret olmayıp; kültürel değerler, toplumsal inançlar ve modernleşme süreçlerinin etkileşimiyle şekillenen çok boyutlu bir sosyal olgudur. Yaşçılık Officer ve de la Fuente-Núñez'in (2018) tanımladığı gibi; bir kişinin yaşına dayanarak geliştirilen önyargıları, stereotipleri ve ayrımcı davranışları kapsar. Bu ayrımcılık biçimi, sıklıkla göz ardı edilmesi nedeniyle cinsiyetçilik veya ırkçılıktan daha yaygın ve daha görünmezdir (Dünya Sağlık Örgütü, 2021). Bunun temel nedenlerinden biri, yaşlılıkla ilişkilendirilen olumsuz stereotiplerin fark edilmeden içselleştirilmesi; diğer bir nedeni ise endüstriyel

toplumun yaşlı bireyleri tarihsel olarak sahip oldukları güç ve merkezi rollerden uzaklaştırmış olmasıdır (Palmore, 1999).

1.1.1. Kültürel ve Toplumsal Bağlamda Yaş Ayrımcılığı

Yaş ayrımcılığı kültürel bağlamdan bağımsız değerlendirilemez. Modern toplumlarda gençliğin idealleştirilmesi ve üretkenliğin üstün değer olarak görülmesi, yaşlı bireylere yönelik olumsuz stereotipleri güçlendirmekte ve dışlayıcı tutumları yaygınlaştırmaktadır (Bengtson et al., 1975). Buna karşılık, geleneksel toplumlarda yaşlılara duyulan saygı ve yaşlılığın bilgelik ile ilişkilendirilmesi, yaşçılığın evrensel bir olgu olmakla birlikte kültürel normlar tarafından farklı biçimlerde ifade edildiğini göstermektedir. Kültür, yaşlı bireylere yönelik algıları, dil kullanımını, davranış kalıplarını ve kamusal politikaların yönelimini şekillendiren belirleyici bir faktördür (Bergeron & Lagacé, 2021).

Yaş ayrımcılığı çoğu durumda tekil bir eşitsizlik olarak ortaya çıkmaz; ırk, cinsiyet, eğitim düzeyi ve sosyoekonomik statü gibi diğer yapısal eşitsizliklerle kesişerek bireyler üzerinde çoklu dezavantajlar yaratır (Gutterman, 2023). Bu nedenle yaşçılık, bireysel önyargıların ötesinde, toplumsal kaynaklara erişimden sağlığa, çalışma yaşamından sosyal ilişkilere kadar geniş bir alanda eşitsizliklerin yeniden üretimine aracılık eden yapısal bir mekanizma hâline gelir. Yaş ayrımcılığı, sorunların nasıl tanımlandığını ve hangi çözümlerin makul görüldüğünü etkilediği için yaşlanma ve sağlık politikalarının geliştirilmesinde de önemli bir engel oluşturur.

1.1.2. Dijitalleşme ve Yaşa Dayalı Teknolojik Dışlanma

Dijital dönüşüm çağında yaş ayrımcılığı, yeni bir görünüm kazanarak teknolojik dışlanma biçiminde kendini göstermektedir. Yaşlı yetişkinler literatürde sıklıkla "görünmez kullanıcılar" olarak adlandırılmakta; bu durum teknoloji tasarım süreçlerinin yaşlıların ihtiyaçlarını ve değerlerini sistematik biçimde dışarıda bırakılmasına işaret etmektedir (Kanstrup & Bygholm, 2019; Rosales & Fernández-Ardèvol, 2019). Dijital beceri eksikliği işgücü piyasasında yaşlı çalışanların kırılganlığını artırmakta; dijitalleşen günlük yaşam süreçlerine uyum sağlamayı güçleştirmektedir. COVID-19 pandemisi, dijital araçlara bağımlılığın arttığı bir dönemde yaşlı bireylerin bu dışlanmadan orantısız şekilde etkilendiğini göstermiş; dijital politikaların yaşa duyarlı şekilde tasarlanması gerektiğini ortaya koymuştur (Papí-Gálvez & Parra-Casado, 2023).

Dijital araçlara erişim ve bu araçları etkin kullanma becerilerinin genç kuşaklara kıyasla sınırlı olması, sosyal katılımı azaltmakta ve ekonomik, kültürel ve kamusal yaşamdan dışlanmayı derinleştirmektedir. Bununla birlikte, yaşlı yetişkinlerin homojen bir grup olarak algılanması, teknoloji tasarımında yaşlıların çeşitliliğinin göz ardı edilmesine neden olmakta; onların farklı yaşam tarzları, beklentileri ve ilgi alanları için yeterince ürün geliştirilmemektedir. Teknolojilerin büyük bölümünün özellikle sağlık ve kronik hastalık yönetimi odaklı olması (Mannheim vd., 2019), yaşlı bireyleri sadece "hasta" ya da "bağımlı" kimliğiyle ele alan bir paradigma

üretmekte; bu durum olumsuz yaş stereotiplerini güçlendiren geri besleme döngülerine yol açmaktadır (Charlane ve ark., 2022).

1.1.3. İş Yaşamında Yaş Ayrımcılığı ve Kurumsal Eşitsizlikler

Yaş ayrımcılığı iş yaşamında en belirgin etkisini 40 yaş üzeri çalışanlarda göstermektedir. İş güvencesinin azalması, kariyer ilerlemesinin engellenmesi, artan iş stresi ve ruhsal iyi olma hâlinin bozulması, yaş ayrımcılığının çalışma hayatındaki önemli sonuçlarıdır (Roscigno et al., 2022). Emeklilik yaşına yaklaşan çalışanların yanı sıra 50 yaş civarındaki kişiler ayrımcılığa en açık gruplar olarak belirlenmektedir (Tesch-Römer & Ayalon, 2024).

Kurumsal düzeyde yaşa ilişkin stereotiplerin; işe alım, performans değerlendirme, dijital yeterlilik beklentileri ve terfi süreçlerinde belirleyici olması, işyerlerinde yapısal eşitsizliğin sürekliliğini pekiştirmektedir (Kunze & De Meulenaere, 2024). Bu durum, yaşlı çalışanların yalnızca mesleki değil, psikososyal iyi oluşları üzerinde de baskı oluşturmaktadır.

1.1.4. Psikolojik ve Toplumsal Sonuçlar

Algılanan yaş ayrımcılığı, bireylerin psikolojik iyilik hâlini doğrudan olumsuz etkilemektedir. Yaş ayrımcılığına maruz kalma; yalnızlık, özsaygı kaybı, sosyal çekilme, sağlık sorunlarının kötüleşmesi ve toplumsal dışlanma gibi sonuçlara yol açmaktadır (Tesch-Römer & Ayalon, 2024). Yaşçılığın etkileri, özellikle düşük sosyoekonomik statüye sahip bireylerde daha yoğun ve yıkıcı şekilde görülmekte; ekonomik kırılganlığın artmasına, işlevsel kapasite kaybına ve hatta mortalite riskinde yükselmeye katkıda bulunmaktadır (Gutterman, 2023). Bu bağlamda yaş ayrımcılığı, sadece bireysel bir deneyim ya da sosyal bir tutum değil; toplumsal eşitsizliğin sürekliliğini sağlayan, çok katmanlı ve yapısal bir mekanizma olarak karşımıza çıkmaktadır.

2. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, yaş ayrımcılığının yalnızca yaşlanmaya ilişkin bireysel tutumlarla açıklanamayacak kadar kapsamlı; kültürel normlar, ekonomik koşullar, kurumsal pratikler ve dijitalleşmenin dönüştürücü etkileri tarafından beslenen çok katmanlı yapısal bir eşitsizlik ve toplumsal bir mesele olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle dijital dönüşümün ivme kazanması, yaşa dayalı önyargı ve dışlama biçimlerinin yeni boyutlar kazanmasına yol açmıştır. İş yaşamında, dijital ortamlarda ve gündelik etkileşimlerde görülen yaş temelli önyargılar, yaşlı yetişkinlerin yaşam kalitesini, psikososyal iyilik hâlini ve toplumsal yaşama katılımını olumsuz etkilemektedir

Yaş ayrımcılığının diğer toplumsal eşitsizliklerle kesişmesi, müdahalelerin yalnızca yaş odaklı yaklaşımlarla sınırlı kalamayacağını; aksine daha geniş, çok boyutlu ve kapsayıcı stratejilere ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda öncelikli adım, yaş dostu kamu politikalarının güçlendirilmesidir. Yaş ayrımcılığını açıkça

tanımlayan, önleyici ve yaptırım içeren yasal düzenlemeler; kurumsal uygulamalarda standartlaşmayı sağlarken, toplumsal farkındalığı da artıracaktır. Bunun yanında, hızla dijitalleşen toplumda dijital kapsayıcılık kritik öneme sahiptir. Yaşlı yetişkinlere yönelik dijital okuryazarlık programlarının yaygınlaştırılması, ekonomik ve teknik erişim engellerinin azaltılması ve kullanıcı dostu dijital hizmetlerin geliştirilmesi bu alandaki temel gereksinimlerdir.

İş dünyasında yaş kapsayıcı insan kaynakları politikaları geliştirmek, yaşlı çalışanların istihdamda kalmasını destekleyerek hem bireysel hem de kurumsal düzeyde önemli kazanımlar sağlayacaktır. Eğitim ve kariyer gelişimi süreçlerinde yaşa bağlı örtük önyargıların azaltılması, performans değerlendirmelerinde yaşın dezavantaj olarak kodlanmasının önüne geçilmesi bu sürecin kilit bileşenlerindendir.

Toplumsal düzeyde ise medya, eğitim kurumları ve sivil toplumun iş birliğiyle yürütülecek kültürel farkındalık girişimleri, yaşlılığı olumsuz ve bağımlılıkla özdeşleştiren kalıpyargıların dönüşmesini destekleyecektir.

Bütün bu stratejilerin eşgüdümlü ve sürdürülebilir biçimde hayata geçirilmesi, yaşlı bireylerin toplumsal yaşama eşit, onurlu ve aktif katılımını güçlendirecek; daha adil ve kapsayıcı bir toplumun inşasına önemli katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Bengtson, V. L., Dowd, J. J., Smith, D. H., & Inkeles, A. (1975). Modernization, modernity, and perceptions of aging: A cross-cultural study. Journal of Gerontology, 30(6), 688–695. https://doi.org/10.1093/geronj/30.6.688

Bergeron, C. D., & Lagacé, M. (2021). On the meaning of aging and ageism: Why culture matters. University of Toronto Quarterly, 90(2), 140–154.

Charlene H Chu, Rune Nyrup, Kathleen Leslie, Jiamin Shi, Andria Bianchi, Alexandra Lyn, Molly McNicholl, Shehroz Khan, Samira Rahimi, Amanda Grenier, Digital Ageism: Challenges and Opportunities in Artificial Intelligence for Older Adults, The Gerontologist, Volume 62, Issue 7, September 2022, Pages 947–955, https://doi.org/10.1093/geront/gnab167

Gutterman, A. S. (2023). Ageism and socioeconomic status. Social Science Research Network. https://doi.org/10.2139/ssrn.4517503

Kanstrup, A. M., & Bygholm, A. (2019). The lady with the roses and other invisible users: Revisiting unused data on nursing home residents in living labs. In B. B. Neves & F. Vetere (Eds.), Ageing and digital technology: Designing and evaluating emerging technologies for older adults (pp. 17– 33). Springer.

Kunze, F., & De Meulenaere, K. (2024). Discrimination in organizations on the basis of age. Current Opinion in Psychology, 60, 101927. https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2024.101927

Lamichhane, P. (2024). Is ageism natural, biological, or a social construct? Bodhi: An Interdisciplinary Journal, 10(4), 115–136. https://doi.org/10.3126/bodhi.v10i4.8019 0

Mannheim, I., Schwartz, E., Xi, W., Buttigieg, S. C., McDonnell-Naughton, M., Wouters, E. J., & Van Zaalen, Y. (2019). Inclusion of older adults in the research and design of digital technology. International journal of environmental research and public health, 16(19), 3718.

Marshall, V. W. (2007). Advancing the sociology of ageism: A special section. Social Forces, 86(1), 257–264. https://doi.org/10.1353/sof.2007.0104

Neves, B. B., & Amaro, F. (2012). Too old for technology? How the elderly of Lisbon use and perceive ICT. The journal of community informatics, 8(1).

Officer, A., & de la Fuente-Núñez, V. (2018). A global campaign to combat ageism. Bulletin of the World Health Organization, 96(4), 295–296. https://doi.org/10.2471/BLT.17.202424

Palmore, E. (1999). Ageism: Negative and positive. Springer Publishing Company.

Papí-Gálvez, N., & Parra-Casado, E. (2023). COVID-19 and digital vulnerability of older adults. New Media & Society, 25(4), 1082–1101.

Rosales, A., & Fernández-Ardèvol, M. (2020). Ageism in the era of digital platforms. Convergence, 26(5-6), 1074-1087.

Roscigno, V. J., Zheng, H., & Crowley, M. (2022). Workplace age discrimination and social-psychological well-being. Society and Mental Health, 12(3), 195–214. https://doi.org/10.1177/21568693221116139

Tesch-Römer, C., & Ayalon, L. (2024). Ageism and public policies: Research on age discrimination at the societal level. In Ageism and public policies (pp. 63–81). Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.4337/9781802208139.00013

World Health Organization. (2017). Global report on ageism. WHO Press. https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/demographic-change-and-healthy-ageing/combatting-ageism/global-report-on-ageism

Zharovska, I. M., Kovalchuk, V. B., Gren, N., Bohiv, Y., & Shulhan, I. (2022). Explorations of contemporary age discrimination. International Journal of Social Quality, 12(2), 94–112. https://doi.org/10.3167/ijsq.2022.120206

GERONTOLOJİK PERSPEKTİFTEN MÜZİK: YAŞLILARDA MÜZİK MÜDAHALELERİ

Dr. Saadet TİRYAKİ[1]/ Dr. Öğretim Üyesi Fatma Banu DEMİRDAŞ[2]
[1]Bağımsız Araştırmacı, ssaadetozer@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-4518-5355
[2] Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Gerontoloji Bölümü,
banu.demirdas@ozal.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-7001-2205

Özet

Müzik, tarih boyunca bireylerin sağlık ve iyiliğini desteklemek için kullanılmıştır. Günümüzde müzik dinleme, şarkı söyleme, doğaçlama şarkı söyleme, koral olarak grup halinde şarkı söyleme, enstrüman çalma ve profesyoneller aracılığıyla beste yapma gibi müzikal etkinliklerin farklı yaş gruplarındaki etkileri çok yönlü olarak değerlendirilmektedir. Araştırmalar, müzikal etkinliklerin yaşlı bireylerde öznel iyi oluşu, duygusal dengeyi ve yaşam doyumunu anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir. Depresyon, anksiyete, yalnızlık ve kronik hastalıklar yönünden yüksek risk taşıyan yaşlı nüfus için müziğin sağladığı koruyucu ve iyileştirici etkiler gerontolojik açıdan önemli bir müdahale alanı oluşturmaktadır. Araştırmalar, müzikal müdahalelerin yaşlı yetişkinlerde depresyon puanlarını azaltabildiğini, stres yanıtını düzenlediğini ve uyku kalitesini iyileştirdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca müzik, hafıza, öğrenme, motivasyonel ve duygusal durumlarla ilişkili beyin fonksiyonları için önemli bir uyarandır ve insan davranışları üzerinde biyolojik etkileri bulunmaktadır. Bunun yanı sıra müzik, sosyal katılımı teşvik eden bir boş zaman etkinliği olarak yaşlıların sosyal uyumunu artırmaktadır. Nörobilişsel açıdan bakıldığında, müzik dinleme ve icrası sırasında dikkat, çalışma belleği, planlama ve motor koordinasyon gibi yönetici işlevler aktive olmakta ve bilişsel uyarım sağlanmaktadır. Bu bağlamda müzikal etkinliklerin bilişsel işlevi iyileştirdiği bildirilmektedir. Bu sonuçlar yaşlanma sürecinde bilişsel işlevlerin korunması, bilişsel yaşlanmanın yavaşlatılması ve gerilemenin azaltılmasında müziğin potansiyel gücüne işaret etmektedir. Müzikal müdahaleler farmakolojik ve invaziv olmayan, yan etkisiz, düşük maliyetli olmalarının yanında, yaşlıların fiziksel, duygusal ve bilişsel gereksinimlerine yanıt veren bütünleştirici ve tamamlayıcı bir yaklaşım olarak oldukça değerlidir. Başlı başına bir müdahale olmasının yanında müzikal etkinlikler, çeşitli ruhsal hastalıkların standart tedavilerine ek olarak da uygulanabilmekte ve iyileşmeye katkı sunabilmektedir. Hastalık yönetiminden ruhsal iyilik hâlinin desteklenmesine kadar geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu doğrultuda, yaşlı yetişkinlere yönelik müzikal müdahalelerin kurumsal ve toplum temelli programlarda sistematik biçimde uygulanması, çok disiplinli modellerin geliştirilmesi ve erişilebilirliğin artırılmasına yönelik girişimlerin desteklenmesi önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Gerontoloji, yaşlanma, müzik.

MUSIC FROM A GERONTOLOGICAL PERSPECTIVE: MUSIC INTERVENTIONS IN OLDER ADULTS

Abstract

Music has historically been utilized to promote individuals' health and well-being. Contemporary research examines the multifaceted effects of musical activities—such as listening to music, singing, improvisation, choral performance, playing instruments, and professional composition—across different age groups. Notably, studies focusing on older adults indicate that engagement in musical activities significantly enhances subjective well-being, emotional regulation, and life satisfaction. Given that older populations are at heightened risk for depression, anxiety, loneliness, and chronic diseases, music provides protective and therapeutic benefits of particular gerontological relevance. Musical interventions have been shown to reduce depressive symptoms, modulate stress responses, and improve sleep quality among older adults. Furthermore, music serves as a potent stimulus for brain functions associated with memory, learning, motivation, and emotional processing, exerting measurable biological effects on human behavior. Socially, music promotes participation in group activities and leisure pursuits, thereby enhancing social cohesion and adaptation among older individuals. From a neurocognitive perspective, music listening and performance activate executive functions—including attention, working memory, planning, and motor coordination—contributing to cognitive stimulation. These findings underscore music's potential to support cognitive preservation, slow age-related cognitive decline, and mitigate functional deterioration. Musical interventions are non-pharmacological, non-invasive, low-cost, and devoid of adverse effects, providing an integrative approach that addresses the physical, emotional, and cognitive needs of older adults. In addition to functioning as stand-alone interventions, musical activities can complement standard treatments for various mental health conditions, supporting overall recovery. Accordingly, the systematic implementation of music-based programs in both institutional and community settings, the development of multidisciplinary intervention models, and initiatives to improve accessibility are essential for optimizing the health and well-being of older populations.

Keywords: Gerontology, aging, music.

1. GİRİŞ

Müzik, antik çağlardan bu yana farklı kültürlerde insan sağlığı üzerindeki etkileri nedeniyle çeşitli hastalıkların tedavilerinde kullanılmıştır. Yunan filozof Pisagor beden ve ruh uyumu için müziği önermiş, hemşire Florence Nightingale tedavide müziğin gücünü fark etmiştir. Hemşire Isa Maud Ilsen aynı zamanda bir müzik terapistidir, Hastanelerde Ulusal Müzik Derneği'ni kurmuştur ve müzik reçeteleri uygulamıştır. Michael H. Thaut müziğin hafıza, öğrenme için bir uyaran olduğunu, beyinde belirli işlevleri harekete geçirerek davranışları etkilediğini bildirmiştir (Nilsson, 2008).

Bir sanat formu olan müzik bilişsel ve duygusal tepkiler oluşturmakta, fiziksel değişimler meydana getirmekte ve sosyal boyutta değişimler sağlamaktadır. Düşünceleri ve duyguları hareketlendirerek, duygusal durumun düzenlenmesinde etkili olmaktadır. Bireyin müzik seçimleri benlik ve kimlik duygusunun tanımlanmasına imkân sağlar. Müzikal aktivitelerde bulunmanın çeşitli faydaları bildirilmiştir. Müziğin bu özellikleri ve etkileri yaşam boyu geçerlidir (English vd., 2025). İnsanlar üzerindeki çok yönlü etkileri nedeniyle tarih boyunca sağlık ve iyilik için kullanılan müzik, günümüzde bir müdahale türü olarak kullanılmaktadır.

1.1. Kavramsal Çerçeve

1.1.1. Bir Müdahale Türü Olarak Müzik

Müdahaleler kapsamında müzikal aktiviteler müzik dinleme, şarkı söyleme, doğaçlama şarkı söyleme, koral olarak grup halinde şarkı söyleme, enstrüman öğrenme / çalma ve profesyoneller aracılığıyla beste yapma olabilmektedir (Creech vd., 2013; Daykin vd., 2017; Habron vd., 2013; Zhao vd., 2016). Müdahalede kullanılacak müzik türleri ve içerik çoğunlukla araştırmacılar tarafından belirlenmektedir. Müziğin izlenen etkileri yönünden, katılımcıların müzik türlerini kendilerinin seçmesi ile seçmemesi arasında farklılık bulunmadığına yönelik bulgular bildirilmektedir (Nilsson, 2008). Müziğin temposu yönünden yavaş ve akıcı müzik eserlerinin rahatlama üzerinde etkili olabildiği ifade edilmekte, terapötik amaçla kullanılacak müziğin lirik olmaması ve düşük tonlarda olmasının daha etkili olabileceği öne sürülmektedir (Nilsson, 2008).

Müzik müdahalelerinin hedef kitlesi oldukça kapsamlıdır; farklı özelliklere sahip bireylerde uygulanabilmektedir. Çocuk, genç, yetişkin ve yaşlı olmak üzere tüm yaşam dönemlerinde müzik müdahalelerinden etkili sonuçlar alınabilmektedir. Sağlıklı, hasta ya da engelli, zihinsel ve bilişsel düzeyde farklılık gösteren bireyler müzik müdahalelerini alabilirler. Sosyoekonomik düzey farklılıkları müzik müdahalelerine engel değildir. Diğer yandan, müziğin bir sanat dalı olması itibariyle her sanat dalı gibi belli düzeyde yetenek ve ilgi gerektirdiği düşünülse de müzik müdahaleleri yetenek ve ilgi düzeyi farklı bireylerde de uygulanabilmektedir (Creech vd., 2013; Daykin vd., 2017; Kneafsey, 1997; Zhao vd., 2016).

Müzik müdahaleleri başlı başına bir terapi olarak uygulanmakta ve kabul görmektedir. Bunun yanında çeşitli psikolojik ya da fizyolojik hastalıklar veya sendromlar için uygulanan standart tedaviler ve terapilerle birlikte uygulandığında olumlu etkileri görülmektedir (Zhao vd., 2016).

1.1.2. Müzik Müdahalelerinin Etkileri

Müzik müdahaleleri farklı özelliklerdeki sağlıklı ya da hasta çalışma gruplarında uygulanmış ve etkileri araştırılmıştır. Çok kez araştırılmış ve kanıtlanmış etkilerinden biri öznel iyi oluştur. Öznel iyi oluş, yaşamdan memnuniyet, değerlilik, mutluluk ve kaygı gibi boyutları kapsayan bir olgudur. Müziğin iyi oluş üzerinde olumlu etkileri olduğuna yönelik güvenilir kanıtlar bulunmaktadır (Daykin vd., 2017).

Müziğin çeşitli kronik hastalıkları olan yetişkinlerde yaşam kalitesi ve olumlu duygulanımda pozitif etkiler oluşturduğu, anksiyete ve depresyonda iyileşme sağladığı ve sakinleştirici etki gösterdiği bildirilmektedir (Daykin vd., 2017). Müzik, olumsuz hissin anlamını değiştirebilmesi sayesinde hastaya başa çıkma becerisi sağlayabilmektedir. Bu yönüyle cerrahi operasyon sonrasında hastalara müzik müdahalesi uygulandığında kaygı ve anksiyetenin yanında ağrının azalmasında etkili olduğu bildirilmiş, bu durum hasta kontrollü analjeziye benzetilerek, müzik bir "işitsel analjezik" olarak ifade edilmiştir. Bunların yanında müziğin kalp atış hızında düşüş, solunum hızında azalma, oksijen satürasyonunda iyileşme, kortizol seviyelerinde azalma sağladığı bildirilmiştir (Nilsson, 2008).

1.1.3. Yaşlılarda Müzik Müdahalelerinin Etkileri

Müziğin yaşlı bireylerdeki etkilerini izleyen araştırmalar, fiziksel, psikolojik, bilişsel yararlarını ortaya koymakta, genel iyilik hali üzerinde olumlu ve potansiyel olumlu etkilerini bildirmektedir (Ma ve Ma, 2023).

Psikolojik Etkiler

Yaşlı yetişkinlerde müzik müdahaleleri iyi oluş üzerinde pozitif yönde etki (Creech vd., 2013; Daykin vd., 2017; Laukka, 2007); yaşam kalitesinde iyileşme (Creech vd., 2013; Lee vd., 2010); uyku kalitesinde artış (Chan vd., 2010; Ma ve Ma, 2023); yalnızlık hissinde azalma (Daykin vd., 2017); özsaygıda artış (MacAulay vd., 2019); streste azalma (MacAulay vd., 2019); ruhsal dayanıklılık, zorluklarla başa çıkma becerisinde artış (Matziorinis vd., 2023); anksiyetede azalma (Jang ve Kunde, 2021; Ma ve Ma, 2023); depresyon riskinde azalma (Daykin vd., 2017) ve depresyon semptomlarında azalma (Jang ve Kunde, 2021; Ma ve Ma, 2023; Zhao vd., 2016) meydana getirmiştir. Bir müzik müdahalesi olarak yaratıcı beste yapmanın, yaşlı bireylerde özsaygı, anlamlı sosyal etkileşim, iletişim ve kişisel kaynakların keşfi yönünden olumlu etkileri belirlenmiştir (Habron vd., 2013).

Depresyon, her yaştan bireyi etkileyen ruhsal bir bozukluktur. Üzüntü, ilgi ve zevk kaybı, ruh halinde bozulma, düşük öz değer ile kendini gösteren depresyon uyku bozukluğu, iştahta değişiklik, yorgunluk ve dikkatsizliğe

yol açabilmektedir. Depresyon, yaşlanan nüfus için önemli bir sorun olup, yaşlılar arasında yaygın görülen bir durumdur. Ancak yaşlılarda göz ardı edilebilmektedir. Antidepresan ve psikoterapi gibi tedavilerin yanında, geriatrik depresyonla mücadelede müzik müdahalelerinin güçlü etkileri bildirilmektedir. Müzik yaşlı yetişkinlerde depresyon semptomlarının iyileşmesinde etkili olmaktadır (Zhao vd., 2016). Müzik müdahalelerinin Geriatrik Depresyon Ölçeği puanlarında düşüş sağladığı bildirilmektedir (Daykin vd., 2017). Aktif olarak müzik yapmanın depresyondan korunmanın yanında, gelişmiş sosyal uyumla ilişkili olduğu, sosyal etkileşimi arttırdığı, kişisel gelişim ve güçlenme sağladığı, zenginleşme hissi ve başarı duygusunu geliştirdiği belirtilmektedir (Creech vd., 2013). Grup halinde müzikal aktivitelerin sosyal aktivite ve katılımı teşvik ettiği, becerileri gösterme ve başkalarına yardım etme fırsatları sağladığı, aidiyet duygusu ile bir topluluk içinde değerli bir rol oynama duygusunu güçlendirdiği, ayrıca farklı kuşaklardan bireylerle iletişim kurmada rol oynadığı bildirilmektedir (Creech vd., 2013). Grup halinde müzik yapmanın yaşam kalitesi üzerinde de etkili olduğu bildirilmiştir (Hallam ve Creech, 2016).

Müzik yaşlılar için olumlu duygu kaynağı olan bir boş zaman aktivitesidir (Laukka, 2007). Müzikal etkinliklerde bulunmak, duygu düzenlemeyle ilişkili beyin bölgelerini (prefrontal korteks, orbitofrontal korteks ve ön singulat korteks) aktive etmektedir. Bu nedenle müzik duygu düzenleme amacıyla terapötik olarak uygulanmaktadır (Jang ve Kunde, 2021). Yaşlı yetişkinlerde müziği psikolojik amaçlara hizmet etmek için kullanmak uygundur; (i)yaşlılarda duyguları düzenleme yeteneği yaşla birlikte artabilmektedir, böylelikle müzik dinlemek ruh hali düzenlenmesinde etkili bir strateji olarak kullanılabilir; (ii)müzik dinlemek bilişsel ve fiziksel olarak zorlayıcı olmayan bir aktivitedir (Laukka, 2007).

Müzikal aktiviteler, mekânsal sınırlılığın olmaması yönünden oldukça değerlidir. COVID-19 pandemisinde, Akdeniz Üniversitesi 60+ Tazelenme Üniversitesi öğrencileri “Taze Projeler” kapsamında “Taze Musiki” programına dahil edilmiştir. Program çevrimiçi görüntülü iletişim sağlayan bir uygulama üzerinden gerçekleştirilmiş ve yaşlı bireyler sosyal izolasyon ve sokağa çıkma yasağı engellerine takılmadan, evlerinden katılım sağlayabilmiştir. Bu program çerçevesinde yapılan odak grup görüşmesinde yaşlı bireyler, müziğin ruhu okşadığını, motive ettiğini, hoşgörüyü arttırdığını, ruhun gıdası olduğunu, dinlendirdiğini ve kötü düşüncelerden uzaklaştırdığını bildirmiştir. Özellikle pandeminin zorlayıcı koşulları altında bu uygulamanın “ilaç gibi” olduğunu belirtmişlerdir. Diğer yandan program kapsamında genç müzisyenlerin katılımları sayesinde genç ve yaşlı bireylerin bir araya gelmesinin kuşaklararası iletişimi desteklediği belirlenmiştir (Tiryaki vd., 2021).

Koroner by-pass ameliyatı sonrasında 3 ay boyunca her gün müzik dinletisinin etkileri incelenmiş, katılımcıların durumluk ve sürekli anksiyetesinde orta düzey anksiyeteden hafif düzey anksiyeteye gerileme ve iyileşme tespit edilmiştir. Müdahalenin ikinci haftasından itibaren uyku kalitesinde iyileşme belirlenmiştir.

Ayrıca yaşam kalitesinin özerklik, sosyal katılım, yakınlık alt boyutlarında iyileşmeler belirlenmiştir (Ayan, 2023).

Fiziksel Etkiler

Müzik müdahalelerinin yaşlı yetişkinlerde dikkati sürdürmeye yardımcı olduğu, fiziksel performans ve davranışlar üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir. Uyku, ağrı ve beslenme sorunlarında iyileşmeler tespit edilmiştir. Ayrıca, müzik eşliğinde yapılan fiziksel egzersizin yaşlı yetişkinlerin sosyal ve davranışsal faktörlerini iyileştirdiği gösterilmiştir (Ma ve Ma, 2023). Müzik müdahalelerinin hipertansiyon üzerindeki etkili olabildiği, sistolik ve diyastolik kan basıncını düşürmede faydalı olduğu bildirilmektedir. Hipertansiyon yaşlı bireylerde yaygın ve riskli bir kardiyovasküler hastalıktır. İlaç tedavilerinin yüksek maliyeti ve yan etkileri nedeniyle farmakolojik olmayan müdahaleler hipertansiyon tedavisinde önemli görülmektedir (Bekiroğlu vd., 2013).

Müzikal aktivitelerin beynin yaşlanması üzerindeki etkileri ve beyin için potansiyel bir yaşlanma önleyici etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Profesyonel müzisyenler, amatör müzisyenler ve müzisyen olmayanlar uzun süreli enstrümantal müzik aktivitesi sonucu manyetik rezonans görüntüleme ile izlenmiş ve beyin yaşı olarak ifade edilen BrainAGE puanları hesaplanmıştır. Araştırmada amatör müzisyenlerde en yüksek düzeyde müziğin beyinde yaşlanmayı geciktirici etkisi tespit edilmiş, bunu profesyonel müzisyenler izlemiştir. Bu durumun amatör müzisyenlerin müziği ana mesleklerinin dışında bir zenginleştirme etkinliği olarak yapmalarından ve böylece müzik yapmanın zenginleştirici esneklik etkisinden daha fazla yararlanıyor olmalarından kaynaklandığı bildirilmiştir. Araştırma, müziğin beyin üzerinde yaşlanmayı yavaşlatıcı etkisinin olduğunu ortaya koymuştur (Rogenmoser vd., 2018).

Yaşa bağlı işlevsel kayıplardan biri işitsel bozulmalardır. Bu durum yaşlı yetişkinlerde iletişim sorunlarına neden olabilmektedir. İşitme kaybı olan yaşlı müzisyenlerin, diğerlerine göre nörofizyolojik olarak daha avantajlı olduğu, sinirsel işleme kapasitelerinin daha iyi korunduğu bildirilmektedir. Bu bağlamda müzik eğitiminin, sesle anlamlı etkileşimleri desteklemek ve sinir sistemi işlevlerinde yaşa bağlı gerilemeyi azaltmak için güçlü bir strateji olabileceği öngörülmektedir. Müzikal aktiviteler işitsel kayıpların bir telafisi olma potansiyelindedir (Kraus ve White-Schwoch, 2014).

Bilişsel Etkiler

İlerleyen yaş, bilişsel bozulmalar ve bilişsel işlevlerde kayıplar yönünden büyük bir risk faktörüdür. Müzik müdahaleleri, yaşlanan beynin bilişsel işlevlerinin korunmasında, bilişsel yaşlanmayı dengelemede, bilişsel gerilemeyi önlemede ve azaltmada güçlü bir potansiyele sahiptir. Müzikal aktivite sırasında beyinde dikkat, çalışma belleği, planlama ve motor kontrolü gibi yönetici işlevler çalışır. Yaşın ilerlemesi bu işlevlerin de

yürütüldüğü frontal korteksin küçülmesine neden olur. Frontal korteksteki doğal küçülme ve işlevsel düşüşün önlenmesinde müzik dinleme ve yapma yoluyla bu yönetici işlevlerin çalıştırılmasının etkili olabileceği fikri savunulmaktadır (Jäncke, 2013). Aktif müzik yapmanın algısal hız ve motor beceri testlerinde iyileşmeler sağladığı bildirilmiş, müzik eğitiminin beyin esnekliğini arttırdığına ilişkin kanıtlar elde edilmiştir (Wan ve Schlaug, 2010). Daha önce müzik eğitimi almamış yaşlı yetişkinlerde 12 haftalık flüt dersi sonucunda yapılan nöropsikolojik değerlendirmelerde, yönetici işlevlerde, genel bilişte, sözel akıcılıkta ve görsel bellek performansında iyileşme tespit edilmiştir (MacAulay vd., 2019).

Müzik müdahalelerinin yeni zorluklarla başa çıkma, yeni beceriler edinme, gelişmiş konsantrasyon ve hafızada iyileşme gibi bilişsel faydaları, bunlarla ilişkili olarak başarı duygusunun gelişmesindeki etkileri bildirilmiştir (Creech vd., 2013). Müzik hafıza, öğrenme, motivasyonel ve duygusal durumlarla ilişkili beyin fonksiyonları için önemli bir bilişsel uyarandır.

Demans, yaşla birlikte ortaya çıkan bozukluktur. Müzikal aktivitelerinin demans riski taşıyan yaşlı yetişkinlerde, epizodik bellek ve yönetici işlevler üzerinde olumlu etkileri olabileceği bildirilmektedir (Espinosa vd., 2025). Demans hastalığından muzdarip bireylerde yapılan başka bir müdahale çalışmasında Mini Mental Durum Değerlendirmesi puanlarında bir değişiklik olmazken, "dil" alt ölçeğinin puanlarında anlamlı bir iyileşme görülmüştür. Ayrıca, Yaşlılar İçin Çok Boyutlu Gözlem Ölçeği'nde "sinirlilik" puanlarında anlamlı bir düşüş gözlenmiştir (Suzuki vd., 2004). Orta veya şiddetli demanslı yaşlılarda 2 yıl boyunca haftada bir kez uygulanan grup müzik terapisinin sistolik kan basıncını düşürdüğü bildirilmiştir. Ayrıca katılımcıların fiziksel ve zihinsel durumlarının, müzik terapisi almayanlara göre daha iyi korunduğu belirlenmiştir (Takahashi ve Matsushita, 2006). Bir vaka çalışmasında, Alzheimer demanslı bireyin tanıdığı melodilere eşlik ettiği, şarkı dinletisi bitse de söylemeye devam ettiği, buna karşılık bilmediği melodilere tepki vermediği bildirilmiştir. Diğer yandan bozulmuş melodileri ayırt ettiği ve şaşkınlık ifadeleri sergilediği, bozulmamış melodilere ise tepki vermediği belirlenmiştir. Çalışma, müzikle ilgili hafızanın demansta korunabildiğini ortaya koymaktadır (Cuddy ve Duffin, 2005).

Müzik müdahaleleri yaşlı yetişkinlerde bilişsel işlevi iyileştirmede etkili olduğu gibi, demanslı yaşlı bireylerde de çeşitli davranışsal ve psikolojik sorunlarda etkili olabilmektedir (Ma ve Ma, 2023).

2. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yaşlılar kronik hastalıklar, iyi oluşun korunamaması, depresyon, kaygı, anksiyete yönünden riskli bir gruptur. Literatürdeki araştırmalar, yaşlanırken fiziksel, psikolojik, bilişsel sağlığın korunması ve yaşa bağlı bozukluklar ya da kayıplardan kaçınılması için müzikal aktivitelerin önemli ve güçlü olumlu etkilerini ortaya koymaktadır. Müzik müdahaleleri, yaşlılığa bağlı artan risklere karşı güçlü bir potansiyele sahiptir. Bunların yanında akut

hasta bakımı, ayakta tedavi ya da çeşitli kronik hastalıkları bulunan bireylerin bakımında kullanılmaktadır. Başlı başına bir müdahale olmasının yanında çeşitli hastalıkların standart tedavilerine ek olarak da uygulanabilmekte ve iyileşmeye katkı sunabilmektedir (Zhao vd., 2016). Yaşlılarla terapötik ilişkilerin kurulmasında, hemşirelerin müzik kullanımı konusunda teşvik edilmesi önerilmektedir (Lee vd., 2010). Müzik müdahalelerindeki çeşitliliğe karşın, belirli hastalıkların tedavisine yönelik özel müzikler tasarlanabilir (Nilsson, 2008).

Müzik, kolay uyum sağlanabilen, farmakolojik ve invaziv olmayan ancak zihne ve bedene nüfuz edebilen, zararlı yan etkilerinin olmayan ve düşük maliyetli, bütünleştirici ve tamamlayıcı bir tedavi olarak görülmektedir (Bekiroğlu vd., 2013; Lee vd., 2010; Zhao vd., 2016). Müzik bireyin sağlık durumu, zihinsel beceri düzeyi ne olursa olsun duyuları uyarır, duyguları harekete geçirir ve fizyolojik ve zihinsel tepkiler oluşturur (Kneafsey, 1997). Müzik müdahalelerinin umut vaat eden sonuçları, gelecekte araştırmaların çok daha sistematik olması için yeni araçlar geliştirilmesini teşvik etmektedir. Müzik müdahaleleri protokolleri için yaşlanmaya bağlı beyin bozukluklarının belirlenmesinde temel biyobelirteç veri seti, yüz ifadeleri ve hareketlerin dijital ölçümleri ve yenilikçi kişiselleştirilmiş müzik sunum sistemlerinden oluşan bir araç seti geliştirilmiştir (Edwards vd., 2023).

Müzikle uğraşmak yalnızca belli düzeyde yeteneği olan, müzik eğitimi almış olan ve profesyonel olarak bu işi yapan kişilere özgü görülmemelidir. Yaşlanma sürecinde amatör müzisyenlerin profesyonel müzisyenlere göre beyin yaşı yönünden daha iyi durumda olduğu gösterilmiştir (Rogenmoser vd., 2018). Yaşlı yetişkinlerin profesyonel müzisyenlerle etkileşimli olarak bireysel müzik parçaları besteleme, enstrüman öğrenme gibi müdahalelerden olumlu etkiler aldığı gözlenmektedir (Habron vd., 2013). Yaşlılık yetenek yoksunluğu değildir.

Müzik müdahaleleri yaşlı yetişkinler için sağlığın geliştirilmesinde güvenli ve etkili bir stratejidir. Diğer yandan demans, anksiyete ve depresyon gibi durumlarda da maliyet ve yan etki yönünden avantajlı olan, etkileri kanıtlanmış müdahalelerdir.

Müziğin kanıtlanmış ve umut vadeden katkılarının yaygınlaşması, müzikal aktivite ve müdahalelerin yaş ve sosyoekonomik durumdan bağımsız olarak tüm bireylerin erişimine sunulması ve desteklenmesi için politikalar üretilmelidir, yeni uygulamalar geliştirilmelidir. Çeşitli toplum merkezlerinde bu türde uygulamalar arttırılmalı ve yeni kısa ve uzun vadeli etkilerin incelendiği bilimsel araştırmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Ayan, F. S. 2023. Koroner By-Pass Cerrahisi Sonrası Müzik Dinletisinin Anksiyete, Uyku Kalitesi ve Yaşam Kalitesi Üzerindeki Etkisi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yaşlı Sağlığı ve Bakım Programı, Doktora Tezi, Aydın.

Bekiroğlu, T., Ovayolu, N., Ergün, Y., & Ekerbiçer, H. Ç. (2013). Effect of Turkish classical music on blood pressure: a randomized controlled trial in hypertensive elderly patients. Complementary therapies in medicine, 21(3), 147-154.

Chan, M. F., Chan, E. A., & Mok, E. (2010). Effects of music on depression and sleep quality in elderly people: A randomised controlled trial. Complementary therapies in medicine, 18(3-4), 150-159.

Creech, A., Hallam, S., McQueen, H., & Varvarigou, M. (2013). The power of music in the lives of older adults. Research studies in music education, 35(1), 87-102.

Cuddy, L. L., & Duffin, J. (2005). Music, memory, and Alzheimer's disease: is music recognition spared in dementia, and how can it be assessed?. Medical hypotheses, 64(2), 229-235.

Daykin, N., Mansfield, L., Meads, C., Julier, G., Tomlinson, A., Payne, A., ... & Victor, C. (2018). What works for wellbeing? A systematic review of wellbeing outcomes for music and singing in adults. Perspectives in public health, 138(1), 39-46.

Edwards, E., St Hillaire-Clarke, C., Frankowski, D. W., Finkelstein, R., Cheever, T., Chen, W. G., ... & Collins, F. S. (2023). NIH music-based intervention toolkit: music-based interventions for brain disorders of aging. Neurology, 100(18), 868-878.

English, H., Lewis, S., Davidson, J., & Goodwin, N. (2025). Transformative engagement with community music-making for older adults: A scoping review. Musicae Scientiae, 29(2), 217-239.

Espinosa, N., Menczel Schrire, Z., McKinnon, A. C., Almgren, H., Mowszowski, L., & Naismith, S. L. (2025). Neurobiological effects of music-making interventions for older adults: a systematic review. Aging Clinical and Experimental Research, 37(1), 1-16.

Habron, J., Butterly, F., Gordon, I., & Roebuck, A. (2013). Being well, being musical: Music composition as a resource and occupation for older people. British Journal of Occupational Therapy, 76(7), 308-316.

Hallam, S., & Creech, A. (2016). Can active music making promote health and well-being in older citizens? Findings of the music for life project. London journal of primary care, 8(2), 21-25.

Jäncke, L. (2013). Music making and the aging brain. Zeitschrift für Neuropsychologie, 24(2), 113–121.

Jang, S., & Kunde, L. (2021). A systematic review of music therapy interventions used to address emotional needs of older adults. The Arts in Psychotherapy, 76, 101842.

Kneafsey, R. (1997). The therapeutic use of music in a care of the elderly setting: a literature review. Journal of clinical nursing, 6(5), 341-346.

Kraus, N., & White-Schwoch, T. (2014). Music training: lifelong investment to protect the brain from aging and hearing loss. Acoustics Australia, 42(2).

Laukka, P. (2007). Uses of music and psychological well-being among the elderly. Journal of happiness studies, 8(2).

Lee Y.Y., Chan M.F. & Mok E. (2010) Effectiveness of music intervention on the quality of life of older people. Journal of Advanced Nursing 66(12), 2677–2687.

Ma, G., & Ma, X. (2023). Music intervention for older adults: Evidence map of systematic reviews. Medicine, 102(48), e36016.

MacAulay, R. K., Edelman, P., Boeve, A., Sprangers, N., & Halpin, A. (2019). Group music training as a multimodal cognitive intervention for older adults. Psychomusicology: Music, Mind, and Brain, 29(4), 180.

Matziorinis, A. M., Gaser, C., & Koelsch, S. (2023). Is musical engagement enough to keep the brain young?. Brain Structure and Function, 228(2), 577-588.

Nilsson, U. (2008). The anxiety-and pain-reducing effects of music interventions: a systematic review. AORN journal, 87(4), 780-807.

Rogenmoser, L., Kernbach, J., Schlaug, G., & Gaser, C. (2018). Keeping brains young with making music. Brain Structure and Function, 223(1), 297-305.

Suzuki, M., Kanamori, M., Watanabe, M., Nagasawa, S., Kojima, E., Ooshiro, H. and Nakahara, D. (2004), Behavioral and endocrinological evaluation of music therapy for elderly patients with dementia. Nursing & Health Sciences, 6: 11-18.

Takahashi, T., & Matsushita, H. (2006). Long-term effects of music therapy on elderly with moderate/severe dementia. Journal of Music Therapy, 43(4), 317-333.

Tiryaki, S., Tufan, İ. & Başıbüyük, H.H. (2021, Nisan). 60+ TAÜ Antalya Kampüsü Öğrencilerinin COVID-19 Pandemisi Sırasında Uygulanan Taze Musiki Programı Üzerine Görüşlerinin Değerlendirilmesi (Sözel Bildiri). 11. Ulusal Yaşlılık Kongresi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Wan, C. Y., & Schlaug, G. (2010). Music making as a tool for promoting brain plasticity across the life span. The Neuroscientist, 16(5), 566-577.

Zhao, K., Bai, Z. G., Bo, A., & Chi, I. (2016). A systematic review and meta-analysis of music therapy for the older adults with depression. International journal of geriatric psychiatry, 31(11), 1188-1198.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SAĞLIKLI YAŞLANMAYA ETKİSİ

Doçent, Fatma HASTAOĞLU[1]
[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yaşlı Bakım Programı, 0000-0001-8929-2860

Özet

Bu çalışma, iklim değişikliğinin sağlıklı yaşlanma üzerindeki çok boyutlu etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Yaşlanan nüfusun küresel ölçekte artması, iklim temelli risklerin yaşlı bireyler üzerindeki etkilerini halk sağlığı açısından kritik bir öncelik hâline getirmiştir. Bu doğrultuda çalışmada, literatürde yer alan güncel bilimsel veriler taranmış ve iklim değişikliğinin fiziksel, psikososyal ve çevresel sağlık göstergeleri üzerindeki etkileri sistematik bir çerçevede değerlendirilmiştir. Çalışmanın yöntemi, uluslararası kuruluş raporları ve hakemli dergilerde yayımlanan araştırmaların karşılaştırmalı analizine dayanmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalar, sıcak hava dalgaları, hava kirliliği, afetlerin sıklığı, su ve gıda güvencesizliği gibi iklim temelli risklerin yaşlı bireylerde mortalite, morbidite, kırılganlık ve fonksiyonel kayıp oranlarını artırdığını ortaya koymaktadır. Ayrıca ruh sağlığı üzerindeki etkilerin, afet sonrası travma, sosyal izolasyon ve uyum güçlükleriyle ilişkili olarak belirginleştiği görülmüştür. Bulgular, yaş dostu çevresel düzenlemeler, iklim duyarlı sağlık hizmetleri, erken uyarı sistemleri ve toplum destek mekanizmalarının sağlıklı yaşlanmayı güçlendirmede kritik rol oynadığını göstermektedir.

Sonuç olarak çalışma, sağlıklı yaşlanma politikalarının iklim değişikliği bağlamında yeniden ele alınması gerektiğini, risk azaltım ve uyum stratejilerinin ise çok sektörlü ve kanıta dayalı bir yaklaşımla tasarlanmasının zorunlu olduğunu vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, sağlıklı yaşlanma, çevresel sağlık

CLIMATE CHANGE AND HEALTHY AGING

Assoc.Prof. Fatma HASTAOĞLU[1]
[1]Sivas Cumhuriyet University, Vocational Health School Elderly Care Programme,
0000-0001-8929-2860

Abstract

This study aims to examine the multifaceted impacts of climate change on healthy ageing. As the proportion of older adults increases globally, climate-related risks have become a critical public health concern. Accordingly, this paper synthesizes recent scientific evidence and evaluates the physical, psychosocial, and environmental health impacts of climate change on older populations through a systematic review of international reports and peer-reviewed research. The methodological approach is based on comparative analysis of interdisciplinary studies addressing climate-induced risks and ageing processes.

Findings indicate that heatwaves, air pollution, extreme weather events, and food and water insecurity substantially increase mortality, morbidity, frailty, and functional decline among older adults. Additionally, mental health effects—particularly post-disaster trauma, social isolation, and reduced adaptive capacity—emerge as significant contributors to overall vulnerability. Results highlight the essential role of age-friendly environmental planning, climate-responsive healthcare systems, early warning mechanisms, and community-based support structures in promoting resilience and healthy ageing.

In conclusion, the study underscores the necessity of re-evaluating healthy ageing policies within the context of climate change. It emphasizes that effective risk-reduction and adaptation strategies must be designed through multisectoral, evidence-based, and socially inclusive approaches to safeguard older adults in an increasingly unstable climate.

Keywords: Climate change, healthy ageing, environmental health

1. GİRİŞ

İklim değişikliği, 21. yüzyılın en kritik küresel sağlık tehditlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Artan sıcaklıklar, ekstrem hava olayları, kuraklık, sel ve orman yangınları gibi afetler; yalnızca ekosistemleri değil, insan sağlığının tüm boyutlarını etkilemektedir (Watts et al., 2023). Özellikle yaşlı nüfus, fizyolojik kırılganlık, kronik hastalıkların yaygınlığı ve sosyal izolasyon gibi faktörler nedeniyle iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha duyarlıdır (Hsu et al., 2021). Dünya genelinde 65 yaş üzeri nüfus giderek artmakta olup, 2050 yılına kadar bu yaş grubunun 1,5 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (United Nations, 2023). Bu durum, iklim değişikliğinin yaşlanma üzerindeki sağlık etkilerini stratejik bir halk sağlığı önceliği hâline getirmektedir.

Yaşlanma ile vücudun ısı düzenleme kapasitesinin azalması, kardiyovasküler ve solunum sistemi stresine karşı hassasiyetin artması, bağışıklık fonksiyonlarında zayıflama ve ilaç kullanımının yaygınlığı gibi faktörler, iklim değişikliğinin yaşlı erişkinler üzerinde çok yönlü etkiler oluşturmasına neden olmaktadır (Bunker et al., 2016). Sıcak hava dalgaları, özellikle yaşlı ölümlerinin en önemli çevresel nedenlerinden biri hâline gelmiştir. Örneğin 2022 yılı Avrupa sıcak hava dalgalarında toplam 61 binden fazla ölümün büyük bölümü yaşlı nüfusta gerçekleşmiştir (Ballester et al., 2023).

İklim değişikliğinin etkileri yalnızca fiziksel sağlıkla sınırlı değildir. Afetler sonrası sosyal izolasyonun artması, yer değiştirme, ruh sağlığı sorunları, bilişsel stres ve sağlık hizmetlerine erişimdeki kesintiler de yaşlı bireylerin genel iyi oluş düzeyini etkilemektedir (Cianconi et al., 2020). Bu nedenle sağlıklı yaşlanma, çevresel sürdürülebilirlikle doğrudan ilişkili bir hedef hâline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2021–2030 Sağlıklı Yaşlanma On Yılı girişimi, sağlıklı yaşlanmanın yaşlı bireylerin çevresel, sosyal ve ekonomik belirleyicilerinin bütüncül olarak ele alınmasını önermektedir (WHO, 2021).

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) da iklim değişikliği ile yaşlanma arasındaki ilişkiyi merkeze almaktadır. SKA-3 (Sağlık ve İyi Olma), SKA-11 (Sürdürülebilir Şehirler) ve SKA-13 (İklim Eylemi) yaşlı nüfusun iklim risklerine karşı korunmasını politika düzeyinde gereklilik hâline getirmiştir. Dolayısıyla bu çalışma, küresel iklim değişikliğinin sağlıklı yaşlanma üzerindeki etkilerini literatüre dayalı olarak incelemekte ve politika geliştiricilere kanıte dayalı bir yol haritası sunmayı amaçlamaktadır.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SAĞLIKLI YAŞLANMA

2.1. Artan Sıcaklıklar ve Isıl Stres

Yaşlı bireyler ısıya karşı fizyolojik adaptasyonları sınırlı olduğundan sıcaklık artışlarından en çok etkilenen gruplardır. Terleme kapasitesinin düşmesi, kardiyovasküler rezervin azalması ve susuzluk hissinin zayıflaması, sıcak hava dalgalarının mortaliteyi artırmasına yol açmaktadır (Bouchama et al., 2022). İklim

modelleri, sıcak hava dalgalarının sıklığının ve süresinin artacağını göstermektedir (IPCC, 2022). Bu durum özellikle yalnız yaşayan, kronik hastalığı olan ve hareket kabiliyeti sınırlı bireyler için ciddi riskler oluşturmaktadır.

2.2. Hava Kirliliği ve Solunum Sağlığı

İklim değişikliği ve ozon seviyelerindeki artışlarla bağlantılıdır. Hava kirliliği; KOAH, astım ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik rahatsızlıkları tetiklemekte ve yaşlı bireylerde ölüm riskini artırmaktadır (Zhao et al., 2023). Özellikle kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerde ısı adası etkisi ve araç emisyonları, yaşlı bireylerin dış ortam aktivitelerini kısıtlamaktadır.

2.3. Aşırı Hava Olayları ve Afetlere Kırılganlık

Sel, fırtına, orman yangını ve kuraklık gibi afetlerin sıklığı artmaktadır. Afetler sırasında yaşlı bireyler mobilite kısıtlılığı, sağlık hizmetlerine erişimde güçlük ve sosyal ağların zayıflığı nedeniyle daha fazla zarar görmektedir (Lane et al., 2020). Örneğin orman yangınları sırasında yoğun duman maruziyeti, yaşlılarda akut solunum yetmezliği oranlarını artırmaktadır.

2.4. Vektör Kaynaklı Hastalıklar

Sivrisinek ve kene türlerinin yayılım alanları iklim değişikliği nedeniyle genişlemektedir. Dengue, Zika, Batı Nil Virüsü gibi hastalıklar yaşlılarda daha ağır seyredebilmekte ve bağışıklık sisteminin zayıflığı nedeniyle komplikasyon riski artmaktadır (Ryan et al., 2019).

2.5. Gıda ve Su Güvencesi

Kuraklık ve aşırı hava olayları tarım üretimini azaltmakta, su kaynaklarını tehdit etmekte ve özellikle sabit gelirli yaşlı bireylerde gıda güvencesizliğine yol açmaktadır (Myers et al., 2017). Yetersiz beslenme ise bilişsel gerilemeyi, kırılganlığı ve kronik hastalık prevalansını artırmaktadır.

2.6. Ruh Sağlığı Üzerindeki Etkiler

Afet sonrası yerinden edilme, belirsizlik, kayıp duygusu ve sosyal izolasyon yaşlı bireylerde depresyon, kaygı ve travma sonrası stres belirtilerini artırmaktadır (Cianconi et al., 2020). Yaşlı bireylerin sosyal dayanıklılığı, iklim uyum politikalarında kritik bir unsur hâline gelmiştir.

2.7. Kentsel Planlama ve İklim-Dirençli Yaşlanma

Yaşlı nüfusun %58'den fazlası kentlerde yaşamaktadır (UN, 2023). Isı adası etkisi, yeşil alan eksikliği, altyapı yetersizlikleri ve afet risklerinin yoğunluğu nedeniyle dirençli şehir planlaması sağlıklı yaşlanmanın ön koşulu hâline gelmiştir. Yaş dostu şehirler; gölgelik alanlar, iç ve dış mekân serinleme merkezleri, erken uyarı sistemleri ve afet yönetimi altyapısı ile yaşlı bireylerin uyum kapasitesini artırabilir (WHO, 2021).

2.8. Politika ve Stratejik Uyum

Çalışma, SKA çerçevesi ile uyumlu olarak yaşlı bireylerin korunmasına yönelik çok düzeyli politika önerileri sunmaktadır.

İklim dostu sağlık hizmetleri

Afet hazırlık programlarında yaşlılara özel protokoller

Isı dalgaları için erken uyarı sistemleri

Sosyal izolasyonu azaltan toplumsal dayanışma mekanizmaları

Yeşil altyapı yatırımları

Bu yönüyle çalışma, iklim ve yaşlanma etkileşimini bütüncül bir halk sağlığı stratejisi olarak ele alan özgün bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, iklim değişikliğinin sağlıklı yaşlanmayı çok boyutlu biçimde etkilediğini ve özellikle ileri yaş nüfusun artan çevresel risklere karşı daha kırılgan olduğunu göstermektedir. Bulgular, sıcak dalgaları, hava kirliliği, afetler ve gıda güvencesizliği gibi alanlarda yaşlı bireyleri önceleyen uyum stratejilerinin aciliyetini ortaya koymaktadır. Sağlık sistemlerinin iklim duyarlı hâle getirilmesi, yaş dostu şehir planlaması, erken uyarı mekanizmaları ve sosyal destek ağlarının güçlendirilmesi temel gerekliliklerdir. Politika yapıcıların, yaşlanan toplumlarla iklim risklerini eşgüdüm içinde değerlendiren bütüncül programlar geliştirmesi kritik öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

Ballester, J., et al. (2023). The burden of heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. Nature Medicine, 29, 195–203.

Bouchama, A., Ollivier, V., & Roberts, G. (2022). Heatstroke: A scorching public health priority. The Lancet, 400(10355), 153–165.

Bunker, A., et al. (2016). Effects of air temperature on climate-sensitive mortality and morbidity among the elderly. Environmental Research, 151, 191–201.

Cianconi, P., Betrò, S., & Janiri, L. (2020). The impact of climate change on mental health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(21), 7845.

Hsu, A., et al. (2021). Aging populations and climate vulnerability. Environmental Science & Policy, 122, 42–52.

IPCC. (2022). Sixth Assessment Report: Impacts, Adaptation and Vulnerability.

Lane, K., et al. (2020). Climate change and aging: Emerging environmental challenges. The Gerontologist, 60(3), 324–332.

Myers, S. S., et al. (2017). Climate change and global food systems: Impacts and solutions. Science, 360, 987–992.

Ryan, S. J., Carlson, C. J., et al. (2019). Global expansion and redistribution of Aedes-borne virus transmission risk with climate change. PLOS Neglected Tropical Diseases, 13(3), e0007213.

United Nations. (2023). World Population Prospects.

Watts, N., et al. (2023). The 2023 report of The Lancet Countdown on health and climate change. The Lancet, 402, 2303–2342.

World Health Organization. (2021). Decade of Healthy Ageing 2021–2030.

Zhao, L., et al. (2023). Air pollution, climate change, and aging health impacts. Environmental Pollution, 319, 120846.

YAŞLIDA GIDA SEÇİMİNDE RENK ALGISI VE MALNÜTRİSYON İLİŞKİSİ

Doçent, Fatma HASTAOĞLU[1]
[1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yaşlı Bakım Programı, 0000-0001-8929-2860

Özet

Bu çalışma, yaşlı bireylerde renk algısındaki değişimlerin gıda tercihleri ve malnütrisyon riski üzerindeki etkilerini incelemektedir. Yaşlanma süreci, görsel algı, kontrast duyarlılığı ve renk ayırt etme kapasitesinde belirgin azalmalara yol açarak bireyin gıdaları doğru değerlendirme becerisini zayıflatmaktadır. Gıdanın rengi, tazelik, güvenilirlik ve lezzet beklentisi açısından kritik bir duyusal ipucu olduğundan, renk algısındaki bu değişiklikler yaşlı bireylerin iştahını ve beslenme davranışlarını doğrudan etkileyebilmektedir. Bu kapsamda çalışma, canlı renklerin iştah artırıcı etkisini, soluk veya mat renklerin ise tüketim isteğini azaltma eğilimini nasıl şekillendirdiğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen değerlendirmeler, yaşlı bireylerin özellikle taze meyve ve sebzelerin rengini olduğundan daha farklı algıladığını, bu durumun bazı gıdaların tüketiminde tereddüt yaratabileceğini göstermektedir. Ayrıca tabak düzeni, ortam ışığı, porsiyon sunum teknikleri ve çevresel görsel uyaranlar da bu süreci önemli ölçüde etkilemektedir. Çalışma, renk temelli stratejilerin iştahı artırma, gıda çekiciliğini yükseltme ve malnütrisyon riskini azaltma potansiyeline sahip olduğunu göstermekte; duyusal dostu beslenme ortamlarının sağlıklı yaşlanmayı destekleyebileceğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Renk algısı, yaşlılık, malnütrisyon

THE RELATIONSHIP BETWEEN COLOR PERCEPTION IN FOOD CHOICE AND MALNUTRITION IN OLDER ADULTS

Assoc.Prof. Fatma HASTAOĞLU[1]
[1]Sivas Cumhuriyet University, Vocational Health School Elderly Care Programme, 0000-0001-8929-2860

Abstract

This study examines how age-related changes in color perception influence food choices and the risk of malnutrition among older adults. Ageing is accompanied by notable declines in visual processing, including reduced contrast sensitivity and diminished ability to discriminate between colors. Because the color of food serves as a fundamental cue for assessing freshness, flavor, and overall palatability, alterations in color perception may directly shape appetite and dietary behavior. Accordingly, this study highlights how vibrant, saturated colors can stimulate appetite, whereas dull or desaturated hues may reduce the desire to eat.

The assessment further reveals that older individuals may perceive the colors of fresh fruits and vegetables differently from their actual appearance, which can lead to hesitation or avoidance of certain foods. Environmental factors—such as lighting, plate contrast, portion presentation, and visual surroundings—also play a significant role in shaping these perceptions. The findings emphasize that color-based strategies can enhance food attractiveness, stimulate appetite, and help reduce malnutrition risk in older adults. Ultimately, the study underscores the value of sensory-friendly dining environments and visually optimized meal presentations as supportive tools in promoting adequate nutrition and healthy ageing.

Keywords: Color perception, ageing, malnutrition

1. GİRİŞ

Yaşlanma süreci, fizyolojik, bilişsel ve duyusal sistemlerde belirgin değişikliklerin görüldüğü doğal bir dönemdir. Duyusal algıdaki değişimler arasında en çok dikkat çekenlerden biri görme duyusunda yaşanan gerilemedir. Görsel fonksiyonlardaki bu değişiklikler, yaşlı bireylerin gıda seçim davranışlarını etkileyerek yeterli ve dengeli beslenmenin sürdürülebilirliğini zorlaştırabilmektedir (Owsley, 2011).

Renk algısı, gıdanın tazeliğini, çekiciliğini, besleyici değerini ve güvenilirliğini değerlendirmede temel bir unsurdur. Taze meyve ve sebzelerin canlı renkleri tüketimi teşvik ederken, solgun veya mat renkler iştahı azaltabilmektedir (Spence, 2015). Yaşlı bireyler ise retina yaşlanması, lens sararması ve kontrast duyarlılığında gerileme nedeniyle renkleri genç yetişkinlere kıyasla daha farklı algılayabilmekte ve bu durum seçimlerini doğrudan etkileyebilmektedir (Weale, 2016).

Öte yandan malnütrisyon yaşlı nüfusta yaygın bir halk sağlığı problemidir ve dünya genelinde 65 yaş üzeri bireylerin yaklaşık üçte birinde görülmektedir (Cederholm et al., 2019). Malnütrisyonun ortaya çıkmasında fizyolojik değişiklikler kadar psikososyal ve duyusal faktörler de etkilidir. Özellikle görsel algının bozulması, gıdaların tanınmasını, tazelik değerlendirmesini ve tüketim tercihlerini belirgin biçimde değiştirmektedir (Methven et al., 2012).

Bu çalışma, renk algısındaki yaşa bağlı değişimlerin gıda seçimi ve malnütrisyon üzerindeki etkilerini bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Literatürde renk algısının beslenme davranışları üzerindeki etkisine dair çalışmalar bulunmakla birlikte, bu ilişkinin yaşlı nüfus özelinde malnütrisyon riskine nasıl yansıdığı sınırlı biçimde ele alınmıştır. Dolayısıyla çalışmanın özgün değeri, duyusal değişimlerin beslenme yetersizliği riskine olan katkısını renk odaklı bir çerçevede incelemesidir.

1.1. YAŞLANMA VE RENK ALGISINDAKİ DEĞİŞİMLER

Yaşla birlikte meydana gelen görsel değişiklikler, fotoreseptör kaybı, lensin sararması, makula pigment yoğunluğunun azalması ve kontrast duyarlılığının düşmesi gibi fizyolojik temellere sahiptir (Patel et al., 2021). Bu durum özellikle mavi–sarı spektrumunda renk ayrımını zorlaştırmakta, kırmızı tonlarının ise matlaşmasına yol açmaktadır.

Weale (2016), yaşlanan lens yapısının ışık geçirgenliğini azaltarak renk algısında belirgin bir kaymaya neden olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle yaşlı bireyler gıdaların gerçek renklerini olduğundan daha farklı değerlendirebilir. Örneğin:

Taze yeşil sebzeler sarımsı algılanabilir.

Kırmızı et daha kahverengimsi görünebilir.

Soluk renkli gıdalar iştah uyandırmaz hâle gelebilir.

Kontrast duyarlılığının azalması ise özellikle tabak üzerinde benzer tonlara sahip yiyeceklerin ayırt edilmesini güçleştirir (Elliott et al., 2015). Bu durum iştahı azaltabilecek görsel belirsizlik yaratmaktadır.

1.2. GIDA SEÇİMİ VE RENK ALGILARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Renk, tüketicilerin gıdaya yönelik ilk izlenimlerini belirleyen en güçlü duyusal ipucudur (Spence, 2015). Yaşlı bireylerde bu ilişkinin etkisi daha karmaşık hâle gelmektedir, çünkü renk algısındaki belirsizlik gıdayı güvenilir veya taze bulma konusunda tereddüt yaratabilir (Cesari et al., 2021).

Çalışmalar, kırmızı ve turuncu renklerin iştahı artırdığını; mavi, gri veya kahverengi tonların ise tüketim isteğini azalttığını göstermektedir (Spence & Piqueras-Fiszman, 2014). Yaşlı bireylerde görsel algının zayıflaması bu etkiyi daha da güçlendirmektedir. Aydınlatma koşulları, tabak rengi ve çevresel kontrast da bu etkileşimi önemli ölçüde şekillendirmektedir (Suzuki et al., 2020).

1.3. MALNÜTRİSYON VE DUYUSAL FAKTÖRLER

Malnütrisyon, yaşlılarda mortalite, kırılganlık, kas kaybı (sarkopeni) ve hastaneye yatış oranlarında artışla ilişkilidir (Cederholm et al., 2019). Duyusal bozulmaların malnütrisyona olan katkısı giderek daha fazla kabul görmektedir.

Methven et al. (2012), yaşlı bireylerde duyusal yetersizliklerin (tat, koku, renk algısı dâhil) gıda tüketimini önemli ölçüde azalttığını belirtmiştir. Renk algısındaki bozulmalar, özellikle taze gıdaların yanlış değerlendirilmesine yol açarak tüketimi azaltabilir. Bu durum özellikle meyve-sebze tüketiminde düşüşe ve mikronutrient eksikliklerine yol açabilmektedir (Van der Zanden et al., 2014).

Ayrıca gıdanın rengi, yaşlı bireyin gıdanın bozuk olup olmadığını değerlendirmesi açısından kritik bir göstergedir. Renk belirsizliği arttıkça gıda tüketimi daha temkinli hâle gelir ve bu, yetersiz alıma yol açabilir.

2. TARTIŞMA

Çalışma bulguları, renk algısındaki yaşa bağlı değişimlerin malnütrisyon riskine önemli katkılar sağladığını göstermektedir. Görsel bozulma yalnızca fizyolojik bir sorun olmayıp beslenme davranışlarının psikolojik ve sosyal yönleriyle de ilişkilidir.

Aydınlatma yetersizliği, düşük kontrastlı tabak seçimi ve mat renkli yemekler, yaşlı bireylerin iştahını azaltabilir. Bunun aksine canlı renklerle hazırlanmış yemekler, yüksek kontrastlı tabak–gıda düzeni ve iyi ışıklandırma iştahı artırmaktadır (Suzuki et al., 2020).

Bu bulgular, yemek ortamı tasarımının yaşlı beslenmesinde ne kadar kritik olduğunu göstermektedir. Yaşlı bakım merkezlerinde, hastanelerde ve evde bakım süreçlerinde duyusal dostu yemek sunumu uygulamaları giderek daha önemli hâle gelmektedir. Renk temelli beslenme stratejilerinin, özellikle meyve-sebze tüketimini artırmada etkili olduğu görülmektedir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, yaşlı bireylerde renk algısındaki değişimlerin gıda seçimi ve malnütrisyon riski üzerinde belirleyici bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Renk algısındaki bozulma, taze gıda tüketimini azaltarak beslenme yetersizliğine zemin hazırlayabilir. Canlı ve kontrastı yüksek renklerin kullanımı, tabak düzenlemesi, uygun aydınlatma ve duyusal dostu yemek tasarımı gibi yaklaşımlar iştahı artırarak beslenme kalitesini iyileştirebilir. Yaşlı bireylere yönelik beslenme programlarında renk temelli stratejilerin uygulanması, malnütrisyonun önlenmesinde etkili bir araç olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

Cederholm, T., Jensen, G. L., Correia, M., Gonzalez, M. C., Fukushima, R., Higashiguchi, T., ... & Soeters, P. (2019). GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition. Clinical Nutrition, 38(1), 1–9.

Cesari, M., Calvani, R., & Marzetti, E. (2021). Frailty, physical function, and malnutrition in older adults. Nutrients, 13(3), 1036.

Elliott, D. B., Whitaker, D., & MacVeigh, D. (2015). Neural and optical influences on visual ageing. Vision Research, 110, 36–45.

Methven, L., Allen, V. J., Withers, C. A., & Gosney, M. A. (2012). Ageing and taste perception. Appetite, 58(1), 25–29.

Owsley, C. (2011). Aging and vision. Vision Research, 51(13), 1610–1622.

Patel, J., Burns, J., & Ho, A. (2021). Visual changes with ageing. The Lancet Healthy Longevity, 2(4), e199–e210.

Spence, C. (2015). Multisensory flavor perception. Cell, 161(1), 24–35.

Spence, C., & Piqueras-Fiszman, B. (2014). The perfect meal: The multisensory science of food and dining. Wiley-Blackwell.

Suzuki, T., Ota, M., & Ogawa, K. (2020). Visual factors influencing food selection in older adults. Geriatrics & Gerontology International, 20(7), 635–642.

Van der Zanden, L. D., van Kleef, E., de Wijk, R. A., & van Trijp, H. C. (2014). Understanding heterogeneity among elderly consumers. Food Quality and Preference, 38, 17–25.

Weale, R. (2016). Age and the transmittance of the human crystalline lens. Journal of Physiology, 592(23), 5387–5395.

İNMELİ HASTALARDA DENGE CİHAZI KULLANIMINA YÖNELİK MEMNUNİYETİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Merve TUNÇDEMİR[1]/ Uzm. Fzt., Ahmet Burak MAVUŞ[2]/ Dr. Öğr. Üyesi, Ömer DURSUN[3]

[1]Bitlis Eren Üniversitesi, fizyoterapi ve rehabilitasyon, merve.kd@hotmail.com, 0000-0003-3453-6893

[2]İzzet Baysal Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi, fizyoterapi ve rehabilitasyon, a.burakmavus@gmail.com, 0009-0000-8147-159X,

[3]Bitlis Eren Üniversitesi, fizyoterapi ve rehabilitasyon, fztomrdrsn@gmail.com, 0000-0002-0522-4228

Özet

Bu çalışma, inme geçirmiş hastalarda denge eğitimi sırasında kullanılan yardımcı teknolojilere yönelik memnuniyeti değerlendirmeyi ve memnuniyeti etkileyen faktörleri incelemeyi amaçladı. Çalışmaya inme tanısı almış 60 hasta katılmış olup, bunların 30'u erkek ve 30'u ise kadındı. Üst ve alt ekstremitelerdeki motor iyileşme evresini belirlemek için Brunnstrom Motor İyileşme Evreleme Yöntemi ile kullanıldı. Bilişsel performans mini mental durum testi ile ölçüldü ve yardımcı teknolojilerin kullanımına yönelik kullanıcı memnuniyeti, Quebec yardımcı teknoloji kullanıcı memnuniyeti ölçeği ile değerlendirildi. Kadın katılımcılar, erkek katılımcılara kıyasla yardımcı teknoloji kullanımından daha düşük memnuniyet düzeyine, azalmış bilişsel performansa ve daha küçük fiziksel ölçümlere (boy ve kilo) sahipti ($p<0,05$); ancak yaş ve beden kitle indeksi değerleri her iki cinsiyet için benzerdi ($p>0,05$). İnme ile ilişkili özelliklerde ise cinsiyetler arasında anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0,05$). Yardımcı teknoloji kullanım memnuniyeti, yaş ($r=-0,384$) ve fonksiyonel mobilite ($r=-0,893$) ile negatif yönlü, boy ($r=0,618$) ve bilişsel performans ($r=0,813$) ile pozitif yönde anlamlı ilişkiler gösterdi. Bununla birlikte, memnuniyet ile inme sonrası geçen süre ($r=-0,158$) ve vücut ağırlığı ($r=0,200$) arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Bu çalışma, inme rehabilitasyonunda hasta sonuçlarını optimize etmek amacı ile yardımcı teknolojiler uygulanırken, özellikle cinsiyet, bilişsel performans ve fonksiyonel mobilite olmak üzere bireysel demografik, bilişsel ve fonksiyonel özelliklerin dikkate alınmasının önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: Yardımcı teknoloji, hasta memnuniyeti, inme rehabilitasyonu

EVALUATION OF USER SATISFACTION WITH A BALANCE TRAINING DEVICE IN PATIENTS WITH STROKE

Abstract

This study aimed to assess stroke patients' satisfaction with assistive technology during balance training and to examine the factors influencing their satisfaction. Sixty individuals diagnosed with stroke participated in the research, comprising an equal number of males (n=30) and females (n=30). The Brunnstrom motor recovery staging method was used to determine motor recovery in both the upper and lower extremities. Cognitive performance was tested using the Mini-Mental State Examination, and user satisfaction with assistive technologies was measured via the Quebec User Evaluation of Satisfaction with Assistive Technology. Female participants reported lower satisfaction with assistive technology, reduced cognitive performance, and smaller physical measurements (height and weight) compared to male participants ($p<0.05$); however, age and body mass index were comparable between the sexes ($p>0.05$). Stroke-related characteristics did not differ significantly between males and females ($p>0.05$). Satisfaction with assistive technology was negatively associated with age ($r=-0.384$) and functional mobility ($r=-0.893$), while positive associations were observed with height ($r=0.618$) and cognitive performance ($r=0.813$). No significant relationships were found between satisfaction and either time since stroke ($r=-0.158$) or body weight ($r =0.200$). This study highlights the importance of considering individual demographic, cognitive, and functional characteristics—particularly gender, cognitive performance, and functional mobility when implementing assistive technologies to optimize patient outcomes in stroke rehabilitation.

Keywords: Assistive technology, patient satisfaction, stroke rehabilitation

SERVIKAL MYOFASYAL ORGANIZASYON SISTEMININ TEMEL PRENSIPLERI VE KLINIK ÖNEMI

Doç.Dr.Nazlı Gülriz ÇERİ;
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye,
ORCİD: ORCID:0000-0001-5486-1824
Fatmanur UÇAK;
ORCİD: ORCID:0009-0001-8790-2642
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye

ÖZET

Bu çalışma, servikal myofasyal organizasyon sisteminin temel yapısal ve biyomekanik prensiplerini inceleyerek, bu prensiplerin klinik değerlendirme ve tedavi yaklaşımlarındaki önemini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Servikal myofasyal sistem; kas dokusu, fasiyal tabakalar, ligamentöz yapılar, kayma düzlemleri ve nörovasküler kompartmanların sürekli ve fonksiyonel etkileşimiyle oluşan bütüncül bir ağ olarak tanımlanmaktadır.

Analiz edilen literatür ve diseksiyon bulguları, sistemin dört ana prensip üzerine kurulu olduğunu göstermektedir. **Süreklilik**, kas–fasya–ligament yapılarının kesintisiz bir mezenkimal ağ oluşturduğunu ve gerilimin geniş yüzeylere yayılarak hareket koordinasyonunu sağladığını ortaya koymaktadır. **Kuvvet iletimi**, kas kontraksiyonlarının yalnızca tendon bağlantıları üzerinden değil, fasiyal yüzeyler boyunca komşu yapılara aktarıldığını göstermekte; bu durum bölgesel bir patolojinin çok katmanlı etkiler oluşturmasına zemin hazırlamaktadır. **Kayma düzlemleri**, fasiyal tabakalar arasındaki düşük sürtünmeli ara yüzeyler sayesinde hareket akıcılığı ve visseral mobilitenin korunmasında kritik rol oynamaktadır. **Tensegrity prensibi** ise servikal segmentlerin gerilim–basınç dengesi üzerinden stabilize olduğunu ve bu dengenin bozulmasının postüral disfonksiyon, hareket kısıtlılığı ve servikal ağrı gibi klinik tablolara yol açtığını göstermektedir.

Sonuç olarak, servikal myofasyal organizasyon sistemi, bölgesel anatomik yapıların ötesinde fonksiyonel bütünlük sunan bir biyomekanik ağdır. Bu nedenle servikal patolojilerin etkin değerlendirilmesi, myofasyal süreklilik, kuvvet iletimi ve kayma düzlemlerinin bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmasını gerektirmektedir.

ABSTRACT

This study aims to examine the fundamental structural and biomechanical principles of the cervical myofascial organization system and to highlight the importance of these principles in clinical evaluation and treatment approaches. The cervical myofascial system is defined as a holistic network formed by the continuous and functional interaction of muscle tissue, fascial layers, ligamentous structures, gliding planes, and neurovascular compartments.

The analyzed literature and dissection findings demonstrate that the system is based on four main principles. Continuity reveals that the muscle-fascia-ligament structures form an uninterrupted mesenchymal network, spreading tension across large surfaces and facilitating movement coordination. Force transmission demonstrates that muscle contractions are transmitted not only through tendon attachments but also along fascial surfaces to neighboring structures, paving the way for a regional pathology to produce multilayered effects. Gliding planes play a critical role in maintaining fluidity of movement and visceral mobility through the low-friction interfaces between fascial layers. The tensegrity principle demonstrates that cervical segments are stabilized through a tension-compression balance, and that disruption of this balance leads to clinical conditions such as postural dysfunction, limited movement, and cervical pain.

In conclusion, the cervical myofascial organizational system is a biomechanical network that provides functional integrity beyond regional anatomical structures. Therefore, effective evaluation of cervical pathologies requires a holistic approach to myofascial continuity, force transmission, and glide planes.

MESLEKİ EĞİTİM KURUMLARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ: BİR MESLEK YÜKSEKOKULUNDA İSG RİSK ANALİZİ ÇALIŞMASI

Doç. Dr., Menekşe ŞAHİN[1]/ Serap DİKMEN[2]/ Öğr. Gör. Dr., Muhammed DİKMEN[3]
[1]Hitit Üni., İİBF, Çalışma Eko. ve End. İliş. Böl., meneksesahin@hitit.edu.tr, 0000-0002-9312-770X, Çorum, Türkiye
[2]Hitit Üni., Lisansüstü Eğitim Ens., İş Sağlığı ve Güvenliği, srp_510@hotmail.com, 0000-0003-4575-372X, Çorum, Türkiye
[3]Kilis 7 Aralık Üniv., TBMYO, İnşaat Böl., mdikmen@kilis.edu.tr, 0000-0002-9381-4454, Kilis, Türkiye

Özet

Risk önleme, kapsam ve uygulama yönünden İSG'nin önemli bir bileşeni ve geniş kapsamlı aracıdır. Risk değerlendirmesi, İSG ile ilgili risklerin önlenmesinin başlangıç noktasıdır. Türkiye'deki İSG Kanunu, işverenlerin işyeri çalışma alanı ve faaliyetleri, büyüklüğü veya yapısına bakılmaksızın risk değerlendirmesi yapmasını zorunlu hale getirmiştir. Risk değerlendirmesi, hem çalışanlar hem de işverenler için, belirlenen tehlikelerle nasıl başa çıkılacağını kapsamlı bir şekilde anlamak ve yasal düzenlemeler çerçevesinde çeşitli risk unsurlarını sınıflandırarak ve önceliklendirerek güvenlik önlemlerini belirlemek için önemli, elzem ve temel bir uygulamadır. Mesleki ve teknik eğitim birimlerinde özellikle son yıllarda önemli bir artış görülmüş, iş güvenliği yönünden eğitim alanları ve idari binaların değerlendirilmesi, kontrolünün yapılaması ve varsa eksikliklerin giderilmesi büyük önem kazanmıştır. Bu çalışma ile, mesleki eğitim ve uygulama alanlarında iş kazasına sebep olacak riskleri önlemek ve kontrol altına almak amacı ile 5x5 L tipi matris risk analizi yöntemi kullanılarak, mesleki eğitim biriminde risk analizi çalışması yapılmıştır. Mesleki eğitim alanında yapılan risk analizinin amacı, ortaya çıkabilecek birbiryle ilişkili risklerin ve potansiyel tehlikelerin belirlenmesi, belirlenen bu risk ve tehlikelerin kontrolünü sağlamak ve iş kazalarının azaltılması ve tamamen önlenmesi için önemli ölçüde katkı sağlamaktır.

Anahtar kelimeler: Mesleki eğitim uygulama alanları, iş sağlığı ve güvenliği, risk değerlendirmesi, risk analizi

RISK ASSESSMENT IN VOCATIONAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISK ANALYSIS STUDY IN A VOCATIONAL SCHOOL

Assoc. Prof. Dr., Menekşe ŞAHİN[1]/ Serap DİKMEN[2]/ Lecturer Dr., Muhammed DİKMEN[3]
[1]Hitit Univ., Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Labor Ecology and Industrial Relations, meneksesahin@hitit.edu.tr, 0000-0002-9312-770X, Çorum, Turkey
[2]Hitit Univ., Institute of Graduate Education, Occupational Health and Safety, srp_510@hotmail.com, 0000-0003-4575-372X, Çorum, Turkey
[3]Kilis 7 December Univ., TBMYO, Department of Civil, mdikmen@kilis.edu.tr, 0000-0002-9381-4454, Kilis, Turkey

Abstract

Risk prevention is a crucial component and comprehensive tool of OSH in terms of scope and application. Risk assessment is the starting point for preventing OSH-related risks. The Turkish OSH Law mandates employers to conduct risk assessments regardless of the size or structure of the workplace, workplace activities, and workplace workspace. Risk assessment is an important, essential, and fundamental practice for both employees and employers to comprehensively understand how to cope with identified hazards and to determine safety measures by classifying and prioritizing various risk elements within the framework of legal regulations. Vocational and technical education units have seen a significant increase in recent years, and the assessment, inspection, and remediation of any deficiencies in training areas and administrative buildings for occupational safety have become crucial. This study conducted a risk analysis in a vocational education unit using the 5x5 L-type matrix risk analysis method to prevent and control risks that could lead to occupational accidents in vocational education and training. The purpose of risk analysis in the field of vocational education is to determine the interrelated risks and potential hazards that may arise, to ensure the control of these identified risks and hazards, and to contribute significantly to the reduction and complete prevention of occupational accidents.

Keywords: Vocational training application areas, occupational health and safety, risk assessment, risk analysis

1. INTRODUCTION

Occupational Health and Safety (OHS), in its broadest sense, refers to considering and preventing all kinds of hazards and risks in the workplace for the safety and health of employees. The aim of OSH is to minimize losses by helping to protect people and other physical assets in the workplace. It is a very broad concept in terms of both scope and application. Risk prevention is a crucial component of OSH, as well as a key tool. Identifying all risks and their severity, and determining their likelihood of occurrence, is vital. Risk assessment is the starting point for preventing OSH-related risks. Risk assessment is an important tool used to discover the best ways to implement and improve OSH.

Education and training units play a significant role in economic development. The increasing need for qualified intermediate personnel following technological changes in the industrial sector has particularly increased the importance of vocational and technical education. In order for university graduates to have better career opportunities, they need to increase their educational experiences that provide practical experience, as well as professional development (Şahin, 2015). In Turkey, vocational and technical education institutions within secondary and higher education institutions constitute the most important source of training qualified intermediate personnel. Vocational and technical education at universities is provided through four-year vocational and technical education faculties and two-year vocational schools (Arpat, 2017). Among these, vocational schools (VOCs) were established to train intermediate personnel needed by the labor market. The first vocational school in Turkey was opened in the 1974-1975 academic year under the Ministry of National Education. Later, in 1981, it was affiliated with universities and placed under the umbrella of the Council of Higher Education (YÖK) (Şahin & Fındık, 2008). According to the 2021-2022 Higher Education statistics, there are 1,019 vocational schools (VOCs) at State and Foundation Universities, with approximately one million students enrolled. Creating a safe working environment in vocational schools, where one million students study and thousands of academic and administrative personnel work, is of paramount importance. Especially in vocational schools, where the number has rapidly increased in recent years, the assessment of educational and administrative buildings in terms of occupational safety, ensuring their control, and addressing deficiencies have become increasingly important. Therefore, this study aims to analyze the hazard risks in a vocational education unit using the L-type (5x5) matrix risk assessment method as an effort to prevent and control occupational accident risks in vocational education practice areas. In this context, the aim of this risk analysis assessment conducted in this study is to identify potential hazards and associated risks that may occur in vocational education practice areas, to control these potential risks, and thus to minimize occupational diseases and accidents. In this context, it is believed that this study will contribute to the enhancement and development

of OHS measures in vocational education units.

The primary objective of this study is to convey an OHS culture to students and employees in vocational education settings and to raise awareness of students and employees on issues such as occupational accidents and diseases. This study examines occupational health and safety within a conceptual framework and evaluates the development of occupational health and safety in Turkey.

1.1. Occupational Health and Safety Conceptual Framework

1.1.1. Basic Concepts of Occupational Health and Safety

In industrial environments where numerous machines and tools are used, workers are often exposed to various hazards. With increasing technological advancements and their increasing application in production, occupational risks and accidents have increased. This section primarily focuses on the concepts of occupational health and safety. The reasons for the necessity of occupational health and safety are among the main topics. Additionally, conceptual explanations of the concept of risk are included.

1.1.2. The Concept of Occupational Health and Safety

Occupational health and safety (OHS) is a concept related to the protection of the health, safety, and well-being of employees. Health refers to the mental, physical, and physical well-being of all people in the workplace and their protection from harm in the form of injury or illness; safety relates to the physical conditions in the workplace (Towlson, 2003).

1.1.3. The Concept of Occupational Accident

The Turkish Language Association (TDDA) defines an accident as "the loss of a person, object, or vehicle due to an unintentional or unexpected event." The concept of "accident" is defined as a physical and/or psychological event that causes loss of life or property or damage, the timing and timing of which are uncertain (Emiroğlu, 2001). An accident is defined as an undesirable event that causes death, deterioration of health, injury, damage, harm, or other losses (Özkılıç, 2005). In other words, an accident is considered "an event that prevents the completion of a specific activity, even if it does not always result in injury, death, or destruction, but occurs due to an unexpected and erroneous behavior or technical malfunction in the chain of events" (Emiroğlu, 2001).

1.1.4. The Concept of Occupational Disease

An occupational disease is an illness that results from the work of employees. In general, an occupational disease is defined as; Occupational disease is defined as a condition of physical and mental illness that may be temporary or permanent in employees due to work (Palaz, 2019). According to Social Insurance and General Health Insurance Law No. 5510 (Article 14), "occupational disease is defined as a temporary or permanent

illness, physical or mental disability suffered by the insured due to a recurring cause due to the nature of the work or job performed by the insured or due to the working conditions of the workplace." According to Occupational Health and Safety Law No. 6331 (Article 3), occupational disease is defined as "disease resulting from exposure to occupational risks."

1.1.5. The Purpose of Occupational Health and Safety

Ensuring occupational health and safety is important for protecting the life and physical integrity of employees, increasing productivity for employers, preventing direct and indirect labor losses and costs caused by occupational accidents and occupational diseases, and preventing their negative social, economic, and social consequences (Sümer, 2019). The primary purpose of OHS is; The aim of OSH is to protect employees against occupational accidents and diseases. In other words, the purpose of OSH is to ensure production and operational safety by taking the necessary precautions and measures against hazards and risks that threaten or may threaten the mental and physical health and safety of all employees related to their work and profession (Palaz, 2019).

1.1.6. Consequences of Occupational Health and Safety

People spend a large portion of both their daily and vital processes at work. This highlights the significant contribution of factors such as accidents and diseases in the work environment to the health dimension of our lives (Tanır, 2004). Workers are the individuals most directly and most affected by occupational accidents and occupational diseases resulting from inadequate OSH measures. The ILO's latest global OSH indicators show that more than 2.78 million workers die from occupational accidents or occupational diseases and 374 million non-fatal work-related injuries occur worldwide each year. At the same time, poor OSH practices are estimated to impose an economic burden of approximately 4 percent of global gross domestic product each year (ILO, 2020).

2. METHODOLOGY

2.1. Vocational Training

Education is a crucial element in the performance of professional activities, as it is in every aspect of life. Today, nearly every professional group is required to possess specific professional and technical knowledge. The increasing pace of technological development, especially after the 1980s, has made education, and especially vocational training, mandatory. Thus, employees have the opportunity to benefit from technology to the maximum extent (Hekimler, 2008).

2.2. Risk Assessment and Basic Concepts

The fundamental goal of OHS is to protect employees from occupational risks they may be exposed to. This can be achieved through a risk management process that includes risk analysis, risk assessment, risk prevention, and

control practices. Risk management is defined as the process of identifying, measuring, and minimizing risk factors that could negatively affect the functioning and, primarily, the profitability of an institution or organization for commercial enterprises (Çeliktaç B. and Ünlü N. 2018). Systematic OSH management aims to identify sources of accidents and illnesses at the early stages of the production process and develop countermeasures before injuries or illnesses occur. In other words, it is argued that the essence of effective risk management is the systematic identification of hazards, the assessment and control of risks, and the evaluation and review of risk control measures to ensure their effective implementation and maintenance (Zhang, 2011).

2.2.1. Risk Assessment and Risk Analysis

Risk analysis is primarily concerned with identifying risks based on collected information and data. It involves using one or more selected methods based on the characteristics of the company's activity, the characteristics of the hazards or risks in the workplace, and the limitations of the workplace, or analyzing one or more of the selected methods based on national or international standards. In other words, it is a review conducted to determine the necessary precautions. Risk analysis is a step in the risk assessment process in which risk scores are calculated using probability, impact, frequency, or detectability factors. These multipliers vary depending on the method and can be expressed using different concepts (Arpat and Namal, 2020).

Risk assessment is a longer process within risk management. Generally, risk assessment is the process of examining and identifying all factors that influence the occurrence of undesirable situations or events, determining the frequency and impact of risks, calculating the risk level, prioritizing risks, and planning activities to mitigate the damage caused by risks. Within the scope of OHS, risk assessment involves identifying existing or external hazards in the workplace, analyzing and ranking all factors that cause these hazards to become risks, as well as the risks posed by these hazards, and establishing control measures to control the risks (Türkan, 2015). Therefore, risk assessment is a long process that includes risk analysis and is the most critical element of risk management.

2.2.2. Risk analysis methods

Risk assessment techniques used in OHS generally calculate risk values based on probability and severity factors. In particular, since the severity parameter cannot be measured objectively, it is integrated into the evaluation process with the help of subjective assessment and categorical data (İlbahar et al., 2018).

Risk assessment methods are generally classified as quantitative and qualitative methods. Techniques that aim to determine the degree of risk based entirely on numerical or statistical methods are called quantitative techniques, while methods that use parameters that determine the degree of risk based on observations, categorical assessments, or non-numerical measurements are called qualitative techniques (Oralhan, 2019;

Özkılıç, 2005; Çebi, 2017). For example, if a severity multiplier is used to calculate the risk coefficient, the method in question is a qualitative method. This is because there is no severity scale that can numerically measure severity. If a risk assessment technique calculates risk solely based on the probability parameter and the probability value is determined statistically from past records, it is a quantitative technique (Çebi, 2017). Quantitative and qualitative methods can sometimes be used together, in which case they can be referred to as mixed risk assessment methods. Some of the qualitative and quantitative risk analysis methods frequently used in the literature are listed in Table 1.

Table 1. Risk Analysis Methods

Quantitative Risk Analysis Methods	Qualitative Risk Analysis Methods
(RTA)Risk Tree Analysis	Failure Modes and Effects Analysis
(ETA)Event Tree Analysis	Checklist
(FTA)Fault Tree Analysis	X Matrix Method
Bow Tie Risk Analysis	Occupational Safety Analysis
Cause-Effect Analysis	What if Analysis
	X Matrix Method
	3T Matrix Method
	Preliminary Risk Analysis
	Hazard and Operability Studies
	L Matrix Method

2.2.2.1. (5x5) L-type matrix method (decision matrix method)

The L-type (5x5) matrix is a method frequently used to assess cause-and-effect relationships. Because it is the easiest and most widely used method, it is ideal for those who must conduct a risk analysis on their own. However, this method is not suitable for every business. Risk analysis results vary depending on the analyst's experience. This method is frequently used in Turkey (Çakmak, 2014). Matrix diagrams are an assessment tool used to analyze the relationship between two or more variables. This method is used to identify hazards that require precautionary measures. If a probable event occurs, the outcome is first graded and measured (Kara, 2019). The risk assessment matrix (L-type matrix), a method mentioned above, will be exemplified in the risk assessment study at a vocational training institution. In risk assessment, past records should first be examined and hazards should be identified without skipping any points and without distinguishing between significant and insignificant risks. Material safety data sheets (MSDS) should be reviewed to identify hazards. A risk score should be obtained by multiplying the probability and severity and entered in the table (Çakmak, 2014). Figure 1 shows that the multiplication of probability and severity equals the risk score. The risk rating matrix is shown in Figure 2. Studies prepared using the 5x5 L-type matrix method were examined. Risk analyses conducted in vocational education units are listed below. A risk analysis conducted at a vocational school identified 123 risks

in 23 independent departments (Hacıfazlıoğlu, 2019). A risk analysis conducted at a Vocational and Technical Anatolian High School (VTAL) identified 175 risks in 16 independent departments (Çağlar, 2015). A risk analysis conducted at Kalecik Vocational School, affiliated with Ankara University, identified 61 risks in 19 independent departments (Elibüyük, 2017). A risk analysis conducted in a master's thesis identified 115 risks in 18 independent departments at the university's vocational practice unit (Çırpan, 2016). A risk analysis conducted by an institute on faculty-affiliated units identified 42 risks in 6 independent departments (Çakmak and Uğraş, 2016). A risk analysis conducted at a primary school affiliated with the Ministry of National Education identified 88 risks in 12 independent departments (Telli, 2015).

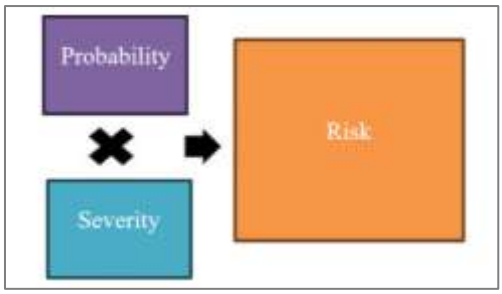


Figure 1. Risk Score(R) = Probability(O) x Severity(S)

	SEVERITY				
PROBABILITY	1(VERY MILD)	2(MILD)	3(MODE.)	4(SEVE.)	5(VERY SEVERE)
1(VERY LITTLE)	1	2	3	4	5
2(LITTLE)	2	4	6	8	10
3(MEDIUM)	3	6	9	12	15
4(MUCH)	4	8	12	16	20
5(VERY MUCH)	5	10	15	20	25

Figure 2. Risk rating matrix (Özkılıç, 2005)

2.3. Risk Analysis Application in a Vocational School Example

2.3.1. Importance and Purpose of the Application

Given that all workplaces carry potential hazards that could lead to accidents, the application areas within educational units also carry some risks. As in every sector, higher education units also carry certain hazards and risks. While universities, which are higher education units, are generally classified as low-hazard, they also have hazardous and very hazardous sections. In higher education units where preventive measures are not implemented, risks arise for staff and students. Laboratory environments, particularly in educational units where

theoretical courses and laboratory practices are conducted in parallel, carry certain hazards. In educational institutions, administrative areas, educational areas, and social and cultural areas pose risks. Some risky areas are listed in Table 2 (Hacıfazlıoğlu, 2019).

Table 2. Risky Areas

Administrative Building	General Use Areas	Technical Departments
Administrative staff rooms	Library	Workshops for technical departments
Classrooms and lecture halls	Residential Building	Tools and equipment for technical departments
Meeting rooms	Canteen	Laboratories
Archives, storage, shelter	Dining Hall	Educational materials for technical departments
Security and servant rooms	Tea Room	
Electrical and system rooms	Congress Hall	
Academic staff rooms	Study Areas	
Administrative Building	Open and Closed Sports Facilities	
	Other Social and Cultural Areas	
	Guest House (if applicable)	

According to the Social Security Institution (SGK) occupational accident and disease data, two deaths occurred in 2015, one in 2016, and one in 2019 as a result of occupational accidents occurring in higher education institutions. Three people were diagnosed with occupational diseases between 2013 and 2020. Furthermore, 814 occupational accidents were recorded in 2020 (Kayabaşı et al., 2021). Considering the number of occupational accidents occurring in higher education institutions classified as low-hazard, providing a safe environment for the millions of students and thousands of staff studying in these institutions is crucial. Given the rapid increase in the number of higher education institutions in recent years, it is crucial to assess, monitor, and address deficiencies in educational and administrative buildings in terms of occupational safety. Therefore, this study aims to analyze the risks of hazards at a vocational school using the L-type (5x5) matrix risk analysis method as an effort to prevent and control occupational accident risks in vocational education practices. The purpose of this study is to identify potential hazards and associated risks that may arise in vocational training areas, to control these risks, and thus to minimize occupational diseases and occupational accidents.

2.3.2. Area of application and departments

For a risk analysis to prevent and control occupational accident risks in vocational training areas, the Vocational School of Technical Sciences at a university in Turkey was selected as the application area. The necessary ethical permission was obtained from the authorities of the designated TBMYO (Turkish Vocational School of Applied Sciences) for the application, and the study was subsequently initiated.

An image of the boundaries included in the TBMYO's risk analysis application is provided. TBMYO, selected as the sample in the study, has been providing vocational education to meet the labor market's need for

intermediate personnel for over thirty years, since 1974. The Vocational School comprises the Departments of Electrical and Energy, Visual and Audio Techniques, Motor Vehicles and Transportation Technologies, Construction, Electronic Automation, Property Protection and Security, and Media Production. These departments actively offer programs in Natural Gas and Plumbing Technology, Automotive Technology, Construction Technology, Building Inspection, Radio and Television Technology, Radio and Television Programming, Occupational Health and Safety, and Mechatronics. At the time of the study, the Vocational School had 1,429 students and 75 academic and administrative staff. The Vocational School, which constitutes the study's application area, is a two-story building. The ground floor houses eight classrooms, laboratories, a canteen, and technical rooms. The first floor houses the principal and vice president's office, four classrooms, the school secretary's office, and administrative staff rooms. The second floor houses academic staff rooms and four classrooms. Eighteen independent sections were examined for risky areas in the study. These sections are listed in Table 3.

Table 3. Areas examined in TBMYO

Administrative Building	General Areas	Technical Departments
Classrooms	Garden	Construction Laboratory
Canteen	Parking Lot	Mechatronics Laboratory
Elevator	Tea Room, Canteen	Automotive Laboratory
Electrical Room	Common Hallways	Computer Laboratory
System Room		
Academics Room		
Administrative Offices		
Sinks		
Shelter		
Warehouse		

2.3.3. Application Method

This employed a risk analysis method using an L-shaped 5x5 matrix. The L-shaped (5x5) matrix is a method frequently used to assess cause-and-effect relationships. Because it is the easiest and most widely used method, it is considered ideal for those who must conduct risk analysis independently (Çakmak, 2014). This method was chosen in this study because it is a frequently used method in risk analysis in Turkey and allows the researcher to conduct risk analysis independently.

During the risk analysis application, field observation, monitoring of physical environmental conditions, employee opinions, and regulatory information were used. Hazards and risks were identified based on the opinions of TBMYO employees and the researcher's observations, based on working conditions and environmental conditions. These hazards and risks were grouped according to damages that occur within a specific value range and those that may occur within these value ranges. A risk table was created accordingly.

• 1 to 6 indicates low risk,

• 8 to 12 indicates moderate risk,

• 15 to 20 indicates high risk,

• 25 indicates intolerable or unacceptable risk.

Low risks are risks that generally do not require outpatient first aid intervention. Moderate risks indicate situations that cannot be managed with outpatient treatment and require first aid treatment. High-risk groups require emergency response and emergency teams. Unacceptable risks indicate that the risk is so great that work must be stopped and that fatal accidents may occur.

2.3.4. Identifying and analyzing risks

In this study, 18 independent sections of the TBMYO (Turkish Vocational School of Applied Sciences) were analyzed for risk analysis using a (5x5) L-shaped matrix method in each section. Hazards were observed and the risk level was determined. An L table was created for the scores of these risks. The score for new risks and precautions that emerged after the current situation is also indicated in the L table. Hazards and risks were identified as a result of the application's risk analysis (5x5-L matrix). The abbreviations used in the risk analysis are “MÜD”: Vocational School Director and “IGU”: Occupational Safety Specialist.

3. FINDINGS

3.1. Creation of Application-Related Risk Analysis (5x5-L Matrix) Tables

The L-matrix coefficients of hazards and risks were determined in the areas where risk analysis was conducted, and recommendations were made for regulatory and preventive actions. As a result of the examinations conducted in the application areas, 115 hazards, risks, regulatory, and preventive recommendations were made.

3.2. Review and Interpretation of Risks Identified in Practice

A risk analysis was conducted across the entire Vocational School, and the identified risks are listed in Table 4 under the headings "before," "after," and "change." Each department was individually graded and classified as low (0-6), medium (6-15), and high (15-25) risks. Eighteen independent departments were examined (Dikmen, 2022).

Table 4. Before, after, and the amount of change in risk analysis

Risk Analysis								
Before			**Change Amount**			**After**		
Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
0	25	90	+85	+5	-90	85	30	0

Before the risk analysis, the total number of high risks was determined to be 90, and the total number of medium risks was determined to be 25. After corrective and preventive measures, the low risk was determined

to be 85, and the medium risk was determined to be 30. Finally, the identified risks changed to low and medium risks. The number of medium risks before the risk analysis was 25, but after corrective and preventive measures, the number of medium risks increased to 30. This is because medium risks were converted to low risks, but due to the increase from high to medium risk, no significant change was observed in the number of medium risks. No risks were considered low risks before the risk analysis. Because the risks identified during the risk analysis were at acceptable levels, they were not included in the study. The number of high risks before the risk analysis was 90. After the risk analysis, the high risks here were converted to 5 medium risks and 85 low risks. The number of medium risks before the risk analysis was 30. After the analysis, the medium risks here were changed to 25 low risks.

3.3. Examining and Interpreting Risks in Laboratories

Laboratory environments in vocational schools of universities, which carry various risk groups, are important work environments that require attention in terms of occupational health and safety. Staff and students working in these environments are constantly exposed to occupational accidents and occupational diseases.

Like academic and research activities, laboratory activities also pose a hazard to laboratory workers and students, increasing the risk of incidents. Because various chemical materials and equipment are used in laboratories, they present chemical, psychosocial, biological, physical, and ergonomic hazards. Therefore, laboratories are considered highly hazardous and risky environments in terms of occupational health and safety. Laboratories in vocational schools, where risks were analyzed in this study, are areas with a high risk density. Because risks found in laboratories pose high risks, including fatal risks, it is crucial that they be examined in detail. Therefore, the risks that workers in laboratory environments may encounter must be either minimized or eliminated completely. In this regard, laboratory staff and students must be informed about laboratory safety and what to do in an emergency. Providing training on this topic to laboratory staff and students is a top priority. Four technical laboratories within the vocational school where the application was carried out were inspected for high risks: the Construction Laboratory, the Computer Laboratory, the Mechatronics Laboratory, and the Automotive Laboratory.

Table 5. Before and after risk analysis for Construction, Computer, Mechatronics and Automotive laboratories

Construction Laboratory Risk Analysis								
Before			**Change Amount**			**After**		
Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
0	1	6	+6	0	-6	6	1	0
Computer Laboratory Risk Analysis								
Before			**Change Amount**			**After**		
Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
0	1	4	+2	+2	-4	2	3	0
Mechatronics Laboratory Risk Analysis								
Before			**Change Amount**			**After**		
Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
0	2	11	+11	0	-11	11	2	0
Automotive Laboratory Risk Analysis								
Before			**Change Amount**			**After**		
Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
0	0	11	+4	+7	-11	4	7	0

High risks in the construction laboratory include the risk of electrical cables lying on the floor and sparks from machinery flying onto the cables; the risk of tripping and falling due to the ironwork on the floor at the laboratory entrance; the risk of concrete particles being thrown and injured during concrete breaking in the testing equipment; the risk of crushing staff and students due to the steel frame tipping over; the risk of staff and students being injured due to concrete mixing equipment tipping over while in motion and concrete splashing out of the open door during mixing; and the risk of burning hot materials escaping from the kiln due to high temperatures. Medium risks in this area include the sharp surfaces of hammers and cutting tools, which can fall to the floor and cause injury.

High risks in the computer laboratory include the risk of tripping and falling due to untidy cables on the floor; the risk of electric shock due to damaged cables; the risk of electrical leakage and shock due to a broken wall outlet; the risk of insufficient smoke detectors for prompt fire response; and the risk of fire and electric shock due to unplugged outlets. The medium-level risk in this area is the risk of falling due to the projector being suspended in mid-air.

High Risks in the Mechatronics Laboratory: The risk of cabinets falling on staff or students due to unsecured cabinets; the risk of delayed response in the event of a fire due to a lack of fire extinguishers; the risk of health problems and injury due to moisture and plaster flaking due to excessive moisture on laboratory walls; the risk of laboratory materials touching clothing due to inadequate hangers; the risk of electric shock due to unergonomic seating arrangements and cables lying on the floor; the risk of tripping and falling at the workshop

entrance; the risk of health problems and injury due to moisture and plaster flaking due to excessive moisture on laboratory walls. Significant high risks in this area include the risk of a pressure vessel (compressor) not being sealed and exploding; the risk of fire due to overheating due to electronic devices being constantly plugged in; the risk of fractures and student injuries due to falls due to failure to store laboratory materials safely after use.

High Risks in the Automotive Laboratory: There is a risk of explosion due to overpressure due to the pressurized cabin (compressor) not being insulated; a risk of explosion due to the proximity of flammable chemical substances to caustic substances; a risk of electric shock due to a damaged socket; a risk of the vehicle falling into the inspection pit; a risk of personnel and students being trapped under an overturned vehicle and heavy metal parts falling and harming personnel and students; a risk of a vehicle standing high in an elevator falling on personnel and students during lifting and lowering; a risk of hands getting caught in a vice; and a risk of serious burns due to the high heat and flames generated during oxygen welding.

3.4. Comparison of Risks with Literature

Hacıfazlıoğlu, H. (2019) identified a high risk in the classroom area as follows: suspended ceilings that are not properly installed, damaged, and falling on people, resulting in injury and death from sharp points. This study did not identify a high risk in the classroom area. Elibüyük, Ö. (2017) identified a high risk in the classroom area as follows: the risk of infectious diseases and low morale due to the transmission of microbes due to lack of general cleaning. This study identified a medium risk in the classroom area as follows: the projector hanging in the air, the lack of protective covers on the radiators and their loose wall attachment, broken and unstable seats, the absence of a trash can, and the academic chair being unstable. Hacıfazlıoğlu H. (2019) identified a medium risk in the classroom area as follows: the risk of infectious diseases and low morale due to the transmission of microbes due to lack of general cleaning. His analysis of the sharp edges and corners of radiator panels indicates that injury or death may occur due to cuts resulting from dangerous movements. Hacıfazlıoğlu H. assessed the risk of infectious diseases as a medium risk in his study, while Elibüyük Ö. (2017) identified this situation as a high risk in his study. Additionally, the risk of injury or death from falling from a height due to the dangerous movement of fully opening the middle windows was defined as a medium risk. Other studies did not identify risks in these areas. The results are presented in Table 6.

Table 6. Comparison of risks with literature

Before Risk Analysis									
	This Study			**Hacıfazlıoğlu, H. (2019)**			**Elibüyük, Ö. (2017)**		
	Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
Classrooms	0	5	0	0	4	1	0	2	1
Canteens, etc.	0	3	16	0	3	24	0	5	9
Gardens, etc.	0	5	5	0	5	5	0	4	2
After Risk Analysis									
	This Study			**Hacıfazlıoğlu, H. (2019)**			**Elibüyük, Ö. (2017)**		
	Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
Classrooms	5	0	0	5	0	0	3	0	0
Canteens, etc.	15	4	0	25	2	0	13	1	0
Gardens, etc.	8	2	0	9	1	0	5	1	0

This and two other studies compared the high, medium, and low risks of three independent shared areas (tea shop/canteen, parking lot/garden, and classrooms). In this study, before the analysis, the total number of high risks in the three independent areas was 21, and the total number of medium risks was 13. After the analysis, these values were reduced to 6 medium risks and 28 low risks. The analysis identified a total of 73 high risks and 36 medium risks across the three studies. Similar high, medium, and low risks can be identified; high risk in one study can be seen as medium or low risk in another; and medium risk in one study can be seen as high or low risk in the other. This situation is entirely related to the preventive and corrective measures taken. the risks identified in the tea shop/canteen, parking lot/garden, and classrooms before and after the corrective and preventive measures.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

- As a result of the risk analysis conducted within the scope of the study, 90 high risks and 25 medium risks were identified. Following the recommended corrective and preventive measures, the number of risks is as follows: 29 of the high risks were classified as medium risk, 61 as low risk, and 25 of the medium risks were classified as low risk. As a result of the risk analysis conducted within the scope of this study, the hazards, risks, their consequences, and the necessary precautions and recommendations for the vocational schools that constitute the application area of the research are as follows:
- Young people between the ages of 18 and 24 have a high rate of occupational accidents; therefore, it is important for students at universities to understand and understand the risks involved and how to take precautions, as well as the correct behavioral model for OSH before entering the workforce. Young people who study in a conscious environment also benefit from OSH.

- For future studies, this study could be conducted with student participation in other vocational education areas outside of the Vocational School. It has served as an example for other vocational schools.
- This study, conducted at a vocational school, one of the vocational education application areas, distinguishes vocational schools from other faculties and colleges in terms of OSH due to the technical laboratories they house. Vocational school students face a number of risks not only in vocational education provided within the Vocational School environment but also in vocational education provided outside of it. This will serve as a reference for future studies, as these risks must be recognized and controlled.
- Not every university and vocational school is the same. The comparisons made in the study examined the possibility of different risks occurring within the same environment.
- Having a health unit in vocational schools and every unit of universities would be beneficial.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was prepared by expanding upon the master's thesis titled "Risk Assessment in Vocational Education Application Areas in Terms of Occupational Health and Safety: Risk Analysis Application in a Vocational School Example" prepared at Hitit University. Lecturer Dr. Muhammed DİKMEN contributed to the risk analysis phase of the paper.

REFERENCES

Arpat, B. (2017). Meslek Yüksekokullarında Nitelikli Ara Eleman İhtiyacını Karşılamada Yeni Arayışlar: 3+1 İşbaşı Eğitim Modeli Honaz Meslek Yüksekokulu Örneği. Çalışma İlişkileri Dergisi, 8 (2), 76-94.

Arpat B. ve Namal M. K. (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği. Ankara: Gazi Kitabevi.

Çağlar M. (2015). Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi risk değerlendirme Raporu. http://mebk12.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/11/01/130537/dosyalar/2015_12/30090604_2016rskrapor.doc [Erişim Tarihi: 20.02.2019]

Çakmak, E. (2014). Atölye Tipi Üretim Yapan Sanayi İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği, (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanlığı Tezi), Ankara: ÇASGEM.

Çakmak Bozdemir D, Uğraş A. (2016). Risk Değerlendirme Raporu, İzmir Yüksek Teknoloji Enstütüsü, Mimarlık Fakültesine, İzmir. hptp://ftp.iyte.edu.tr/pub/isgb/C4B0YTE20on20YapC4B1lan20RA/MimarlC4B1k20Fak.20Risk20Analizi202016.xlsx [Erişim Tarihi: 20.02.2019]

Çebi, S. (2017). Afetlerde Risk ve Kriz Yönetimi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.

Çeliktaç B. ve Ünlü N. (2018). Risk Değerlendirme Karar Matrisi Yöntemi Kullanarak Örnek Bir Risk Değerlendirme Raporunun Oluşturulması. The Journal of Academic Social Science Studies, 65, 483-504.

Çırpan M. (2016). Risk Değerlendirmesi; Bir Üniversite Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin

Dikmen, S. (2022). İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Mesleki Eğitim Uygulama Alanlarında Risk Değerlendirmesi: Bir Meslek Yüksekokulu Örneğinde Risk Analizi Uygulaması, (Yüksek Lisans Tezi), Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çorum.

Elibüyük İ.Ö. (2017). Risk Değerlendirme Raporu. Risk Değerlendirme Tablosu. Erişim Tarihi: 15 Şubat 2019. http://aukmy.ankara.edu.tr/files/2017/10/A.C39C._Kalecik_MYO_Risk_Analizi.pdf

Emiroğlu, C. (2001). Çalışma Ortamında Kazalar ve Mesleki İlkyardım. Ankara: Türk – İş Yayınları.

Hacıfazlıoğlu, H. (2019). Meslek Yüksekokulunda İş Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesi Uygulaması, (Yüksek Lisans Tezi), Trabzon: Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Hekimler, A. (2008). Güncel Gelişmeler Işığında Türkiye'de İşgücü Piyasası Politikaları ve İşsizlik Halinde Sağlanan Yardımlar. Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Metinleri 01, 1-23.

ILO, (2020). Quick Guide on sources and uses of statistics on occupational safety and health Geneva. Switzerland: International Labour Organization.

İlbahar, E., Karaşan A., Cebi, S., Kahraman, C. (2018). A Novel Approach To Risk Assessment For Occupational Health And Safety Using Pythagorean Fuzzy AHP & Fuzzy İnference System. Safety Science, 103, 124-136.

Kayabaşı R., Özdemir H., Cündübeyoğlu İ. (2021). Kamu Üniversitelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulama Rehberi İçerik Analizi. Kayseri Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3(2), 29-45.

Oralhan, B. (2019). Kalitatif Risk Değerlendirme Teknikleri. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi.

Özkılıç, Ö. (2005). İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. Ankara: Türk-İş Yayınları.

Palaz, S. (2019). Sosyal Bilimlerde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları. Ankara: Nobel Yayınevi.

Sümer, H. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliği Hukuku. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Şahin İ., Fındık T. (2008). Türkiye'de Mesleki ve Teknik Eğitim: Mevcut Durum. Sorunlar Ve Çözüm Önerileri, Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi (TSA), 12(3), 65-86.

Şahin, M. (2015). Kariyer Geliştirmede Yükseköğretimin Rolü ve İşveren Algıları: Bir Alan Araştırması. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 4(1), 46-55.

Telli, K. (2015). Kocamustafendi İlkokulu Risk Değerlendirme Raporu. http://kocamustafendiio.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/48/01/706209/dosyalar/2015_12/10110808_okulriskanalizi2016.pdf [Erişim Tarihi: 20.02.2019]

Türkan, Y. S. (2015). Risk Değerlendirmesi ve Metodolojisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi AUZEF Yayınları.

Zhang Y., Wang K., Zhang R. (2011). Theoretical Research On Hazards And Accident Prevention. Procedia Engineering, 26, 16-24.

MESLEKİ EĞİTİM ALANLARI İÇİN RİSK DEĞERLENDİRMESİ: BİR DERLEME

Doç. Dr., Menekşe ŞAHİN[1]/ Serap DİKMEN[2]/ Öğr. Gör. Dr., Muhammed DİKMEN[3]
[1]Hitit Üni., İİBF, Çalışma Eko. ve End. İliş. Böl., meneksesahin@hitit.edu.tr, 0000-0002-9312-770X, Çorum, Türkiye
[2]Hitit Üni., Lisansüstü Eğitim Ens., İş Sağlığı ve Güvenliği, srp_510@hotmail.com, 0000-0003-4575-372X, Çorum, Türkiye
[3]Kilis 7 Aralık Üniv., TBMYO, İnşaat Böl., mdikmen@kilis.edu.tr, 0000-0002-9381-4454, Kilis, Türkiye

Özet

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu tüm işyerlerinden risk değerlendirmesi yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Mesleki eğitim uygulama alanlarında da, bu kanuna uygun hareket ederek gerekli önlemlerin alınması devlet eliyle zorunlu hale getirilmiştir. Risk değerlendirmesi yapılmadığı taktirde çalışanların ve öğrencileri yaralanma veya can kaybı gibi istenmeyen durumlar ile karşı karşıya kalabileceği bilinmektedir. Risk değerlendirmesinin yapılmaması, işyerinde çalışmayı durdurma ve işyerini kapatma gibi yaptırımlara maruz bırakılmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, Mesleki Eğitim Uygulama alanlarında karşılaşılan potansiyel tehlike ve risklerin belirlenmesi, kontrol önlemlerinin yeterliliğinin değerlendirilmesi ve gerekli önlemler ve kontrol tedbirlerini belirlemek için bir yol haritası oluşturmaktır. Risk değerlendirmesi ile çalışma ortamının çalışmaya elverişli hale getirilmesi, Mesleki Eğitim Alanları'nda öğrencilere ve çalışanlara psikolojik, fiziksel ve manevi açıdan destekleyecek ve refah içinde bir çalışma ortamı sağlayacağı düşünülmektedir. İş sağlığı ve güvenliği (İSG) kültürü öğrencilere eğitim-öğretim esnasında kazandırılmalı ve tüm meslek hayatı boyunca kullanması için gerekli motive edici destekler sunulmalıdır. Eğitim süresince bulunduğu ortamda, İSG kültürüne maruz kalan öğrenciler öğrendikleri bu kültürü meslek hayatlarına entegre etmenin yöntemlerini keşfedecek ve aranan eleman olma vasfına erişeceklerdir. Mesleki eğitim uygulama alanlarında iş sağlığı ve güvenliği kapsamında alınmış olan önlemlerin yeterliliğinin sorgulanması, gerekli kontrollerin yapılıp önleyici faaliyetlerin belirlenmesi, benzer uygulama alanlarında yapılmış risk değerlendirme çalışmalarının incelenmesi gibi çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaları desteklemek için evrensel olarak kabul görmüş 5X5 L tipi matris yöntemi ile risk değerlendirme yöntemi incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Mesleki eğitim uygulama alanları, iş sağlığı ve güvenliği, risk değerlendirmesi, risk analizi

RISK ASSESSMENT FOR VOCATIONAL EDUCATION FIELDS: A REVIEW

Assoc. Prof. Dr., Menekşe ŞAHİN[1]/ Serap DİKMEN[2]/ Lecturer Dr., Muhammed DİKMEN[3]
[1]Hitit Univ., Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Labor Ecology and Industrial Relations, meneksesahin@hitit.edu.tr, 0000-0002-9312-770X, Çorum, Turkey
[2]Hitit Univ., Institute of Graduate Education, Occupational Health and Safety, srp_510@hotmail.com, 0000-0003-4575-372X, Çorum, Turkey
[3]Kilis 7 December Univ., TBMYO, Department of Civil, mdikmen@kilis.edu.tr, 0000-0002-9381-4454, Kilis, Turkey

Abstract

Occupational Health and Safety Law No. 6331 mandates risk assessments in all workplaces. In vocational training areas, the state has made it mandatory to act in accordance with this law and take the necessary precautions. It is known that failure to conduct a risk assessment can lead to undesirable situations such as injury or loss of life for employees and students. Failure to conduct a risk assessment has led to sanctions such as workplace suspension and closure. The primary objective of this study is to identify potential hazards and risks encountered in vocational training areas, assess the adequacy of control measures, and create a roadmap for determining necessary precautions and control measures. It is believed that making the work environment conducive to work through risk assessment will provide psychological, physical, and spiritual support for students and employees in vocational training areas, providing a prosperous work environment. Occupational health and safety (OHS) culture should be instilled in students during their education and training, and they should be provided with the necessary motivational support to utilize it throughout their careers. Students exposed to an OSH culture during their training will discover ways to integrate this culture into their professional lives and achieve the qualifications to become sought-after employees. Studies were conducted to examine the adequacy of occupational health and safety measures taken in vocational training areas, to determine necessary controls and preventive actions, and to review risk assessment studies conducted in similar application areas. To support these studies, the universally accepted 5X5 L-type matrix method was used to assess risk assessment.

Keywords: Vocational training application areas, occupational health and safety, risk assessment, risk analysis

1. INTRODUCTION

OHS is defined as considering and preventing all kinds of hazards and risks in the workplace for the safety and health of employees. It is to protect the health and lives of employees and other groups in the workplace. Identifying all risks, their severity, and determining their likelihood of occurrence is crucial. Risk assessment is the starting point for preventing OSH-related risks. Risk assessment is an important tool used to identify the best ways to implement and improve OSH. All workplaces have potential hazards that can cause accidents. One such workplace is laboratories in educational and research units. Laboratories are defined as systematically managed, permanent or portable spaces for limited-scale testing, calibration, and/or production activities, using equipment and materials based on specific scientific methods, in the context of practical training, research, and/or community service (Permenpan, 2010). Laboratories located in education and research units can be considered academic support units within educational institutions, either indoor or outdoor. Particularly in vocational and technical education units, theoretical courses and laboratory practices are conducted in parallel. The need for students to be safe while working in laboratories is considered an important fact, given the hazards inherent in laboratory environments Educational units and the work carried out there play a crucial role in economic development. The need for qualified intermediate staff has increased, further enhancing the importance of vocational and technical education. University students who gain practical experience and professional development need to expand their experience throughout their education to have better career opportunities (Şahin, 2015). Vocational and technical education institutions within secondary and higher education institutions in Turkey are seen as the most important source of training qualified intermediate staff. Vocational and technical education in universities trains technical personnel through two-year vocational schools and four-year vocational and technical education faculties (Arpat, 2017). The first vocational school in Türkiye was opened by the Ministry of National Education in the 1970s. It was affiliated with the Council of Higher Education (YÖK) in 1981. Vocational schools (Vocational Schools) meet the intermediate staff needs of the labor market through vocational schools (Şahin and Fındık, 2008). Creating a safe working environment is of great importance in vocational education institutions where millions of students are educated and thousands of academic and administrative staff work. The number of Vocational Schools has increased rapidly in recent years and it is important to evaluate the working areas in terms of occupational safety, analyze the risks and eliminate and control the deficiencies, if any. The aim of the risk analyses carried out as a result of the studies examined is to determine the potential hazards and associated risks that may occur in vocational training application areas, to ensure the control of potential risks and thus to minimize occupational diseases and work accidents. It is thought that this study will contribute to the improvement and development of occupational

health and safety measures in vocational education units. This study assesses the development of occupational health and safety in Türkiye. The primary objective is to instill a culture of occupational safety and health and to raise awareness among students and employees about occupational accidents and diseases.

1.1. Occupational Health and Safety Conceptual Framework

1.1.1. Basic Concepts of Occupational Health and Safety

Because industrial workspaces use a significant number of machines and tools, workers frequently face various hazards. With increasing technological advancements, technological products are increasingly used in production, increasing occupational risks and accidents. This study focuses on the concepts of occupational health and safety. It also provides conceptual explanations of the concept of risk. Information is provided on the reasons for the need for occupational health and safety.

1.1.2. The Concept of Occupational Health and Safety

Protecting the health, safety, and well-being of employees is a concept related to OSH, and its control is ensured through OSH. Health refers to protecting all employees in the workplace from mental, physical, and psychological harms such as injury and illness. Safety, on the other hand, refers to harms resulting from physical conditions in the workplace (Towlson, 2003). The concept of OSH began to be used with the Industrial Revolution, which created very adverse conditions for worker health. In industrial environments where a large number of machines and tools are used, occupational risks and accidents increase and workers are exposed to a wide variety of hazards, and it has started to be seen as an important concept (Bostancı, 2012). In general terms, OSH can be defined as considering and preventing all kinds of hazards and risks in the workplace for the safety and health of employees. However, it becomes a very broad and multi-dimensional concept when it comes to both scope and application. In this context, OSH is considered as a concept that has both technical and medical dimensions. When evaluated technically, it can be defined as systematic scientific prevention and protection studies that aim to eliminate or reduce, as much as possible, the risks and hazards that may arise due to the execution of work in the workplace and to prevent occupational hazards and risks from harming the workplace. In short, all activities aimed at preventing occupational accidents and occupational diseases constitute the scope of OSH (Sümer, 2019). When evaluated from a medical dimension; It encompasses all systematic and scientific studies conducted to protect against behaviors that may harm health or endanger safety during the execution of a job, to ensure continuity of production, and to increase efficiency (Acar, 2014). In this context, the concept of OHS encompasses all risks arising from work, the work environment, the work environment, and working in the workplace, as well as all precautions and studies necessary to protect and safeguard employees (Arıcı, 1999).

1.1.3. The Concept of Workplace Accident

The concept of an accident is defined as a physical and/or psychological event that causes damage or loss of life or property, the timing and duration of which are unknown. According to the Turkish Language Association, an accident is defined as "the loss of a person, object, or vehicle due to an unintentional or unexpected event" (Emiroğlu, 2001). One study defined an accident as an unexpected and undesirable event that results in ill health, death, injury, harm, damage, or other losses (Özkılıç, 2005). Another study defined an accident as "an event that occurs due to an unexpected and erroneous behavior or technical malfunction in a chain of events that prevents the completion of a specific activity, even if it does not always result in injury, death, or destruction" (Emiroğlu, 2001). Workplace accidents, however, differ from accidents that occur in any environment. For an incident to be defined as a work-related accident in terms of occupational safety, it must be workplace-related and work-related. For an incident to be considered an occupational accident, the accident must occur at the workplace or in a work-related place during working hours and there must be employees affected by the adverse consequences (Palaz, 2019). According to the ILO, an occupational accident is defined as “an unexpected and unplanned event, including acts of violence, arising out of or in connection with work, which causes injury, illness or death of one or more workers” (ILOSTAT). The WHO defines an occupational accident as “an event that generally causes personal injury, damage to machinery, tools and equipment, and the interruption of production.” From a legal perspective, according to Social Security and General Health Insurance Law No. 5510 (Article 13), an occupational accident: It is defined as “an incident that causes physical or mental disability to the insured, either immediately or later, while the insured is at work, ii) if the insured is working independently on their own behalf and account due to the work performed by the employer, iii) during the time an insured affiliated with an employer is transferred to another location outside the workplace due to the work they are doing, iv) during the time allocated for the breastfeeding insured to breastfeed their child in accordance with labor legislation, v) during the insured’s travel to and from the place of work in a vehicle provided by the employer.” Article 13 of the Social Security and General Health Insurance Law No. 5510, in its provision regarding work accidents, rather than defining what the concept of a work accident is, specifies the circumstances under which accidents will be considered work accidents (Bıyıkçı, 2010). Occupational Health and Safety Law No. 6331 defines a workplace accident as "an incident that occurs at the workplace or during the performance of work, causing death or a mental or physical disability." According to Law No. 6331, an accident sustained by an insured person at work outside of working hours is also considered a workplace accident. Similarly, an accident sustained by an insured woman during the time allocated to breastfeeding her child is also considered a workplace accident. Finally, an accident occurring while the insured person is

traveling to and from the workplace in a vehicle provided by the employer is also considered a workplace accident. The employer's provision of the vehicle was deemed sufficient, and the scope of the phrase "collective transportation" in the previous law was expanded by removing it.

1.1.4. The Concept of Occupational Disease

The deterioration of the health of employees that occurs over time while they are working at the workplace is called an occupational disease. In general terms, occupational disease is defined as a physical or mental illness that may be temporary or permanent in employees due to work (Palaz, 2019). The definition of occupational disease according to the Social Insurance and General Health Insurance Law No. 5510 (Article 14) is a temporary or permanent illness, mental or physical disability that the insured person suffers from due to a recurring reason due to the nature of the work he/she performs or the working conditions at the workplace. The definition of occupational disease is defined as a disease resulting from exposure to occupational risks, according to the Occupational Health and Safety Law No. 6331 (Article 3). An occupational disease differs from an occupational accident in that it is entirely occupational in nature. For an illness to be considered an occupational disease, there must be a causal link between the cause of the illness and the work performed. For an occupational disease to be considered, the illness or disability (or even death) must have occurred due to a recurring cause, depending on the nature of the insured's work or the working conditions of the workplace (Bıyıkçı, 2010). Another important point that distinguishes an occupational disease from a work-related accident is that it does not occur suddenly like an accident, but rather is a condition that develops gradually over time due to the conditions of the work (Altay, 2015).

1.1.5. The Purpose of Occupational Health and Safety

The aim of OHS is to protect employees from occupational accidents and diseases. Furthermore, the fundamental goal of OHS is to ensure production and operational safety by taking the necessary precautions against hazards and risks that threaten the physical and mental health and safety of all employees, now or in the future, related to their profession (Palaz, 2019). Protecting Employees: One of the primary objectives of OHS is the protection of employees. Work plays a central role in people's lives. Most people spend at least one-third of their lives at work, in the field, in the office, in the factory, etc. Therefore, work environments should be safe and healthy. However, this is not the case for many workers. Every day, workers around the world face numerous health hazards, including excessive dust, gas, noise, vibration, and heat. The fundamental goal of OSH is to protect the lives and physical integrity of workers. In other words, the fundamental goal of OSH is to prevent occupational accidents and diseases, protect life and physical integrity, and safeguard the right to health and life (Baybora, 2012). The implementation of occupational health and safety is important for employers in

terms of increasing productivity, protecting employees in every aspect, preventing all workforce losses and costs arising from work accidents and occupational diseases, and preventing negative economic, social and societal consequences. (Sümer, 2019). Worker protection encompasses a broad scope, including maximizing the medical, physical, and mental well-being of workers, ensuring harmony between workers and their work, identifying potential health hazards and occupational diseases, and providing treatment (Akpınar, 2013). Ensuring production safety: Another goal of occupational health and safety is to ensure safe production conditions. To protect workers from occupational accidents and diseases, workplace production safety must be ensured. In an environment where health and safety are ensured, loss of labor and workdays due to occupational accidents and occupational diseases will be reduced, thus protecting production and increasing work efficiency. Therefore, ensuring production safety will increase productivity and contribute to the economy (Altay, 2015). Ensuring workplace safety: Protecting employees' right to life and health is possible by improving working conditions. Ensuring workplace safety involves identifying all elements that could harm health in the workplace and taking precautions to prevent potential accidents. All measures taken against potentially hazardous situations in the workplace aim to make the workplace safe. Taking precautions against hazards posed by working conditions, materials, and substances used will significantly reduce or eliminate occupational accidents and occupational diseases in the workplace (Baybora, 2012).

1.1.6. Consequences of Occupational Health and Safety

Workplaces are the workspaces where people spend a significant portion of their daily lives. As can be seen from this, workplace illnesses and accidents can have significant health impacts on an employee's life (Tanır, 2004). The ILO's annual average of global OSH indicators reports that more than 2.78 million workers die each year worldwide due to occupational accidents or diseases, and 374 million non-fatal occupational accidents occur. Workers are directly affected by occupational accidents and diseases resulting from inadequate OSH measures. Additionally, inadequate OSH practices have been reported to burden the economy with an annual cost of approximately 5% of global gross domestic product (ILO, 2020). OSH has both social and economic benefits. The most important societal benefit is minimizing the number of fatalities and injuries. Thus, younger generations who can look to the future with confidence will become more active in social responsibilities. Psychological problems resulting from disability and death do not affect employees alone; they affect all individuals. By adhering to all OHS practices, disability and death rates can be minimized, as can the rates of psychological illnesses caused by occupational diseases and accidents. Furthermore, OHS contributes to the concepts of labor peace and social justice. A healthy work environment and working life, both materially and spiritually, depends on the comfort of working conditions, as well as the management style of employers and

employer representatives. Employee satisfaction, low occupational accident rates, and positive employee attitudes and behaviors are among the fundamental goals of human resources management for high productivity. Therefore, human resources management has both direct and indirect impact through its work on employee motivation and job satisfaction. Human resources management directly increases the motivation and job satisfaction of employees by improving the quality of work life through services such as orientation, training and development programs, career planning and consultancy, while it indirectly increases it through wage practices and occupational health and safety measures (Altay, 2015).

2. METHODOLOGY

2.1. Vocational Training

As in every aspect of life, education is a crucial element in achieving professional work and achievement. Recently, all occupational groups are seeking intermediate personnel with specific professional and technical knowledge. The increasing technological advancements that have made education, and vocational training in particular, mandatory since the 1980s have led to the emergence of these skills. This allows employees to utilize technology to the fullest extent possible, enabling them to complete their training and enhance their skills (Hekimler, 2008).

2.2. Risk Assessment and Basic Concepts

Protecting employees from occupational risks to which they may be exposed is one of the key objectives of OHS. For this purpose, risk analysis should be determined through a risk management process that includes risk assessment, risk prevention and control practices. For commercial enterprises, the process of identifying, measuring and minimizing risk factors that may negatively affect the functioning and primarily the profitability of an institution or organization is called risk management (Çeliktaç B. and Ünlü N. 2018). In the early stages of the production process, systematic OSH management is based on the principle of identifying the source of accidents and diseases and developing countermeasures before injuries or diseases occur. Instead, it is argued that the basis of effective risk management is the systematic identification of hazards, assessment of risks, control, and evaluation and review of risk control measures to ensure their effective implementation and maintenance (Zhang, 2011).

2.2.1. Risk Assessment and Risk Analysis

Generally, risk assessment is the process of identifying and examining all factors that influence the emergence of undesirable situations or events, determining the impact and frequency of risks, calculating the risk level, prioritizing risks, and planning actions to mitigate their harm. Risk assessment is a longer process within risk management. Within the scope of OHS, risk assessment involves identifying existing or potential external

hazards in the workplace, analyzing and ranking all factors that cause these hazards to become risks and the risks they cause, and establishing control measures to control risks (Türkan, 2015). Risk analysis is primarily based on collected information and data. Instead, it's a review conducted to determine necessary precautions. Risk analysis is a step in the risk assessment process where risk scores are calculated using probability, impact, frequency, or detectability factors. These factors vary depending on the method and can be expressed using different concepts (Arpat and Namal, 2020). When analyzing risks, answers are sought to questions such as, "What could go wrong that could lead to exposure to the hazard? How likely is this? If it does occur, what are the expected consequences?" Risk analysis is primarily concerned with identifying risks based on the collected information and data. It is the use of one or more of the selected methods according to the characteristics of the business's activity, the characteristics of the hazards or risks in the workplace, and the limitations of the workplace, or the analysis of one or more of the selected methods based on national or international standards. In other words, it is an examination conducted to determine the precautions that need to be taken. Risk analysis is a step in the risk assessment process where risk scores are calculated using probability, impact, frequency, or detectability factors. These multipliers vary depending on the method and can be expressed with different concepts (Arpat and Namal, 2020). Risk assessment is a lengthy process that includes risk analysis and is the most critical element of risk management. The risk assessment process is illustrated in Figure 1.

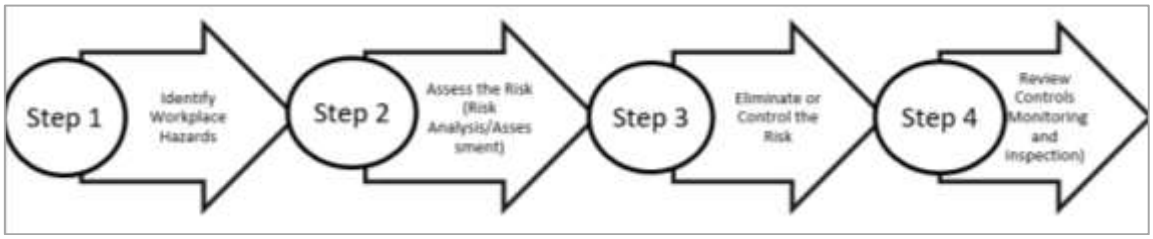


Figure 1. Risk Assessment Process (Dikmen, 2022)

2.2.2. Risk Assessment in Turkish Occupational Health and Safety Legislation

Law No. 6331, the first legal regulation in Turkey regarding OHS, saw the adoption of a new approach to OHS. With OHS Law No. 6331, the reactive approach of post-accident investigation was replaced by a proactive approach that identified pre-accident hazards and eliminated the occurrence of risks. Risk assessments are mandatory under Law No. 6331. According to Article 10 of the OHS Law, employers are obligated to conduct or have conducted a risk assessment in terms of OHS. The Occupational Health and Safety Risk Assessment Regulation (RDY), which governs the procedures and principles of OHS risk assessment in workplaces, entered into force on December 19, 2012. With this Regulation, employers are not only obligated to comply with the measures stipulated in the legislation, but are also obligated to identify hazard sources, assess the risks that may arise from these hazards, and take the necessary precautions. Furthermore, employers are obligated to

continuously monitor the validity of the measures taken and implement remedial actions (Saat, 2009). When conducting a risk assessment, the situation of employees who will be affected by certain risks, the selection of work equipment and chemicals and preparations to be used, the organization and layout of the workplace, groups requiring special policies such as the young, elderly, disabled, pregnant or breastfeeding employees, and the situation of female employees stand out as elements that require special attention. As a result of the risk assessment, the employer must determine the OSH measures to be taken and the protective equipment to be used. The OSH measures, working methods, and production methods to be implemented in the workplace should increase the level of protection of employees in terms of health and safety and should be applicable at all levels of the workplace's administrative structure (Akpınar and Çakmakkaya, 2014). The Risk Assessment Regulation (RDY) states that a risk assessment will be conducted for all workplaces, starting with the identification of hazards, determination and analysis of risks, decision making on risk control measures, documentation, updating of performed studies, and, if necessary, the design or installation phase, and stipulates the necessity of ensuring employee participation in all stages of the risk assessment (ISGRDY/Art. 7-8). According to the RDY, risk assessment; The process involves identifying hazards for all workplaces, starting from the design or establishment phase, identifying and analyzing risks, deciding on risk control measures, documenting, updating, and renewing the work performed as necessary. The stages of the risk assessment are monitored. Employees are included in the risk assessment process at every stage, ensuring their opinions are collected. Details on how the risk assessment should be conducted, as well as the risk assessment stages and their contents, are summarized in Figure 2.

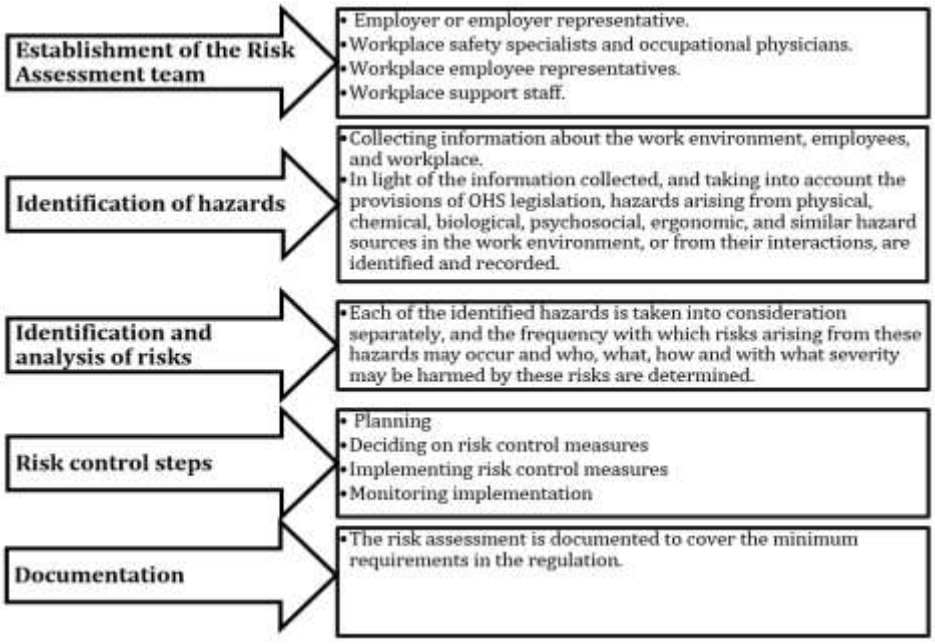


Figure 2. Occupational health and safety risk assessment regulation risk assessment (Dikmen, 2022)

2.2.3. Risk analysis methods

Since the severity parameter cannot be measured objectively, it is included in the evaluation process with the help of subjective evaluation and categorical data, and risk assessment techniques used in the field of OHS generally calculate the risk value according to probability and severity factors (İlbahar et al., 2018). Risk assessment methods are divided into two main categories: qualitative and quantitative. Techniques that aim to determine risk levels based on statistical and numerical methods are called quantitative techniques. Methods that use parameters to determine risk levels based on observations, categorical assessments, or non-numerical measurements are called qualitative techniques. (Oralhan, 2019; Özkılıç, 2005; Çebi, 2017). If a severity multiplier is used to calculate the risk coefficient, the method is qualitative. This is because there is no severity scale that can numerically quantify severity. A risk assessment technique is quantitative if it calculates risk based solely on a probability parameter, and the probability value is determined statistically from historical records (Çebi, 2017). Mixed risk assessment methods can be defined as the combined use of qualitative and quantitative methods. Some of the qualitative and quantitative risk analysis methods frequently used in the literature can be listed as qualitative ones; Checklist(PRA),What if Analysis, Preliminary Risk Analysis, Job Safety Analysis(JSA), L Matrix Method, X Matrix Method, 3T Matrix Method, Fine Kinney Method(PRAT), Hazard and Operability Studies(HAZOP), Failure Modes and Effects Analysis(FMEA) and quantitative ones; Fault Tree Analysis(FTA), Event Tree Analysis(ETA), Cause-Effect Analysis, Risk Tree Analysis(RTA), Bow Tie Risk Analysis.

2.2.3.1. (5x5) L-type matrix method (decision matrix method)

5x5 Matrix diagrams are an assessment tool used to analyze the relationship between two or more variables. This method is used to identify hazards that require precautions. When an incident occurs, the consequences are first measured and graded (Kara, 2019). The L-type (5x5) matrix is a method frequently used to assess cause-and-effect relationships. Because it is the easiest and most widely used method, it is ideal for those who must conduct a risk analysis on their own. However, this method is not suitable for every business. Risk analysis results vary depending on the analyst's experience. This method is frequently used in Turkey (Çakmak, 2014). The risk assessment matrix (L-type matrix), a method mentioned above, will be exemplified in the risk assessment study at a vocational training institution. In risk assessment, past records should first be examined and hazards should be identified without skipping any points and without distinguishing between significant and insignificant risks. Material safety data sheets (MSDS) should be reviewed to identify hazards. A risk score should be obtained by multiplying the probability and severity and entered in the table (Çakmak, 2014). Figure 3 shows that the multiplication of probability and severity equals the risk score. The risk rating matrix is shown

in Figure 4. Studies prepared using the 5x5 L-type matrix method were examined. Risk analyses conducted in vocational education units are listed below. A risk analysis conducted at a Vocational and Technical Anatolian High School (VTAL) identified 175 risks in 16 independent departments (Çağlar, 2015). A risk analysis conducted by the OHS bureau of the Ministry of National Education (MEB) across all schools affiliated with the Ministry of National Education identified 300 risks in 27 independent departments (Işık, 2018). A risk analysis conducted at Kalecik Vocational School, affiliated with Ankara University, identified 61 risks in 19 independent departments (Elibüyük, 2017). A risk analysis conducted in a master's thesis identified 115 risks in 18 independent departments at the university's vocational practice unit (Çırpan, 2016). A risk analysis conducted by an institute on faculty-affiliated units identified 42 risks in 6 independent departments (Çakmak and Uğraş, 2016). A risk analysis conducted on a university faculty examined all units and identified 98 risks (Yapar, 2017). A risk analysis conducted at a primary school affiliated with the Ministry of National Education identified 88 risks in 12 independent departments (Telli, 2015). A risk analysis conducted at a vocational school identified 123 risks in 23 independent departments (Hacıfazlıoğlu, 2019).

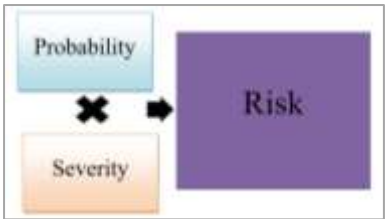


Figure 3. Risk Score(R) = Probability(O) x Severity(S) (Dikmen, 2022)

		SEVERITY				
		1(VERY MILD)	2(MILD)	3(MODERAL)	4(SEVERE)	5(VERY SEVERE)
PROBABILITY	1(VERY LITTLE)	1	2	3	4	5
	2(LITTLE)	2	4	6	8	10
	3(MEDIUM)	3	6	9	12	15
	4(MUCH)	4	8	12	16	20
	5(VERY MUCH)	5	10	15	20	25

Figure 4. Risk rating matrix (Dikmen, 2022,)

2.3. Risk Analyses Conducted in Vocational Education Practice Areas

2.3.1. Importance and purpose of the practice

Studies conducted in vocational education fields reveal potential risks and hazards encountered in workplace accidents. As in every sector, higher education institutions also present certain hazards and risks. While universities, which are higher education institutions, are generally classified as low-hazard, they also have hazardous and very hazardous departments. In higher education institutions where preventive measures are not implemented, risks arise for staff and students. Laboratory environments, particularly in educational units where

theoretical courses and laboratory practices are conducted in parallel, carry certain hazards. In educational institutions, administrative areas, educational areas, and social and cultural areas pose risks. Some risky areas are listed. Administrative Building; Administrative staff rooms, Classrooms and lecture halls, Meeting rooms, Archives, storage, shelter, Security and servant rooms, Electrical and system, rooms, Academic staff rooms. General Use Areas; Library, Residential Building, Canteen, Dining Hall, Tea Room, Congress Hall, Study Areas, Open and Closed, Sports Facilities, Other Social and Cultural Areas, Guest House (if applicable). Technical Departments; Workshops for technical departments, Tools and equipment for technical departments, Laboratories, Educational materials for technical departments. (Hacıfazlıoğlu, 2019). According to the Social Security Institution (SGK) occupational accident and disease data, two deaths occurred in 2015, one in 2016, and one in 2019 as a result of occupational accidents occurring in higher education institutions. Three people were diagnosed with occupational diseases between 2013 and 2020. Furthermore, 814 occupational accidents were recorded in 2020 (Kayabaşı et al., 2021). Considering the number of occupational accidents occurring in higher education institutions classified as low-hazard, providing a safe environment for the millions of students and thousands of staff studying in these institutions is crucial. Given the rapid increase in the number of higher education institutions in recent years, it is crucial to assess, monitor, and address occupational safety in educational and administrative buildings within educational units. Therefore, this study aims to analyze the risks of hazards at a vocational school using the L-type (5x5) matrix risk analysis method as an effort to prevent and control occupational accident risks in vocational education practice areas. The purpose of this study is to determine the potential hazards and associated risks that may occur in vocational training application areas, to ensure control of potential risks and thus to minimize occupational diseases and work accidents.

2.3.2. Vocational education work areas

Vocational education study areas are listed as examples. Administrative Building; Classrooms, Tea Room, Elevator, Electrical Room, System Room, Academics Room, Administrative Offices, Sinks, Shelter, Warehouse. General Areas; Garden, Parking Lot, Canteen, Common Hallways, Stairs. Technical Departments; Construction Laboratory, Mechatronics Laboratory, Automotive Laboratory, Computer Laboratory, Machinery Laboratory, Other Laboratories.

2.3.3. Application method

This study examined risk analyses conducted in vocational training fields using the L-type 5x5 matrix as the application method. The L-type (5x5) matrix is a method frequently used to assess cause-and-effect relationships. Because it is the easiest and most widely used method, it is considered ideal for those who must conduct risk analysis independently (Çakmak, 2014). This method is preferred in studies because it is a

frequently used method in risk analysis in Turkey and allows researchers to conduct risk analysis independently. In the reviewed studies, field observation, monitoring of physical environmental conditions, employee opinions, and regulatory information were used during the risk analysis application. Hazards and risks were identified based on the opinions of TBMYO employees and the researcher's observations, based on working conditions and environmental conditions. These hazards and risks were grouped into damages that occur within a specific value range and those that may occur within these value ranges. Risks were categorized accordingly. A score of 1 to 6 indicates low risk, 8 to 12 indicates moderate risk, 15 to 20 indicates high risk, and 25 indicates intolerable or unacceptable risk. Low risks are generally risks that do not require outpatient first aid intervention. Moderate risks indicate situations that cannot be managed with outpatient treatment and require first aid treatment. High-risk groups require emergency response and emergency teams. Unacceptable risks indicate that the risk is so great that work must be stopped and that fatal accidents may occur (Elibüyük, 2017; Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022).

2.3.4. Risk identification and analysis

In the reviewed studies, the application sample for risk analysis was analyzed in approximately 20 independent sections of vocational training fields using the (5x5) L-type matrix method in each section. Hazards were observed and the risk type was determined. An L-table was created for the scores of these risks. The scores for new risks and precautions that should be implemented after the current situation were also indicated in the L-table. Hazards and risks were identified as a result of the application's risk analysis (5x5-L matrix). The abbreviations used in the risk analysis are: “MÜD”: Vocational School Director and “IGU”: Occupational Safety Specialist (Elibüyük, 2017; Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022).

3. FINDINGS

3.1. Creation of Risk Analysis Tables for the Application (5x5-L Matrix)

In the reviewed studies, the L-matrix coefficients of hazards and risks were determined, and recommendations were made for regulatory and preventive actions. A sample template for the 5x5 L matrix of risks, regulatory, and preventive recommendations is presented in Figure 5. In the reviewed studies, an average of 120 hazards, risks, and regulatory and preventive recommendations were determined based on the examinations conducted in the application areas. In the template, the current hazards, risks, and consequences were first identified, and risk multiplier coefficients were determined. Regulatory and preventive recommendations were then made, and the risk multiplier coefficient for the final situation was determined. The red, yellow, and blue cells in the template represent high, medium, and low risk multipliers.



Figure 5. 5x5 L matrix hazard, risk, and regulatory preventive template recommendation (Dikmen, 2022)

3.2. Analysis and Interpretation of Identified Risks

Risk analysis was conducted across all vocational training practice areas, and the identified risks are presented in Table 1 under the headings "before," "after," and "change amount." Each section was scored separately and classified as low (0-6), medium (6-15), and high (15-25) risks. An average of 20 independent sections were examined (Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022).

Table 1. Before, during, and after risk analysis (Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022).

Risk Analysis								
Before			**Change Amount**			**After**		
Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
0	25	90	+85	+5	-90	85	30	0
Risk Analysis								
Before			**Change Amount**			**After**		
Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
0	40	83	+90	-12	-83	95	28	0

Prior to the risk analysis, the total of high risk was determined as 90/83 and medium risk as 25/40, respectively. After corrective and preventive measures, low risk was determined as 85/95 and medium risk as 30/28. In the final analysis, the identified risks were reduced to low and medium risk. While the number of medium risks was 25/40 before the risk analysis, the number of medium risks changed to 30/28 after corrective and preventive measures (Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022). Medium risks were reduced to low risks, and high risks were

not observed to be reduced to both medium and low risks. There were no risks considered low risks prior to the risk analysis.

3.3. Examining and Interpreting Risks in Laboratories

Laboratories in universities' vocational schools, as well as educational practice laboratories in other institutions, pose various risk groups and are important work environments that require careful attention in terms of occupational health and safety. Staff and students working in these environments are constantly exposed to occupational accidents and occupational diseases. Laboratory activities, like academic and research activities, pose a hazard to laboratory workers and students, increasing the risk of such incidents. Because various chemical materials and equipment are used in laboratories, they present chemical, psychosocial, biological, physical, and ergonomic hazards. Therefore, laboratories are considered highly hazardous and risky environments in terms of occupational health and safety. The laboratories in the vocational schools where risks were analyzed in this study are areas with a high risk density. Because the risks found in laboratories pose high risks, including fatal risks, detailed examination is crucial. Therefore, the risks that workers in laboratory environments may encounter must be either minimized or eliminated completely. In this context, personnel and students in laboratory environments must first be informed about laboratory safety and what to do in an emergency. In the studies examined, technical laboratories were examined in terms of high risks. These laboratories were the Construction Laboratory, Computer Laboratory, Mechatronics Laboratory, and Automotive Laboratory. As a result of the review, the pre- and post-risk analysis results for the Construction, Computer, Mechatronics, and Automotive laboratories are presented, respectively. For the Construction Laboratory, the pre-risk scores were determined as low 0, medium 1, and high 6, the change amount was determined as low +6, medium 0, and high -6, and the post-risk scores were determined as low 6, medium 1, and high 0. For the Computer Laboratory, before was determined as low 0, medium 1 and high 4 risks, the amount of change was determined as low +2, medium +2 and high -4, after was determined as low 2, medium 3 and high 0. For the Mechatronics Laboratory, before was determined as low 0, medium 2 and high 11 risks, the amount of change was determined as low +11, medium 0 and high -11, after was determined as low 11, medium 2 and high 0. For the Automotive Laboratory, before was determined as low 0, medium 0 and high 11 risks, the amount of change was determined as low +4, medium +7 and high -11, after was determined as low 4, medium 7 and high 0. (Dikmen, 2022). High risks in the construction laboratory include messy cables, close proximity of machinery, the risk of tripping and falling, the risk of eye fragments as a result of breakage during experiments, items falling over and being run over, and burn risks due to equipment operating at high temperatures. Medium risks in this area include the risk of crushing and cutting tools falling to the floor and the

misuse of such tools by unconscious individuals. High risks in the computer laboratory include the risk of tripping and falling on cables on the floor, the risk of being electrocuted due to cables on the floor, the risk of electrical leakage and shock, the risk of failure to respond to a fire early, and the risk of fire and electric shock due to damaged outlets. Medium risks in this area include the risk of the equipment on the projection ceiling falling. High risks in the Mechatronics Laboratory include; Risk of falling due to unstable items, risk of delay in response in case of fire due to lack of a fire extinguisher, humid ambient air conditions and risk of illness, contact of laboratory chemicals with people, risk of tripping, falling and electric shock due to cables on the floor, poor ergonomic seating positions of students, gradual steps at the workshop entrance and risk of tripping and falling, lack of insulation of the pressure vessel (compressor) and risk of explosion, risk of fire if the electronic device is constantly plugged in, risk of injury to personnel and students due to laboratory materials falling from shelves. High risks in the automotive laboratory; Risk of explosion due to not insulating the pressurized cabin (compressor), risk of explosion due to chemicals being close to flammable and explosive substances, risk of electric shock due to damaged socket, risk of late response to fire due to lack of smoke detector, risk of falling due to difference in elevation, risk of harm to personnel and students due to falling of items standing at height (vehicles and heavy metal parts), risk of falling during the use of the vehicle elevator (lift), risk of limb compression in the vice, risk of contact with high heat and flame with the oxygen source and risk of severe burns due to contact with hot metal parts, risk of severe burns due to contact with high heat and flame resulting from high flame and heat release while cutting metal with a blowtorch and contact with the cut metal parts, risk of explosion due to not insulating the pressurized container (explosive tube).

3.4. Comparison of Risks

Hacıfazlıoğlu, H. (2019) stated that the suspended ceilings were not properly installed, were damaged, and could fall on people, resulting in injury and death from sharp parts. This study did not identify a high risk in the classroom area. Elibüyük, Ö. (2017) determined that the high risk in the classroom area was the risk of infectious diseases and low morale due to the transmission of microbes due to lack of general cleaning. Dikmen, S. (2022) determined the medium risk in the classroom area as follows: the projector hanging in the air, the lack of a protective cover on the top of the radiators and their loose fixation to the wall, the seats being broken and unstable, the absence of a trash can, and the academician's desk being unstable. Hacıfazlıoğlu H. (2019) stated the medium risk in the classroom area as follows: In his analysis, he stated that there could be a risk of infectious diseases and demoralization as a result of the contamination of microbes found as a result of lack of general cleaning, and that the sharp edges and corners of radiator panels could cause injury or death as a result of cuts as a result of dangerous movements. Hacıfazlıoğlu H. evaluated the risk of infectious diseases as a

medium risk in his study; Elibüyük Ö. (2017) determined the same risk as a high risk in his study. In addition, he defined the risk of injury or death due to falling from a height as a result of dangerous movements when the middle windows are fully opened as a medium risk. Other studies have not determined risks in these areas. The obtained results are given in Table 2 (Elibüyük, 2017; Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022).

Table 2. Common risks of the reviewed studies (Elibüyük, 2017; Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022)

Risk Analysis									
	Elibüyük, Ö. (2017)			**Hacıfazlıoğlu, H. (2019)**			**Dikmen, S. (2022)**		
	Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
Classrooms	0	2	1	0	4	1	0	5	0
Canteens, etc.	0	5	9	0	3	24	0	3	16
Gardens, etc.	0	4	2	0	5	5	0	5	5

The high, medium, and low risks of three independent common areas (tea house-canteen, parking lot-garden, and classrooms) identified through the reviewed studies were compared. Before the analysis, the total number of high risks in the three independent areas was 12/30/21, and the total number of medium risks was 11/12/13. The review identified a total of 63 high risks and 36 medium risks across the three studies. Similar high, medium, and low risks can occur; a high risk in one study can be seen as medium risk or low risk in another; a medium risk in one study can be seen as high or low risk in another. The reason for this situation has been found to be entirely related to the preventive and corrective measures taken (Elibüyük, 2017; Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022).

3.4.1. Risks in Classrooms

Elibüyük, Ö. (2017) identified a high risk in classrooms as a potential risk of infectious diseases and low morale due to the lack of general cleaning. Dikmen, S. (2022) identified a medium risk in classrooms as a potential risk of infectious diseases and low morale due to the lack of general cleaning, lack of protective covers on radiators and their loose wall attachment, broken and unstable seating, lack of a trash can, and an unstable academic platform. Hacıfazlıoğlu H. (2019) identified a medium risk in his study as a potential risk of infectious diseases and low morale due to the spread of microbes due to the lack of general cleaning, and the possibility of injury or death due to cuts resulting from dangerous movements due to sharp edges and corners of radiator panels. Hacıfazlıoğlu H. assessed the risk of infectious diseases as a medium risk in his study, while Elibüyük Ö. (2017) identified the same risk as a high risk in his study. Additionally, fully opening the central windows posed a moderate risk of injury or death from falling from a height, resulting in dangerous activity. Other studies have not identified risks in these areas (Elibüyük, 2017; Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022).

3.4.2. Risks in the Dining Hall, Canteen, Tea Room, and Kitchen Areas

Hacıfazlıoğlu, H. (2019) as high risk; The risk of injury or death due to the lack of a smoke detector in the fire detection system due to failure to intervene in an emergency; the risk of injury or death due to improper intervention due to lack of periodic maintenance of machines; the risk of injury or death due to disorganization due to the lack of a cabinet to store shoes and personal belongings; poisoning or disease due to spoilage of food and beverages due to storage under counters and tables instead of in warehouses at appropriate temperatures; the risk of injury or death due to explosion of the extinguisher due to its being in the cabinet under the electric stove instead of outside; the risk of infectious disease due to the contamination of the microbes on the personnel on duty (gloves, bonnet, mask) due to not using PPE; the risk of injury or death due to the inability to intervene in an emergency due to the empty fire extinguisher; the risk of infectious disease due to the contamination of microbes due to the lack of general cleaning of the WCs; the risk of injury or death due to dangerous actions due to non-personnel entering the relevant areas; the risk of injury or death due to inability to intervene in situations due to the lack of a list of medications in the medicine cabinet; the risk of spoilage or microbes due to food materials being left open on the floor; The risk of infectious diseases due to contamination, the risk of tripping and falling due to deformations on the floor, the risk of injury or death due to insects nesting and carrying microbes, the risk of injury or death due to chemicals and the lack of information for employees, the risk of injury or death due to lack of urgent intervention in the case of objects in front of fuse panels, the risk of injury or death due to hot food being spilled on teachers and students while eating, the risk of infectious diseases due to microbes being transmitted by insects and pests due to lack of periodic pesticide application, the risk of poisoning due to stacking kitchen cleaning materials and food together, the risk of injury due to materials falling due to shelves not being mounted on the wall and stacking haphazardly, the risk of death due to exposed electrical cables and broken wall sockets, the risk of death due to electric shock to people who come into contact with them, the risk of injury or death due to suspended ceilings not being properly placed and some being damaged, the risk of injury or death due to people falling on them and being stabbed by sharp parts, the risk of infectious diseases due to an unhygienic environment (rusty meat hangers) due to not cleaning the environment regularly, the risk of extended cables passing under the floor and the presence of messy cables. The risk of injury or death due to electric shock as a result of leaving sockets plugged in; the risk of injury due to slippery floors caused by spilling oily food and water on the floor and not cleaning regularly; the risk of injury or death due to not being able to intervene in an emergency due to not having a fire extinguisher. Elibüyük, Ö. (2017) identified the following as high risk: The following have been identified: risk of injury or death as a result of improper intervention due to lack of periodic maintenance of machines; risk of infectious

diseases as a result of contamination of microbes present on them as a result of not using PPE by the staff on duty (gloves, bonnet, mask); risk of infectious diseases as a result of contamination of microbes present as a result of not general cleaning of WCs; risk of injury or death as a result of not informing employees about chemicals; risk of injury or death as a result of teachers and students getting stuck and spilling hot food on themselves while eating; risk of infectious diseases as a result of unhygienic environment (rusty meat hangers) as a result of not cleaning the environment regularly; risk of injury as a result of greasy food and water spilled on the floor and slippery floors as a result of lack of regular cleaning; risk of injury or death as a result of explosion due to poorly maintained tubes and gas hoses and the lack of a natural gas detector around the hood; risk of injury or death as a result of electric current as a result of water entering electrical devices. While the risk of injury or death due to explosion due to poorly maintained tube and gas hose and lack of natural gas detector around the hood and the risk of injury or death due to electric current due to water entering into electrical devices are determined as high risk, Hacıfazlıoğlu, H. (2019) stated these risks as medium risk in his study (Elibüyük, 2017; Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022). In the sections where risk analysis was conducted, medium risks were identified as follows; broken protective covers of radiators, lack of low floor warning at the canteen entrance, and stacking of materials. Again, in the same risk analysis study, high risks were identified as; deformations on the walls, lack of pesticide application inside the canteen, exposed electrical cables, sockets protruding from the walls, lack of regular cleaning, entry of persons other than personnel into relevant areas, a three-way electrical socket on the wall with the plug burned, medical products missing from the medicine cabinet and not listed, exposed electrical cables passing near the water line, inadequate ventilation, fire extinguisher on the floor, lack of fire and smoke detectors, items on top of the refrigerator, presence of harmful cleaning products near food, lack of a fire extinguisher, and lack of fire and smoke detectors in the work environment. While the high risks in these areas were mostly similar, it was observed that some risks did not have the same degree. Similarly, a risk shown as high in one study was shown as medium risk in another, and risks not included in this thesis were shown as high or medium risk in other studies. The reason for this; Although it is a source of danger that creates risks, it was not necessary to write it because the necessary security measures were taken (Elibüyük, 2017; Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022).

3.4.3. Risks in Garden and Parking Areas

The high risks analyzed in Dikmen, S. (2022) study included lighting cables in contact with the ground and water, exposed electrical cables running on the exterior of the building, concrete slabs and walls deformed by water, lack of directional signs at vehicle entrances and exits, and parking spaces that are not suitable for escape. The medium risks identified were mowing the grass with a lawnmower without using personal

protective equipment, open grates, the cover on the walkway collapsing inward, deformed benches in the garden, and unsecured trash cans. Hacıfazlıoğlu, H. (2019) identified high risks in gardens and parking lots as follows: The following were identified: as there is no control at entrances and exits, the risk of injury and death due to the ease of entering without supervision with cutting or piercing tools; as a result, the risk of injury and death due to flying materials in the environment in windy weather; the lack of a warning sign on the cabinet of industrial type cylinders in the garden and its lock being open, the risk of injury and death due to the intervention of unauthorized persons; the lack of a channel for water to flow, the risk of injury and death due to slipping and falling as a result of moss covering the pavements; the risk of injury or death in traffic accidents due to the lack of necessary road markings on the vehicle path. The medium risk identified in this area is injury or death due to tripping and falling due to level differences on the ground. Elibüyük, Ö. (2017) identified high risks in the garden and parking areas in his study; as there is no control at entrances and exits, the risk of injury or death due to tripping and falling on the iron foot cleaning gratings at the entrance of the school building. Medium risk; The presence of level differences on the ground has determined the risk of injury or death as a result of tripping and falling, and the risk of injury or death as a result of jumping over the wall as a result of the lack of guardrails around the high ground (Elibüyük, 2017; Hacıfazlıoğlu, 2019; Dikmen, 2022).

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

- The hazards and risks inherent in the educational practices of vocational schools and other institutions, their implications, and the necessary precautions and recommendations obtained from the studies examined are as follows:
- Universities, including faculties, institutes, and colleges, each have their own unique size, student population, and campus system. Each unit within universities has its own hazard classification, and the risks identified across universities differ in terms of vocational training practices.
- It is important for students and employees to know and observe appropriate OSH behavior. Young people who receive education in a conscious environment will also learn the OSH culture and apply it in their professional lives.
- To improve risk analysis methods and risk perception, risk analyses should be conducted at more universities and other institutions, and studies should be expanded to include more students.
- Vocational school students face risks not only in vocational training provided by vocational schools but also in vocational training provided outside of these institutions. Given that the risks here must be known and controlled, they will also serve as a reference for future studies.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was prepared by expanding upon the master's thesis titled “Risk Assessment in Vocational Education Application Areas in Terms of Occupational Health and Safety: Risk Analysis Application in a Vocational School Example” prepared at Hitit University. Lecturer Dr. Muhammed DİKMEN contributed to the comparison of risk analysis data in the paper.

REFERENCES

Acar, İ. (2014). İSG Profesyonellerinin Çalışma Koşulları İle İSG Hizmeti Alınan ve Alınmayan İşyerlerinde İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sıklığının Değerlendirilmesi. Ankara: ÇSGB İSG Genel Müdürlüğü.

Akpınar, T. (2013). İş Sağlığı ve İş Güvenliği, İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Analizi Risk Değerlendirmesi, Teori-Mevzuat İşçi ve İşverenlerin Hukuksal Hak ve Yükümlülükleri. Ankara: Ekin Basım Yayın Dağıtım.

Akpınar, T. ve Çakmakkaya, B. Y. (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü. Çalışma ve Toplum, 1 (40), 273-304.

Altay, S. (2015). Türkiye’de İş Sağlığı ve Güvenliği: İş Sağlığı ve Güvenliğinin İş Tatmini Üzerine Etkisi: Çimento Sektöründe Bir Uygulama, (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Arıcı, K. (1999). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Dersleri. Ankara: Tes-İş Eğitim Yayınları.

Arpat, B. (2017). Meslek Yüksekokullarında Nitelikli Ara Eleman İhtiyacını Karşılamada Yeni Arayışlar: 3+1 İşbaşı Eğitim Modeli Honaz Meslek Yüksekokulu Örneği. Çalışma İlişkileri Dergisi, 8 (2), 76-94.

Arpat B. ve Namal M. K. (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği. Ankara: Gazi Kitabevi.

Baybora, D. (2012). İş Sağlığı ve Güvenliğine Genel Bakış Ünite 1. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Bıyıkçı, E.T. (2010). İş Sağlığı ve Güvenliğinin Sağlanmasında İş Güvenliği Uzmanlığı, (Yüksek Lisans Tezi), Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Bostancı, Y. (2012). İşverenin İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin Yükümlülükleri Yerine Getirmemesi ve Yaptırımları. Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 12 (1-2), 52-74.

Çağlar M. (2015). Hayme Ana Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi risk değerlendirme Raporu. http://mebk12.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/11/01/130537/dosyalar/2015_12/30090604_2016rskrapor.doc [Erişim Tarihi: 20.02.2019]

Çakmak, E. (2014). Atölye Tipi Üretim Yapan Sanayi İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği, (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim Uzmanlığı Tezi), Ankara: ÇASGEM.

Çakmak Bozdemir D, Uğraş A. (2016). Risk Değerlendirme Raporu, İzmir Yüksek Teknoloji Enstütüsü, Mimarlık Fakültesine, İzmir. hptp://ftp.iyte.edu.tr/pub/isgb/C4B0YTE20on20YapC4B1lan20RA/MimarlC4B1k20Fak.20Risk20Analizi202016.xlsx [Erişim Tarihi: 20.02.2019]

Çebi, S. (2017). Afetlerde Risk ve Kriz Yönetimi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.

Çeliktaç B. ve Ünlü N. (2018). Risk Değerlendirme Karar Matrisi Yöntemi Kullanarak Örnek Bir Risk Değerlendirme Raporunun Oluşturulması. The Journal of Academic Social Science Studies, 65, 483-504.

Çırpan M. (2016). Risk Değerlendirmesi; Bir Üniversite Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin

Dikmen, S. (2022). İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Mesleki Eğitim Uygulama Alanlarında Risk Değerlendirmesi: Bir Meslek Yüksekokulu Örneğinde Risk Analizi Uygulaması, (Yüksek Lisans Tezi), Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çorum.

Elibüyük İ.Ö. (2017). Risk Değerlendirme Raporu. Risk Değerlendirme Tablosu. Erişim Tarihi: 15 Şubat 2019. http://aukmy.ankara.edu.tr/files/2017/10/A.C39C._Kalecik_MYO_Risk_Analizi.pdf

Emiroğlu, C. (2001). Çalışma Ortamında Kazalar ve Mesleki İlkyardım. Ankara: Türk – İş Yayınları.

Hacıfazlıoğlu, H. (2019). Meslek Yüksekokulunda İş Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesi Uygulaması, (Yüksek Lisans Tezi), Trabzon: Avrasya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Hekimler, A. (2008). Güncel Gelişmeler Işığında Türkiye'de İşgücü Piyasası Politikaları ve İşsizlik Halinde Sağlanan Yardımlar. Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Metinleri 01, 1-23.

ILO, (2020). Quick Guide on sources and uses of statistics on occupational safety and health Geneva. Switzerland: International Labour Organization.

ILOSTAT. Uluslararası Çalışma Örgütü. Ilostat. Access Date: 10 May 2022. https://ilostat.ilo.org/resources/concepts-and-definitions/description-occupational-injuries/

Işık, M.K. (2018). Risk değerlendirme Raporu, Birecik Milli Eğitim Müdürlüğü, Birecik http://birecik.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2015_12/08082400_rskdeerlendrmeekbnnatamasi.docx Rehberi [Erişim Tarihi: 30.01.2019]

İlbahar, E., Karaşan A., Cebi, S., Kahraman, C. (2018). A Novel Approach To Risk Assessment For Occupational Health And Safety Using Pythagorean Fuzzy AHP & Fuzzy İnference System. Safety Science, 103, 124-136.

Kara, O. E. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Makroform Etkilerin İncelenmesi Fırat Üniversitesi Ve Bingöl Üniversitesi Örnek Analizi, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Esenyurt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kayabaşı R., Özdemir H., Cündübeyoğlu İ. (2021). Kamu Üniversitelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulama Rehberi İçerik Analizi. Kayseri Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3(2), 29-45.

Oralhan, B. (2019). Kalitatif Risk Değerlendirme Teknikleri. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi.

Özkılıç, Ö. (2005). İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri. Ankara: Türk-İş Yayınları.

Palaz, S. (2019). Sosyal Bilimlerde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları. Ankara: Nobel Yayınevi.

Permanpan, (2010). Menterı Negara Pendayagunaan Aparatur Negara Dan Reforması Bırokrası Nomor 19 TAHUN 2010. Menpan. Erişim Tarihi 05 Haziran 2022. https://jdih.menpan.go.id/data_puu/PERMENPAN2010_019.pdf

Saat, M. B. (2009). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metotlarından Kontrol Listesi ve Matris Metodlarının Entegre Biçimde Bir İnşaat Şantiyesinde Uygulanması, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sümer, H. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliği Hukuku. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Şahin İ., Fındık T. (2008). Türkiye'de Mesleki ve Teknik Eğitim: Mevcut Durum. Sorunlar Ve Çözüm Önerileri, Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi (TSA), 12(3), 65-86.

Şahin, M. (2015). Kariyer Geliştirmede Yükseköğretimin Rolü ve İşveren Algıları: Bir Alan Araştırması. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 4(1), 46-55.

Tanır, F. (2004). İş Sağlığı ve İş Güvenliği, İş Sağlığı ve İş Güvenliği (İSG) Dergisi, Ocak-şubat, Sayı: 17.

Telli, K. (2015). Kocamustafendi İlkokulu Risk Değerlendirme Raporu. http://kocamustafendiio.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/48/01/706209/dosyalar/2015_12/10110808_okulriskanalizi2016.pdf [Erişim Tarihi: 20.02.2019]

Towlson, D. (2003). NEBOSH: International general certificate in occupational safetyand health. RRC Bussiness training, London

Türkan, Y. S. (2015). Risk Değerlendirmesi ve Metodolojisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi AUZEF Yayınları.

Yapar Ö. (2017). Risk Değerlendirme Raporu, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Ankara. http://www.dtcf.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/67/2017/10/dtcf-risk-deC49Ferlendirme.pdf [Erişim Tarihi: 20.02.2019]

Zhang Y., Wang K., Zhang R. (2011). Theoretical Research On Hazards And Accident Prevention. Procedia Engineering, 26, 16-24.

BULANIK AHP-TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Fatih GÖK[1]/ Doç. Dr. Fulya ZARALI[2]
[1]Kayseri Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği A.B.D., 24403023001@kayseri.edu.tr , 0009-0004-2355-0248
[2]Kayseri Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği A.B.D., fzarali@kayseri.edu.tr , 0000-0002-7796-1040

Özet

Tedarikçi seçimi, etkili tedarik zinciri yönetiminin kritik bir bileşenidir ve belirsizlik altında genellikle birbiriyle çelişen birden fazla kriterin değerlendirilmesini gerektirir. Bu çalışmada da tedarik zinciri yönetiminin önemli bir halkası olan tedarikçi seçim süreci, Kayseri'de raylı sistemlerde faaliyet gösteren bir işletmenin proje aşamasında ihtiyaç duyulan döküm prosesinin gerçekleştirileceği firmanın seçilmesine yönelik uygulanmıştır. Yöntem olarak çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemlerini çözmek için kullanılan Bulanık AHP-TOPSIS yöntemleri uygulanmıştır. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (F-AHP) ile Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik ile Tercih Sıralaması (F-TOPSIS) yöntemlerinin birlikte ele alınması; tedarikçi değerlendirme süreçlerinde belirsizliğin olduğu nitel yargılar ile ölçülebilen nicel verilerin bütüncül ve sistematik bir biçimde analiz edilmesine olanak tanıyan güçlü bir çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımıdır. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (F-AHP), karar vericilerin belirsizlik ve öznel yargılarını üçgensel bulanık sayılarla ifade ederek, tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlere göreli önem dereceleri (ağırlıklar) atamak amacıyla kullanılır. Bu ağırlıklar, ardından Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik ile Tercih Sıralaması (F-TOPSIS) yöntemi kapsamında alternatif tedarikçilerin performanslarının değerlendirilmesi ve ideal çözüme yakınlık derecelerine göre sıralanması sürecinde kullanılır. Bu yöntem sayesinde hem nitel hem de nicel faktörler belirsizlik altında entegre biçimde analiz edilebilirken, karar vericiler de uzman yargılarındaki belirsizlik ve öznelliği sistematik bir şekilde değerlendirme imkânı bulurlar. Bu birleşik metodoloji, tedarikçi seçiminin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırarak, dinamik iş ortamlarında esnek ve uyarlanabilir tedarik zincirleri oluşturmada kuruluşları desteklemektedir. Yapılan bu çalışma ile öncelikle Bulanık AHP yöntemi ile döküm prosesine yönelik belirlenen kriterler üç uzmanın görüşü alınarak ağırlıklandırılmış ve önem dereceleri atanmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırılması ile birlikte kriter ağırlıkları kullanılarak Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmış ve tedarikçiler sıralanarak döküm faaliyetleri için en ideal tedarikçi seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, Tedarikçi Seçimi, ÇKKV

SUPPLIER SELECTION WITH FUZZY AHP-TOPSIS METHODS

Abstract

Supplier selection is a critical component of effective supply chain management and often requires the evaluation of multiple, conflicting criteria under conditions of uncertainty. In this study, the supplier selection process, an important link in supply chain management, was applied to select the company that would carry out the casting process required during the project phase of a company operating in rail systems in Kayseri. The Fuzzy AHP-TOPSIS methods, used to solve multi-criteria decision-making (MCDM) problems, were applied as the methodology. The combined use of the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP) and the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (F-TOPSIS) methods enables the comprehensive and systematic analysis of both qualitative judgements, which are subject to uncertainty in supplier evaluation processes, and measurable quantitative data. provides a powerful multi-criteria decision-making (MCDM) approach that enables the comprehensive and systematic analysis of qualitative judgements involving uncertainty and measurable quantitative data in supplier evaluation processes. Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP) is used to assign relative importance levels (weights) to the criteria used in supplier selection by expressing decision-makers' uncertainties and subjective judgements with triangular fuzzy numbers. These weights are then used in the process of evaluating the performance of alternative suppliers and ranking them according to their proximity to the ideal solution, within the scope of the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (F-TOPSIS) method. This method allows both qualitative and quantitative factors to be analysed in an integrated manner under uncertainty, while also enabling decision-makers to systematically evaluate the uncertainty and subjectivity in expert judgements. This combined methodology supports organisations in creating flexible and adaptable supply chains in dynamic business environments by increasing the accuracy and reliability of supplier selection. In this study, the criteria determined for the casting process using the Fuzzy AHP method were weighted and assigned importance levels based on the opinions of three experts. Following the weighting of the criteria, the Fuzzy TOPSIS method was applied using the criterion weights, and suppliers were ranked to select the most ideal supplier for casting activities.

Keywords: Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Supplier Selection, MCDM

1. GİRİŞ

Tedarik zinciri yönetimi, günümüz işletmelerinde operasyonların düzgün yürümesi açısından vazgeçilmez bir alandır. Bir firmanın malzeme, bilgi ve hizmet akışını kesintisiz bir şekilde sürdürebilmesi, çoğu zaman doğru tedarikçilerle çalışmasına bağlıdır. Bu nedenle tedarikçi seçimi, yalnızca fiyat odaklı bir tercih değil, işletmenin kalite, zamanlama ve genel performansını etkileyen stratejik bir karardır. Ancak bu kararın verilmesi, çoğu zaman birbiriyle tam olarak uyumlu olmayan pek çok kriterin aynı anda değerlendirilmesini gerektirdiği için zorlayıcı olabilir. Belirsizlik içeren durumlarda geleneksel yöntemler tam anlamıyla yeterli olmayabildiğinden, son yıllarda bulanık mantığa dayalı çok kriterli karar verme yöntemleri daha fazla kullanılmaya başlamıştır. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS'in birlikte kullanılması hem uzman görüşlerindeki belirsizliğin modellenmesine hem de kriter ve alternatiflerin daha tutarlı bir şekilde değerlendirilmesine imkân tanımaktadır.

Bu çalışma, Kayseri'de demiryolu araçları için alt sistem ve bakım ekipmanları üreten bir firmada yürütülmüştür. Firma, kamu kurumlarının yürüttüğü bir proje kapsamında aks kutusu tasarımı ve üretimi işini üstlenmiştir. Aks kutusu, teker seti ile boji şasesi arasındaki yük aktarımını sağlayan ve araç güvenilirliğini doğrudan etkileyen önemli bir parçadır. Bu nedenle hem tasarım hem de üretim aşamalarında teknik gerekliliklerin doğru şekilde karşılanması büyük önem taşır. Şartname incelendikten sonra proje planı oluşturulmuş, ilgili standartlara uygun şekilde üretim ve kalite kontrol süreçlerinin nasıl yürütüleceği belirlenmiştir.

Aks kutularında genellikle dökme demir veya alaşımlı çelik tercih edilir. Yük taşıma kapasitesi, titreşim davranışı ve ısıl etkiler gibi unsurlar göz önüne alınarak tasarım yapılır. Endüstride yaygın olarak kum kalıpta döküm yöntemi kullanılmaktadır. Dökümden sonra parça gerilim giderme, yüzey sertleştirme gibi işlemlerden geçer. Bu çalışmanın yürütüldüğü firmada döküm süreci dışarıdan tedarik edildiği için döküm kalitesine bağlı oluşabilecek hatalar (gözeneklilik, çatlak, soğuk birleşme vb.) sonraki işleme adımlarında gecikmelere yol açabilmektedir. Bu gecikmeler, proje takvimini aksattığında firmaya sözleşme gereği cezai yaptırım uygulanmaktadır. Yönetim, bu risklerden kaçınmak amacıyla uygun döküm tedarikçisinin bir an önce belirlenmesini istemiştir.

Bu çerçevede firmanın tedarikçi seçimini daha sistematik bir zemine oturtmak için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanılması planlanmıştır. Uzmanların değerlendirmelerinde sıkça kullandığı "önemli", "çok önemli", "kısmen önemli" gibi sözel ifadeler üçgensel bulanık sayılarla modellenmiş, böylece belirsizlik yapıya dâhil edilmiştir. Bulanık AHP aşamasında Chang'ın (1996) Genişletilmiş Analiz Yöntemi

kullanılarak kriterlerin göreli ağırlıkları hesaplanmıştır. Yöntem, kriterlerin birbirlerine göre üstünlük derecesini ölçerek bir önem sıralaması ortaya koymaktadır.

Devam eden aşamada Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmış ve tedarikçi adaylarının performansları aynı bulanık ölçek üzerinden değerlendirilmiştir. Yöntem, her adayın ideal çözüme olan yakınlığını ve en kötü çözüme olan uzaklığını dikkate alarak bir yakınlık katsayısı üretir. Bu katsayısı yüksek olan tedarikçi, koşullar altında en uygun seçenek olarak kabul edilir.

Sonuç olarak bu bütünleşik yaklaşım hem belirsizliğin yönetilmesine hem de seçim sürecinin daha tutarlı hâle getirilmesine katkı sağlamaktadır. Böylece döküm kaynaklı hataların azaltılması, proje planına uyumun artırılması ve kalite gerekliliklerinin daha güvenli şekilde karşılanması hedeflenmektedir.

2. Literatür Taraması

Tedarikçi seçimi, işletmelerin tedarik zinciri performansını belirleyen en kritik stratejik kararlarından biridir. Bu süreç; maliyet, kalite, teslim süresi ve teknolojik yeterlilik gibi hem nicel hem de nitel ölçütleri bir arada değerlendirmeyi gerektirir. Alanda yapılan ilk sistematik çalışma Dickson'a (1966) aittir. Dickson, 23 farklı kriter belirlemiş ve satın alma yöneticileriyle yaptığı anket sonucunda kaliteyi açık ara en önemli kriter olarak tespit etmiş; bunu maliyet ve teslimat performansı izlemiştir. Weber ve diğerleri (1991), 1966-1990 yılları arasında yayımlanan 74 makaleyi taramış ve net fiyatın 61 makalede ele alınan en sık tartışılan kriter olduğunu ortaya koymuştur. Dulmin ve Mininno (2003) PROMETHEE/GAIA yöntemini bir İtalyan karayolu-demiryolu taşımacılık firmasının tedarikçi seçim sürecine uygulamış, Bhutta (2003) ise 1986-2002 arasında yayımlanan 154 hakemli makaleyi sınıflandırmıştır. Verma ve Pullman (1998) yöneticilerin kaliteye en yüksek önceliği verdiğini, bunu teslimat ve fiyatın izlediğini belirlemiş; Karpak ve diğerleri (2001) teslimat güvenilirliğini, Kraus ve diğerleri (2001) ise yenilik kapasitesini bağımsız bir kriter olarak literatüre kazandırmıştır.

Birch (2001), kriterlerin belirlenmesinden önce müşteri-tedarikçi ilişkisi dinamiklerinin tanımlanması gerektiğini vurgulamış ve kriterleri maliyet, lojistik, kalite, gelişim ve yönetim olmak üzere beş ana başlıkta toplamıştır. Bhutta ve Huq (2002) dört temel kriter (fiyat, kalite, teknoloji, hizmet) kullanırken, Çebi ve Bayraktar (2003) bu kriterleri lojistik, teknoloji, iş ve iş birliği başlıkları altında gruplandırmış hem nitel hem nicel boyutların dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir.

Son yıllarda sürdürülebilirlik, dijital dönüşüm ve küresel belirsizlikler tedarikçi seçimini yeniden şekillendirmiştir. Ivanov ve diğerleri (2020) yapay zeka ve gerçek zamanlı analitiğin tedarik zinciri dayanıklılığını artırdığını, Queiroz ve diğerleri (2021) blockchain teknolojisinin şeffaflık ve izlenebilirlik sağladığını, Dolatabadi ve diğerleri (2022) yeşil lojistik uygulamalarının karbon ayak izini azalttığını, Govindan ve diğerleri (2020) çevresel kriterlerin ekonomik olanlarla dengelenmesinin karbon nötrlüğüne katkı

sağladığını, Yu ve diğerleri (2021) sosyal sürdürülebilirlik kriterlerinin bulanık mantıkla daha iyi modellendiğini, Kannan ve diğerleri (2022) otomotiv sektöründe teknolojik yetkinlik ve inovasyonun kritik olduğunu, Rezaei ve diğerleri (2023) ise risk yönetimi kriterlerinin küresel kesintilere karşı dirençli tedarikçi seçiminde vazgeçilmez olduğunu göstermişlerdir.

Belirsizlik ve öznel yargıların yoğun olduğu bu alanda, bulanık mantık (Zadeh, 1965) ÇKKV yöntemlerinin vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir. Ordoobadi (2009), Kwong ve diğerleri (2002), Kahraman ve diğerleri (2019), Bayrak ve diğerleri (2007), Amindoust ve diğerleri (2012), Kumar ve diğerleri (2005) gibi pek çok çalışma bulanık mantığın tedarikçi seçiminde öznelliği azalttığını ve daha güvenilir sonuçlar ürettiğini kanıtlamıştır. Kahraman ve diğerleri (2020), Çalık ve diğerleri (2022), Awasthi ve diğerleri (2022), Torkayesh ve diğerleri (2023) ise bulanık mantığın özellikle çoklu karar verici ortamlarında ve sürdürülebilirlik odaklı süreçlerde üstünlüğünü vurgulamıştır.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), ilk kez Myers ve Alpert tarafından 1968 yılında kavramsal olarak ortaya atılmış; 1977'de ise Thomas L. Saaty tarafından tam anlamıyla bir karar verme modeli hâline getirilerek uygulamaya açılmıştır (Yaralıoğlu, 2001). Yöntem, özdeğer yaklaşımını temel alır ve kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmasına imkân tanır. Böylece hem kantitatif hem de kalitatif performans ölçütlerini aynı sayısal ölçek üzerinde kalibre edebilen, tutarlılığı matematiksel olarak test edilebilen bir çok kriterli karar verme tekniği olarak literatürdeki yerini almıştır (Vaidya ve Kumar, 2006: 2).

İdeal Çözüme Benzerlik Sırasıyla Tercih Yöntemi (TOPSIS), ilk olarak Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilmiş; ardından Chen ve Hwang (1992) tarafından bulanık mantık uzantıları da dahil olmak üzere metodolojik açıdan önemli ölçüde ilerletilmiştir. Yöntemin temel fikri, en iyi alternatifin pozitif ideal çözüme (en yüksek fayda) en yakın, negatif ideal çözüme (en düşük fayda) ise en uzak olan alternatif olmasıdır. Bu yaklaşım daha sonra Zeleny (1982) ve Hall (1989) tarafından teorik olarak desteklenmiş; Yoon (1987) ile Hwang, Lai ve Liu (1993) tarafından algoritmik ve uygulamalı geliştirmeler yapılmıştır (ayrıca bk. Yoon ve Hwang, 1995). Tedarikçi performans değerlendirmesi ve seçiminde en sık başvurulan yöntemlerden biri olan TOPSIS'te, kriterlerin tekdüze (monotonik) bir fayda eğilimi sergilediği varsayılır. Alternatiflerin ideal çözümlere olan göreli yakınlığı öklid uzaklığı kullanılarak hesaplanır ve bu yolla alternatifler arasında nesnel bir tercih sıralaması elde edilir (Cheng ve Huang, 2002).

Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Fuzzy AHP), çok kriterli karar verme yöntemleri arasında kriter ağırlıklarını belirlemede en yaygın kullanılan tekniklerden biridir. Klasik AHP'nin kesin sayılarla çalışmasının yol açtığı sınırlılıkları aşmak amacıyla bulanık mantıkla birleştirilmiş ve üçgensel bulanık sayılar (Triangular Fuzzy Numbers – TFN) üzerinden geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, uzmanların dilsel ve belirsiz yargılarını ("biraz

önemli", "orta derecede önemli", "çok kritik" vb.) doğrudan TFN'lere dönüştürerek karar modeline dahil eder. İkili karşılaştırmalar bu bulanık sayılarla yapılır; ağırlık hesaplama aşamasında ise geometric mean ve özellikle Chang'in (1996) extent analysis yöntemi gibi teknikler kullanılır. Böylece geleneksel AHP'nin kesinlik varsayımından kaynaklanan katılığı ortadan kalkar ve gerçek hayat koşullarındaki belirsizlikler çok daha gerçekçi bir şekilde modellenir.

Literatürde Bulanık AHP, tedarik zinciri yönetimi ve tedarikçi seçimi uygulamalarında yoğun bir şekilde tercih edilmektedir. Wang ve diğerleri (2023) otomotiv sektöründe, Büyüközkan ve diğerleri (2021) sağlık sektöründe, Ulutaş ve diğerleri (2022) lojistik sektöründe, Hendiani ve diğerleri (2023) ise enerji sektöründe Bulanık AHP'yi başarıyla uygulamış; yöntemin karmaşık sektörel gereksinimlere uyum sağladığını, kriterler arasındaki ilişkileri daha iyi yansıttığını, çoklu karar verici senaryolarında tutarlılık sunduğunu ve özellikle sürdürülebilirlik odaklı süreçlerde yüksek doğruluk sağladığını ortaya koymuştur. Tüm bu çalışmalar, Bulanık AHP'nin bulanık mantıkla entegrasyonunun tedarik zinciri yönetimi süreçlerini belirgin şekilde güçlendirdiğini ve tedarikçi seçiminde vazgeçilmez bir araç haline geldiğini göstermektedir. Bu çalışma da Kayseri'de faaliyet gösteren bir raylı sistemler firmasının döküm prosesi tedarikçilerini değerlendirirken kriter ağırlıklarını Bulanık AHP ile belirlemiş ve yöntemin ülkemiz ağır sanayi koşullarında da yüksek uyarlanabilirlik sergilediğini ortaya koymuştur.

Bulanık TOPSIS, alternatiflerin pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme ise en uzak olmasına dayanan klasik TOPSIS yönteminin bulanık mantıkla genişletilmiş halidir. Belirsizlik ve öznel yargıların yoğun olduğu ortamlarda çok daha güvenilir sıralamalar üretir; bu nedenle tedarik zinciri yönetimi ve tedarikçi seçiminde en sık başvurulan hibrit yöntemlerden biri haline gelmiştir.

Son yıllarda yapılan uygulamalar yöntemin etkinliğini açıkça ortaya koymaktadır. Erdebilli ve diğerleri (2023) yüklenici seçiminde, Memari ve diğerleri (2021) yeşil tedarikçi seçiminde, Rouyendegh ve diğerleri (2022) tekstil sektöründe, Kuşakçı ve diğerleri (2023) savunma sanayinde, Mishra ve diğerleri (2021) ise elektronik sektöründe Bulanık TOPSIS'i başarıyla kullanmış; yöntemin karmaşık ve çok boyutlu veri setlerinde hızlı, esnek ve yüksek doğrulukta sıralama sağladığını, çevresel-ekonomik kriter dengesini kurabildiğini, riskli ortamlarda tutarlı sonuçlar verdiğini ve genel olarak karar doğruluğunu artırdığını vurgulamıştır. Bu çalışmalar bir arada değerlendirildiğinde, Bulanık TOPSIS'in özellikle Bulanık AHP ile birlikte kullanıldığında tedarik zinciri yönetiminde son derece güçlü ve etkili bir araç olduğu açıkça görülmektedir.

Son yıllarda tedarikçi seçimi literatüründe Bulanık AHP ile Bulanık TOPSIS'in birlikte kullanıldığı hibrit modellerde belirgin bir artış gözlenmektedir. Özellikle yeşil ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi odaklı çalışmalarda bu entegrasyon, karar kalitesini ve esnekliği önemli ölçüde yükselttiği için tercih edilmektedir.

Tronnebati ve arkadaşları (2024) yeşil tedarikçi seçiminde kriter ağırlıklarını Bulanık AHP ile belirlemiş, alternatiflerin sıralamasını ise Bulanık TOPSIS ile gerçekleştirmiş ve çevresel sürdürülebilirlik göstergelerinin karar sürecine etkin biçimde dahil edilebildiğini göstermiştir. Hajiaghaei-Keshteli ve arkadaşları (2023) Pythagorean bulanık kümeler altında geliştirdikleri hibrit AHP–TOPSIS modeli ile klasik üçgensel bulanık yaklaşımlara kıyasla çok daha geniş bir belirsizlik aralığını modelleyebildiklerini ortaya koymuştur. Septiani (2023) ile Saragi ve arkadaşları (2023), ham madde tedarikçisi seçimine yönelik bulanık AHP–TOPSIS tabanlı karar destek sistemleri tasarlamış ve kriterlerin bulanık sayılarla değerlendirilmesinin nihai sıralama kalitesini belirgin şekilde iyileştirdiğini kanıtlamıştır. Singh (2023) hibrit Fuzzy AHP–TOPSIS tekniğinin pratik uygulanabilirliğini ve kolaylığını vurgularken, Safavi ve arkadaşları (2024/2025) performans göstergelerine (KPI) dayalı bir model geliştirerek işletme performansı ile tedarikçi seçim etkinliği arasındaki doğrudan ilişkiyi incelemiştir. İlginç bir şekilde yöntem tedarik zinciri dışına da başarıyla taşınabilmektedir: Alharbi ve arkadaşları (2024) sağlık sektöründe veri analitiği tekniklerinin seçiminde aynı hibrit yaklaşımı uygulamış ve metodolojinin farklı disiplinlere rahatlıkla aktarılabildiğini göstermiştir.

Tüm bu güncel çalışmaların ortak bulgusu şudur: Bulanık AHP, belirsizlik içeren ortamlarda kriter ağırlıklarını tutarlı ve gerçekçi bir şekilde belirlerken; Bulanık TOPSIS, alternatifleri çok boyutlu ve nesnel bir biçimde sıralamaktadır. Bu sinerji, karar kalitesini yükseltmekte, yöntemi genellenebilir kılmakta ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi gibi karmaşık problemlerde uzun vadeli başarı sağlamaktadır. Dolayısıyla literatür, Bulanık AHP–TOPSIS entegrasyonunun tedarikçi seçiminde günümüzün en etkili, esnek ve sürdürülebilir karar destek araçlarından biri olduğunu açıkça teyit etmektedir.

3. YÖNTEM

3.1. BULANIK MANTIK

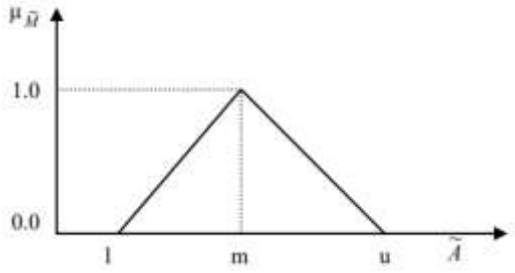
Bulanık mantık, klasik ikili mantığın (bir önermenin yalnızca doğru ya da yanlış olabileceği varsayımının) gerçek dünyadaki belirsizlikleri ve geçişli durumları açıklamakta yetersiz kalması üzerine geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Lotfi A. Zadeh'in 1965 yılında yayımladığı temel makalesiyle ortaya koyduğu bu çerçeve, bir önermenin doğruluk değerinin 0 ile 1 arasında kesintisiz bir aralıkta alabileceği üyelik derecelerine dayanır.

Klasik kümelerde bir eleman ya kümenin içindedir ya da dışında kalır (üyelik fonksiyonu yalnızca 0 veya 1 değerini alır). Bulanık kümelerde ise her eleman, o kümeye 0'dan 1'e kadar değişen bir üyelik derecesiyle bağlıdır. Bu yapı, "uzun boylu", "genç", "sıcak", "hızlı" gibi dilsel terimlerin ve insan uzmanlarının belirsiz yargılarının matematiksel olarak modellenmesini mümkün kılar.

3.2. BULANIK SAYILAR

Bulanık mantık, kesin sınırlarla tanımlanamayan kavramların matematiksel olarak modellenmesini sağlayan bir çerçevedir. Bu yaklaşımda bir elemanın bir kümeye aidiyeti ikili (0–1) değil, dereceli bir yapıdadır. Bir bulanık küme A, klasik kümelerin aksine, her elemana $\mu_A(x) \in [0,1]$aralığında tanımlanan bir üyelik fonksiyonu ile ifade edilir:

Şekil 3.1. Üçgen Bulanık Sayı, $\tilde{A}$



Üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu şu şekilde tanımlanır:

$$\mu(x/\tilde{A}) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ \frac{(x-l)}{(m-l)}, & l \le x \le m, \\ \frac{(u-x)}{(u-m)}, & m \le x \le u, \\ 0, & x > u \end{cases} \quad \textbf{(1)}$$

Üçgen bulanık sayılarda tanımlanmış birçok işlem vardır. Fakat burada bu çalışmada kullanılan işlemler açıklanmıştır. $\tilde{A} = (I_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{B} = (I_2, m_2, u_2)$ iki pozitif üçgen bulanık sayı, k da pozitif gerçel sayı olmak üzere:

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad \textbf{(2)}$$

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (l_1.l_2, m_1.m_2, u_1.u_2) \quad \textbf{(3)}$$

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (l_1.k, m_1.k, u_1.k) \quad \textbf{(4)}$$

$$\tilde{A}^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} \approx (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad \textbf{(5)}$$

Ayrıca iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık vertex yöntemi yardımıyla hesaplanabilir:

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \quad \textbf{(6)}$$

3.2. BULANIK AHP YÖNTEMİ

Thomas L. Saaty (1980) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yaygın olarak kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. AHP yöntemi, uzman kişinin bilgilerini ele alsa da, insani düşünme

tarzını yansıtmamaktadır. Ayrıca AHP yöntemi, ikili karşılaştırma sürecinde, belirsizlik ve kararsızlık durumlarını ele almada yetersiz olmasından dolayı eleştirilmektedir. Bu yüzden hiyerarşik problemleri çözmek için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) geliştirilmiştir.

Bu çalışmada Chang (1996) tarafından ileri sürülen genişletilmiş BAHP yöntemi ele alınmıştır. Genişletilmiş BAHP yöntemi, insani düşünce tarzının belirsizliğini ele alma yeteneğine sahiptir ve çok kriterli karar verme problemlerini çözmede etkilidir. Bu yöntemde izlenen metodoloji şu şekilde açıklanabilir:

$X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ bir nesneler kümesi ve $U = \{u_1, u_2, \ldots, u_m\}$ de bir amaçlar kümesi olsun. Genişletilmiş analiz yöntemine göre, her bir nesne bir amacı gerçekleştirmek üzere ele alınır. Genişletilmiş ifadesi ile bu nesnenin amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Böylece, m tane genişletilmiş analiz değeri elde edilmiş olup şu şekilde gösterilir:

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \ldots, M_{g_i}^m i = 1,2,\ldots,n \quad \textbf{(7)}$$

Buradaki tüm M_{gi}^j(j = 1, 2, …, m) değerleri, üçgen bulanık sayılardır. Chang'in genişletilmiş analizinin adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. **Adım:** i. nesne için bulanık büyüklük değeri şu şekilde tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^j \otimes [\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^j]^{-1} \quad \textbf{(8)}$$

Burada S_i, i. amacın sentez değerini, $M_{g_i}^j$ ise her bir amaca yönelik genişletilmiş değeri ifade etmektedir. Eşitlik (8)'deki işlem, bulanık sayılarda yapılan bir çeşit normalizasyon işlemi olarak da algılanabilir.

$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^j$ değerini elde etmek için, m adet genişletilmiş analiz değeri bulanık toplama işlemi yardımıyla bulunarak bir matris elde edilir. Bu matrisin elemanları eşitlik (9) yardımıyla bulunur:

$$\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^{m} l_j, \sum_{j=1}^{m} m_j, \sum_{j=1}^{m} u_j) \quad \textbf{(9)}$$

$[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^j]^{-1}$ elde etmek için, M_{gi}^j (j=1,2…, m) değerlerinin bulanık toplama işlemi şu şekilde

uygulanır:

$$[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j}]^{-1} = (\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}) \quad \textbf{(10)}$$

2. Adım: Chang'in önerdiği yöntem, elde edilen sentez değerlerinin karşılaştırılması ve bu karşılaştırma değerlerinden ağırlık değerlerinin elde edilmesi esasına dayanmaktadır. İki bulanık sayının karşılaştırılması şu şekilde yapılmaktadır:

$\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iki üçgen bulanık sayı iken $\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1$eşitliğinin olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanabilir:

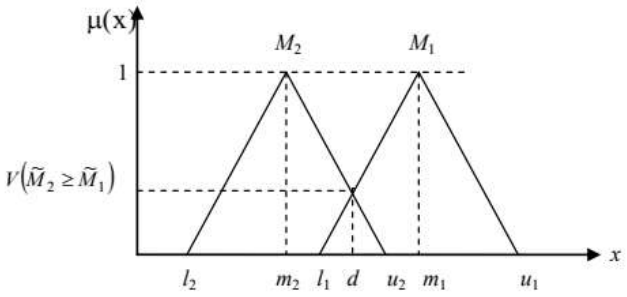
$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = \sup_{y \geq x} \left[\min\left(\mu_{\tilde{M}_1}(x), \mu_{\tilde{M}_2}(y)\right)\right] \quad \textbf{(11)}$$

Bu eşitlik, $y \geq x$eşitsizliğinin genişleme prensibine göre ifade edilmiş şeklidir. Eşitlik $y \geq x$ ve $\mu_{\tilde{M}_1}(x) = \mu_{\tilde{M}_2}(y)$ gibi ilişki bulunan (x, y) sayı çiftinin aralarındaki büyüklük ilişkisini yani $\tilde{M}_2$'nin $\tilde{M}_1$'den büyük olma olabilirliğini gösteren değerin $V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = 1$ olduğunu belirtmektedir. Bu eşitlikte $\tilde{M}_2$'nin orta değerinin $\tilde{M}_1$'den büyük olabilirliği 1 değerini almaktadır. Aksi takdirde olabilirlik hesabı eşitlik (13) kullanılarak yapılabilir. Ancak sadece $V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1)$ değerini bilmek yeterli değildir. Ayrıca $V(\tilde{M}_1 \geq \tilde{M}_2)$ değerinin de hesaplanması gereklidir. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi $\tilde{M}_1$ve $\tilde{M}_2$ gibi iki bulanık sayıdan $\tilde{M}_2$'nin $\tilde{M}_1$'den büyük olma olabilirliği bu iki bulanık sayının kesişim noktasındaki üyelik fonksiyonunun değerine eşittir. $\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ bulanık sayılar iken:

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = \text{yükseklik}(\tilde{M}_1 \cap \tilde{M}_2) = \mu_{M_2}(d) \quad \textbf{(12)}$$

$$= \begin{cases} 1, & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad \textbf{(13)}$$

Şekil 3.2. $\tilde{M}_1$ ve $\tilde{M}_2$ Sayılarının Büyüklüklerinin Karşılaştırılması



Kaynak: Chang, D.Y., "Application of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP", **European Journal of Operational Research,** 95(3), 1996, s.651

3. Adım: Konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan, M_i(i=1, 2, …, k) daha büyük olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanır:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ve}(M \geq M_k)]$$
$$= \min \ V(M \geq M_i), \ \ i = 1,2,3, \dots, k \qquad \textbf{(14)}$$

O takdirde Sj'ler için şu varsayımlar yapılmıştır:

$$k = 1,2, \dots, n; \ k \neq j \text{ için } \ \ d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$$

Daha sonra ağırlık vektörü A_i(i = 1, 2, …, n)'nin n elemandan oluştuğu şu şekilde ifade edilir:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \qquad \textbf{(15)}$$

4. Adım: Normalizasyon ile normalize edilmiş ağırlık vektörü W elde edilir ve burada W bir bulanık sayı değildir. $\boldsymbol{W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T}$ **(16)**

3.3. BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ

Gerçek hayatta eksik ve elde edilmesi zor bilgiler yüzünden, veriler deterministik değil bulanık olur. Genellikle tercih içeren hükümler belirsizdir ve tercih kesin bir sayısal değer ile ifade edilemez. Bu nedenle TOPSIS yöntemi bulanık veriler kullanılabilecek şekilde geliştirilmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi, birden fazla karar vericinin çok sayıda kritere göre belirsizlik altında alternatifleri değerlendirerek sıralamasına, dolayısıyla da seçime yönelik kararını doğru vermesine yardımcı olan bir yöntemdir.

Chen (2000) tarafından önerilen bulanık TOPSIS yönteminin ilk adımında, karar vericilerden oluşan bir komite oluşturulur. N tane karar vericiden oluşan küme $E = \{KV_1, KV_2, \dots, KV_N\}$ şeklinde ifade edilir. Karar vericilerden oluşan bir komite oluşturulduktan sonra mevcut alternatifler $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ve bu alternatifleri değerlendirmede kullanılacak kriterler $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$belirlenir.

Daha sonra alternatiflerin değerlendirilmesinde ve kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan sözel değişkenler seçilir. Karar vericiler, bu sözel değişkenler yardımıyla mevcut alternatif ve kriterleri değerlendirirler. Daha sonra, karar vericiler tarafından sözel değişkenler ile yapılan bu değerlendirmeler bulanık

sayılar şeklinde ifade edilir. N tane karar vericinin alternatifler ve kriterler için değerlendirmelerini tek bir değere indirgeyebilmek için aşağıda açıklanan yol izlenir.

$$\boldsymbol{x_{ij} = \frac{1}{N}[\tilde{x}_{ij}^{1} \oplus \tilde{x}_{ij}^{2} \oplus \cdots \oplus \tilde{x}_{ij}^{N}]} \quad \textbf{(17)}$$

burada $\tilde{x}_{ij}^{N}$, *N*. karar vericinin değerlendirmesini göstermektedir.

Her kriter için *N* tane karar verici tarafından belirlenen ağırlıkları tek bir değere indirgemek için, her kriter için şu şekilde hesaplanabilir:

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{N}[\tilde{w}_j^1 \oplus \tilde{w}_j^2 \oplus \cdots \oplus \tilde{w}_j^N] \quad \textbf{(18)}$$

burada $\tilde{w}_j^N$, *N*. karar vericinin önem ağırlığını göstermektedir.

Tüm kriter ve alternatifler için tek bir değer elde edildikten sonra karar problemi matris formatında şu şekilde gösterilir:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \qquad \tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \ldots, \tilde{w}_n] \quad \textbf{(19)}$$

burada $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ üçgen bulanık sayılar olup, $\tilde{D}$ bulanık karar matrisini, $\tilde{W}$ ise bulanık ağırlıklar matrisini göstermektedir.

Karar matrisinin oluşturulmasından sonraki adım karar matrisinin normalize edilmesidir. Bulanık karar matrisi eşitlik (21) ve (22) yardımıyla normalize edilir ve normalize bulanık karar matrisi $\tilde{R}$ elde edilir:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad \textbf{(20)}$$

B ve C, fayda ve maliyet kriterleri olmak üzere:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right), \; j \in B, \qquad c_j^* = \max_i c_{ij}, \qquad j \in B \quad \textbf{(21)}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right), \qquad j \in C, \qquad a_j^- = \min_i a_{ij}, \qquad j \in C \quad \textbf{(22)}$$

şeklinde hesaplanır. Burada, $r_{ij}(\forall i, j)$ normalize edilmiş üçgen bulanık sayılardır.

Normalize bulanık karar matrisinin oluşturulmasından sonra, her bir karar kriterinin farklı önem ağırlığına sahip olabileceği dikkate alınarak ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi şu şekilde oluşturulur:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \qquad i = 1,2,\ldots,m \qquad j = 1,2,\ldots,n \quad \textbf{(23)}$$

burada, $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \odot \tilde{w}_j$ 'dir.

Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS, A^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS, A^-) şu şekilde tanımlanır:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad \textbf{(24)}$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-)$$

burada, $\tilde{v}_j^* = (1,1,1)$ ve $\tilde{v}_j^- = (0,0,0) \quad j = 1,2,\dots,n$'dir.

Daha sonra, her alternatifin pozitif ideal çözüme (A^*) ve negatif ideal çözüme (A^-) olan uzaklıkları hesaplanır:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^{n} d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \qquad i = 1,2,\dots,m \quad \textbf{(25)}$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \qquad i = 1,2,\dots,m \quad \textbf{(26)}$$

burada $d_v(\cdot,\cdot)$ iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermektedir.

Pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme göre uzaklıklar belirlendikten sonra, alternatiflerin sıralamasını belirleyebilmek için her alternatifte ilişkin yakınlık katsayıları (CC_i) hesaplanır. Yakınlık katsayısı, bulanık pozitif ideal çözüme (A^*) ve bulanık negatif ideal çözüme (A^-) uzaklığı aynı anda dikkate alır. Her alternatifin yakınlık katsayısı şu şekilde hesaplanır:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1,2,\dots,m \quad \textbf{(27)}$$

$A_i = A^*$ ise $CC_i = 1$ olacağı ve $A_i = A^-$ise $CC_i = 0$ olacağı açıktır. Diğer bir ifade ile CC_i değeri 1'e yaklaştıkça, alternatif A_i pozitif ideal çözüme daha yakın ve negatif ideal çözümden daha uzak olacaktır. CC_i'nin dereceli sıralamasına göre, tüm alternatiflerin sıralaması belirlenebilir ve olası alternatifler arasından en iyi olanı seçilebilir. Alternatiflerin yakınlık katsayılarına göre mevcut değerlendirme durumları sözel değişkenler ile tanımlanabilmektedir. Her alternatifin değerlendirme durumunu belirleyebilmek için [0,1] aralığı beş alt aralığa bölünerek, her bir aralık için sözel değişkenler tanımlanmıştır. Beş sınıfa ait karar kuralları Tablo 3.1'de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Kabul Koşulları

Yakınlık Katsayısı (CC_i)	**Değerlendirme Durumu**
$CC_i \in [0, 0.2)$	**Tavsiye edilmez**
$CC_i \in [0.2, 0.4)$	**Yüksek risk ile tavsiye edilir**
$CC_i \in [0.4, 0.6)$	**Düşük risk ile tavsiye edilir**
$CC_i \in [0.6, 0.8)$	**Kabul edilir**
$CC_i \in [0.8, 1.0]$	**Kabul edilir ve tercih edilir**

Kaynak: C. T. Chen ve diğerleri, "A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management", **International Journal of Production Economics**, 102, 2006, s. 296.

Tablo 3.1'deki karar kurallarına göre, her alternatifin mevcut durumunu tanımlamak için sözel değişkenler kullanılabilir. İki alternatifin değerlendirme durumunda aynı sınıfa girmesi hâlinde, sıralamayı belirlemek için yakınlık katsayılarına bakılır.

4. UYGULAMA

Uygulamada ele alınan işletme Kayseri'de demiryolu araçları için alt sistem ve bakım ekipmanları üreten bir firmadır. Firma proje kapsamında aks kutusu tasarımını ve üretimini gerçekleştirecektir. Aks kutusu, teker seti ile boji şasesi arasındaki yük aktarımını sağlayan ve araç güvenilirliğini doğrudan etkileyen önemli bir parçadır. Bu nedenle hem tasarım hem de üretim aşamalarında teknik gerekliliklerin doğru şekilde karşılanması büyük önem taşır. Şartname incelendikten sonra proje planı oluşturulmuş, ilgili standartlara uygun şekilde üretim ve kalite kontrol süreçlerinin nasıl yürütüleceği belirlenmiştir. Bu çalışmanın yürütüldüğü firmada döküm süreci dışarıdan tedarik edildiği için döküm kalitesine bağlı oluşabilecek hatalar sonraki işlem adımlarında gecikmelere yol açabilmektedir. Bu gecikmelerin önüne geçmek ve döküm prosesi kalitesinin üst düzeyde olması için döküm prosesi tedarikçisi seçimi önem kazanmaktadır. Tedarikçi seçiminde kullanılacak olan Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri için öncelikle karar vericilerin görüşleri alınarak döküm prosesi açısından değerlendirilmesi önem arz eden 12 kritik özellik tespit edilmiştir. Ayrıca değerlendirmeye alınacak döküm prosesi tedarikçisi olarak da 6 firmada karar kılınmıştır.

Tablo 4.1 Kriter Tablosu

Kriter Kodu	Kriterler
K1	Maliyet
K2	Ürün Kalitesi
K3	Teslimat Süresi
K4	Üretim Kapasitesi
K5	Teknik Yeterlilik
K6	Hata Oranı
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)
K10	İletişim (Müşteri Desteği)
K11	Finansal İstikrar
K12	ARGE Yetkinliği

4.1. Bulanık AHP Yöntemi Uygulaması

Tablo 4.2. Dilsel ölçek tablosundan faydalanılarak karar vericiler kriterleri ikili olarak karşılaştırmıştır. Karar vericilerin tabloya göre yaptıkları değerlendirmeler sonucunda sözel ifadelerin karşılığı olan üçgensel bulanık sayılarla karar verici karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Tablo 4.2. Dilsel Ölçek Tablosu

DİLSEL ÖLÇEKLER	ÜÇGENSEL BULANIK SAYILAR	TERS ÜÇGENSEL BULANIK SAYILAR
Eşit Derecede Önemli (ED)	(1,1,1)	(1,1,1)
Orta Derecede Önemli (OD)	(1,3,5)	(1/5, 1/3, 1)
Güçlü Derecede Önemli (GD)	(3,5,7)	(1/7, 1/5, 1/3)
Çok Güçlü Derecede Önemli (ÇGD)	(5,7,9)	(1/9, 1/7, 1/5)
Aşırı Derecede Önemli (AD)	(7,9,11)	(1/11, 1/9, 1/7)

Tablo 4.3. Karar Vericilerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

Üretim Sorumlusu

Karar Değişkenleri		Maliyet K1	Ürün Kalitesi K2	Teslimat Süresi K3	Üretim Kapasitesi K4	Teknik Yeterlilik K5	Hata Oranı K6	Coğrafi Konum (Lojistik) K7	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt) K8	Referans (Geçmiş Tecrübe) K9	İletişim (Müşteri Desteği) K10	Finansal İstikrar K11	ARGE Yetkinliği K12
K1	Maliyet	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1)	(1/5, 1/3, 1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/9, 1/7, 1/5)
K2	Ürün Kalitesi	(1,3,5)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)
K3	Teslimat Süresi	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)
K4	Üretim Kapasitesi	(1,3,5)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,1)
K5	Teknik Yeterlilik	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,1)
K6	Hata Oranı	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,1)
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(3,5,7)
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,1)
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1)	(3,5,7)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1)	(1,3,5)	(1,3,5)
K10	İletişim (Müşteri Desteği)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,3,5)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)
K11	Finansal İstikrar	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/5, 1/3, 1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)
K12	ARGE Yetkinliği	(5,7,9)	(1/5, 1/3, 1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)	(1/5, 1/3, 1)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1/7, 1/5, 1/3)	(1,1,1)

Tedarik Zinciri Sorumlusu

Karar Değişkenleri		Maliyet K1	Ürün Kalitesi K2	Teslimat Süresi K3	Üretim Kapasitesi K4	Teknik Yeterlilik K5	Hata Oranı K6	Coğrafi Konum (Lojistik) K7	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt) K8	Referans (Geçmiş Tecrübe) K9	İletişim (Müşteri Desteği) K10	Finansal İstikrar K11	ARGE Yetkinliği K12
K1	Maliyet	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)
K2	Ürün Kalitesi	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)
K3	Teslimat Süresi	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)
K4	Üretim Kapasitesi	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)
K5	Teknik Yeterlilik	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)
K6	Hata Oranı	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(3,5,7)
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(3,5,7)
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)
K10	İletişim (Müşteri Desteği)	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)
K11	Finansal İstikrar	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)
K12	ARGE Yetkinliği	(1/7,1/5,1/3	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)

Kalite Sorumlusu

Karar Değişkenleri		Maliyet K1	Ürün Kalitesi K2	Teslimat Süresi K3	Üretim Kapasitesi K4	Teknik Yeterlilik K5	Hata Oranı K6	Coğrafi Konum (Lojistik) K7	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt) K8	Referans (Geçmiş Tecrübe) K9	İletişim (Müşteri Desteği) K10	Finansal İstikrar K11	ARGE Yetkinliği K12
K1	Maliyet	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)
K2	Ürün Kalitesi	(3,5,7)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
K3	Teslimat Süresi	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1/7,1/5,1/3)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)
K4	Üretim Kapasitesi	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/7,1/5,1/3)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)
K5	Teknik Yeterlilik	(1,3,5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)
K6	Hata Oranı	(3,5,7)	(1/5,1/3,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	(1,3,5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)	(1,3,5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)
K10	İletişim (Müşteri Desteği)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1/5,1/3,1)
K11	Finansal İstikrar	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)
K12	ARGE Yetkinliği	(1,3,5)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)

$$\widetilde{M}_{ij} = \frac{1}{N} \otimes (\tilde{m}_{ij}^{1} \oplus \tilde{m}_{ij}^{2} \oplus \cdots \oplus \tilde{m}_{ij}^{N}) \qquad \textbf{(28)}$$

Elde edilen karar vericilere ait karşılaştırma matrisleri **(28)** numaralı formül uygulanarak tek bir matrise indirgenir.

Tablo 4.4. Karar Vericilerin Birleştirilmiş Karşılaştırma Matrisi

Karar Değişkenleri		Maliyet K1	Ürün Kalitesi K2	Teslimat Süresi K3	Üretim Kapasitesi K4	Teknik Yeterlilik K5	Hata Oranı K6	Coğrafi Konum (Lojistik) K7	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt) K8	Referans (Geçmiş Tecrübe) K9	İletişim (Müşteri Desteği) K10	Finansal İstikrar K11	ARGE Yetkinliği K12
K1	Maliyet	1, 1, 1	1,11, 1,84, 2,78	1, 1, 1	1,4, 2,78, 4,33	1,13, 1,89, 3	1,1, 1,8, 2,55	1, 1,67, 2,33	1,11, 1,84, 2,78	1,13, 1,89, 3	1,67, 2,33, 3	1, 1,67, 2,33	1,1, 1,82, 2,73
K2	Ürün Kalitesi	1,38, 2,73, 4,11	1, 1, 1	2,05, 3,4, 4,78	1,67, 2,33, 3	1,67, 2,33, 3	1, 1,67, 2,33	2,07, 3,44, 5	1,67, 2,33, 3	2,33, 3,67, 5	3, 5, 7	2,07, 3,44, 5	1,67, 3, 4,33
K3	Teslimat Süresi	1, 1, 1	1,1, 1,8, 2,55	1, 1, 1	1,38, 2,73, 4,11	1,4, 2,78, 4,33	1,1, 1,8, 2,55	1, 1,67, 2,33	1,38, 2,73, 4,11	1,4, 2,78, 4,33	1,67, 3, 4,33	1, 1,67, 2,33	1,38, 2,73, 4,11
K4	Üretim Kapasitesi	0,45, 1,18, 2,11	0,71, 0,73, 0,78	1,11, 1,84, 2,78	1, 1, 1	1, 2,33, 3,67	0,71, 0,73, 0,78	1,4, 2,78, 4,33	0,73, 1,44, 2,33	0,73, 2,11, 3,67	1,67, 3, 4,33	1,4, 2,78, 4,33	1, 2,33, 3,67
K5	Teknik Yeterlilik	0,71, 2,07, 3,44	0,71, 0,73, 0,78	0,45, 1,18, 2,11	0,47, 0,55, 1	1, 1, 1	0,73, 2,11, 3,67	1,4, 2,78, 4,33	1, 2,33, 3,67	1, 1,67, 2,33	1,67, 3,67, 5,67	1,4, 2,78, 4,33	1, 2,33, 3,67
K6	Hata Oranı	2,05, 3,4, 4,78	0,73, 0,78, 1	2,05, 3,4, 4,78	1,67, 2,33, 3	0,47, 1,22, 2,33	1, 1, 1	2,07, 3,44, 5	0,73, 1,44, 2,33	1,4, 2,78, 4,33	2,33, 3,67, 5	2,07, 3,44, 5	1, 1,67, 2,33
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)	0,73, 0,78, 1	1,1, 1,8, 2,55	0,73, 0,78, 1	0,45, 1,18, 2,11	0,45, 1,18, 2,11	0,43, 1,13, 1,89	1, 1, 1	0,18, 0,29, 0,78	0,45, 0,51, 0,78	0,47, 0,55, 1	0,73, 0,78, 1	2,05, 3,4, 4,78
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	1,38, 2,73, 4,11	0,71, 0,73, 0,78	1,11, 1,84, 2,78	0,73, 1,44, 2,33	0,47, 0,55, 1	0,73, 1,44, 2,33	1,67, 3,67, 5,67	1, 1, 1	1, 2,33, 3,67	1,67, 3,67, 5,67	1,67, 2,33, 3	1,67, 2,33, 3
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)	0,71, 2,07, 3,44	0,71, 0,73, 0,78	0,45, 1,18, 2,11	0,47, 1,22, 2,33	0,73, 0,78, 1	0,45, 1,18, 2,11	1,67, 3, 4,33	0,47, 0,55, 1	1, 1, 1	0,73, 2,11, 3,67	1, 2,33, 3,67	0,73, 2,11, 3,67
K10	İletişim (Müşteri Desteği)	0,71, 0,73, 0,78	0,43, 0,47, 0,55	0,45, 0,51, 0,78	0,45, 0,51, 0,78	0,18, 0,29, 0,78	0,43, 0,47, 0,55	1, 2,33, 3,67	0,18, 0,29, 0,78	0,47, 1,22, 2,33	1, 1, 1	0,71, 1,4, 2,11	1,4, 2,11, 3
K11	Finansal İstikrar	0,73, 0,78, 1	0,43, 1,13, 1,89	0,73, 0,78, 1	0,45, 1,18, 2,11	0,45, 1,18, 2,11	0,43, 1,13, 1,89	1, 1,67, 2,33	0,71, 0,73, 0,78	0,47, 0,55, 1	1,4, 2,11, 3	1, 1, 1	2,07, 3,44, 5
K12	ARGE Yetkinliği	2,05, 3,4, 4,78	0,45, 0,51, 0,78	1,11, 1,84, 2,78	0,47, 0,55, 1	0,47, 0,55, 1	0,73, 0,78, 1	1,1, 1,8, 2,55	0,71, 0,73, 0,78	0,47, 1,22, 2,33	0,71, 1,4, 2,11	0,43, 1,13, 1,89	1, 1, 1

4.1.1. Bulanık L-M-U Sentetik Kapsamın Uygulanması

Tablo 4.4. Karar Vericilerin Birleştirilmiş Karşılaştırma Matrisi verilerinden yararlanılarak Chang'ın (1996) Genişletilmiş Analiz yöntemi uygulanır. Bu doğrultuda kriterler; *l, m, u* sentez değerleri kapsamında **(9)** numaralı formül ile değerlendirilir ve **(10)** numaralı formül ile normalizasyon işlemi uygulanarak Bulanık Sentetik Kapsam Matrisi elde edilir.

Tablo 4.5. Bulanık Sentetik Kapsam Matrisi

	Karar Değişkenleri	L	M	U
K1	Maliyet	13,76	21,53	30,84
K2	Ürün Kalitesi	21,56	34,35	47,55
K3	Teslimat Süresi	14,80	25,69	37,10
K4	Üretim Kapasitesi	11,92	22,26	33,77
K5	Teknik Yeterlilik	11,54	23,19	36,00
K6	Hata Oranı	17,56	28,57	40,89
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)	8,76	13,37	19,99
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	13,81	24,08	35,33
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)	9,12	18,26	29,11
K10	İletişim (Müşteri Desteği)	7,41	11,32	17,10
K11	Finansal İstikrar	9,87	15,68	23,10
K12	ARGE Yetkinliği	9,70	14,92	21,99
	Sütun Toplamı	**149,82**	**253,22**	**372,77**

	Karar Değişkenleri	L	M	U
K1	Maliyet	0,037	0,085	0,206
K2	Ürün Kalitesi	0,058	0,136	0,317
K3	Teslimat Süresi	0,040	0,101	0,248
K4	Üretim Kapasitesi	0,032	0,088	0,225
K5	Teknik Yeterlilik	0,031	0,092	0,240
K6	Hata Oranı	0,047	0,113	0,273
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)	0,024	0,053	0,133
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	0,037	0,095	0,236
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)	0,024	0,072	0,194
K10	İletişim (Müşteri Desteği)	0,020	0,045	0,114
K11	Finansal İstikrar	0,026	0,062	0,154
K12	ARGE Yetkinliği	0,026	0,059	0,147

4.1.2. Olasılık Derecelerinin Hesaplanması

Bulunan Bulanık Sentetik Kapsam Matrisi doğrultusunda elde edilen verilerle **(13)** numaralı formül uygulanır. Elde edilen yeni değerler yardımıyla **(14)** numaralı formül yardımıyla her satırda bulunan minimum değerler yani kriterlerin öncelik değerleri tespit edilir. Tespit edilen öncelik değerleri yardımı ile normalizasyon işlemi uygulanır ve döküm prosesi için kritik görülen kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş olur. Tablo 4.6.'da kriter ağırlıkları görülmektedir.

Tablo 4.6 Olasılık Derecelendirme Hesaplaması

	Karar Değişkenleri	Maliyet K1	Ürün Kalitesi K2	Teslimat Süresi K3	Üretim Kapasitesi K4	Teknik Yeterlilik K5	Hata Oranı K6	Coğrafi Konum (Lojistik) K7	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt) K8	Referans (Geçmiş Tecrübe) K9	İletişim (Müşteri Desteği) K10	Finansal İstikrar K11	ARGE Yetkinliği K12	MİN. DEĞER	KRİTER AĞIRLIKLARI
K1	Maliyet		0,0506	0,9100	0,9836	0,9638	0,8509	1	0,9436	1	1	1	1	0,0506	0,0065
K2	Ürün Kalitesi	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,1275
K3	Teslimat Süresi	1	0,8472		1	1	0,9463	1	1	1	1	1	1	0,8472	0,1080
K4	Üretim Kapasitesi	1	0,7782	0,9321		0,9814	0,8774	1	0,9632	1	1	1	1	0,7782	0,0992
K5	Teknik Yeterlilik	1	0,8054	0,9532	1		0,9010	1	0,9830	1	1	1	1	0,8054	0,1027
K6	Hata Oranı	1	0,9040	1	1	1		1	1	1	1	1	1	0,9040	0,1152
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)	0,7497	0,4770	0,6583	0,7428	0,7253	0,5898		0,6949	0,8494	1	0,9213	0,9459	0,4770	0,0608
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	1	0,8144	0,9687	1	1	0,9142	1		1	1	1	1	0,8144	0,1038
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)	0,9241	0,6822	0,8405	0,9112	0,8934	0,7832	1	0,8723		1	1	1	0,6822	0,0870
K10	İletişim (Müşteri Desteği)	0,6571	0,3823	0,5675	0,6554	0,6395	0,4960	0,9182	0,6047	0,7661		0,83594	0,8611	0,3823	0,0487
K11	Finansal İstikrar	0,8355	0,5665	0,7434	0,8247	0,8060	0,6778	1	0,7793	0,9273	1		1	0,5665	0,0722
K12	ARGE Yetkinliği	0,8081	0,5368	0,7158	0,7985	0,7800	0,6490	1	0,7521	0,9028	1	0,97576		0,5368	0,0684

TOPLAM	7,8447

4.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi Uygulaması

Döküm prosesi için tedarikçi seçimi problemi için uygulanan Bulanık AHP ile kriter ağırlıkları ölçümlenmiştir. Bulanık TOPSIS yöntemi doğrultusunda daha önce belirlenmiş olan 6 adet döküm prosesi tedarikçisinin firma için uygunluk sıralaması elde edilerek çalışılacak en uygun tedarikçi seçimi yapılacaktır. Aşağıda Tablo 4.7.'de, yöntem doğrultusunda kriterlerin ve alternatiflerin dilsel ifadeleri ile üçgen bulanık sayı karşılıkları görülmektedir.

Tablo 4.7. Alternatiflerin ve Kriterlerin Üçgensel Bulanık Sayı Karşılıkları

Kriterlerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Sözel Değişkenler		Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Sözel Değişkenler	
Sözel Değişkenler	**Üçgen Bulanık Sayılar**	**Sözel Değişkenler**	**Üçgen Bulanık Sayılar**
Çok Düşük (ÇD)	(0, 0, 0.1)	Çok Zayıf (ÇZ)	(0, 0, 1)
Düşük (D)	(0, 0.1, 0.3)	Zayıf (Z)	(0, 1, 3)
Orta Düşük (OD)	(0.1, 0.3, 0.5)	Orta Zayıf (OZ)	(1, 3, 5)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)	Orta (O)	(3, 5, 7)
Orta Yüksek (OY)	(0.5, 0.7, 0.9)	Orta İyi (Oİ)	(5, 7, 9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)	İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9, 1.0, 1.0)	Çok İyi (Çİ)	(9, 10, 10)

Tablo 4.8. 'de kriterlerin üçgensel bulanık sayıya dönüştürülmüş matrisi bulunmaktadır.

Tablo 4.8. Kriter Karşılaştırma Matrisi

Kriterlerin Karar Vericiler Tarafından Değerlendirilmesi

Kriterler		KARAR VERİCİLER								
		Üretim Sorumlusu			Tedarik Z. Sorumlusu			Kalite Sorumlusu		
K1	Maliyet	0,7	0,9	1	0,9	1	1	0,7	0,9	1
K2	Ürün Kalitesi	0,9	1	1	0,7	0,9	1	0,9	1	1
K3	Teslimat Süresi	0,5	0,7	0,9	0,9	1	1	0,5	0,7	0,9
K4	Üretim Kapasitesi	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,5	0,7	0,9
K5	Teknik Yeterlilik	0,9	1	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1
K6	Hata Oranı	0,9	1	1	0,7	0,9	1	0,9	1	1
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)	0	0,1	0,3	0,9	1	1	0	0	0,1
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	0,7	0,9	1	0,9	1	1	0,7	0,9	1
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)	0,5	0,7	0,9	0,9	1	1	0,3	0,5	0,7
K10	İletişim (Müşteri Desteği)	0,5	0,7	0,9	0,7	0,9	1	0,3	0,5	0,7
K11	Finansal İstikrar	0,1	0,3	0,5	0,9	1	1	0	0	0,1
K12	ARGE Yetkinliği	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1

Karar vericiler tarafından oluşturulan kriter karşılaştırma matrisi **(28)** numaralı formül kullanılarak tek bir değere indirgenir.

Tablo 4.9. Kriter Birleştirilmiş Matrisi

Kriterler		Kriterlerin Önem Ağırlıkları		
K1	Maliyet	0,767	0,933	1
K2	Ürün Kalitesi	0,833	0,967	1
K3	Teslimat Süresi	0,633	0,8	0,933
K4	Üretim Kapasitesi	0,633	0,833	0,967
K5	Teknik Yeterlilik	0,767	0,933	1
K6	Hata Oranı	0,833	0,967	1
K7	Coğrafi Konum (Lojistik)	0,3	0,367	0,467
K8	Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	0,767	0,933	1
K9	Referans (Geçmiş Tecrübe)	0,567	0,733	0,867
K10	İletişim (Müşteri Desteği)	0,5	0,7	0,867
K11	Finansal İstikrar	0,333	0,433	0,533
K12	ARGE Yetkinliği	0,7	0,9	1

4.2.1. Alternatiflerin Tek Bir Değere İndirgenmesi ve Karar Matrisinin Oluşturulması

Alternatifler özelinde kriterlerin karşılaştırılması ve dilsel ölçek tablosu ile üçgensel bulanık sayı dönüşümü Tablo 4.10. Alternatif Karşılaştırma Matrisinde görülmektedir. **(28)** numaralı formulasyon ile karar vericiler tarafından değerlendirilen alternatifler tek bir değere indirgenir. İndirgeme işlemi sonrasında Tablo 4.11. Bulanık Karar Matrisi oluşur.

Tablo 4.10. Alternatif Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	ALTER.	KARAR VERİCİLER								
		Üretim Sorumlusu			Tedarik Z. Sorumlusu			Kalite Sorumlusu		
Maliyet	A1	3	5	7	3	5	7	3	5	7
	A2	7	9	10	9	10	10	7	9	10
	A3	3	5	7	3	5	7	5	7	9
	A4	3	5	7	3	5	7	3	5	7
	A5	1	3	5	0	1	3	1	3	5
	A6	3	5	7	3	5	7	3	5	7
Ürün Kalitesi	A1	5	7	9	7	9	10	5	7	9
	A2	9	10	10	7	9	10	7	9	10
	A3	0	1	3	1	3	5	0	1	3
	A4	1	3	5	1	3	5	0	1	3
	A5	3	5	7	7	9	10	3	5	7
	A6	3	5	7	3	5	7	1	3	5
Teslimat Süresi	A1	3	5	7	3	5	7	5	7	9
	A2	7	9	10	9	10	10	7	9	10
	A3	3	7	9	3	5	7	5	7	9
	A4	3	7	9	3	5	7	3	5	7
	A5	5	7	9	5	7	9	3	5	7
	A6	1	3	5	0	1	3	1	3	5
Üretim Kapasitesi	A1	7	9	10	7	9	10	7	9	10
	A2	7	9	10	9	10	10	7	9	10
	A3	5	7	9	5	7	9	3	5	7
	A4	5	7	9	7	9	10	5	7	9
	A5	7	9	10	7	9	10	3	5	7
	A6	3	5	7	5	7	9	5	7	9
Teknik Yeterlilik	A1	7	9	10	7	9	10	7	9	10
	A2	9	10	10	7	9	10	9	10	10
	A3	5	7	9	5	7	9	3	5	7
	A4	3	5	7	5	7	9	3	5	7
	A5	7	9	10	7	9	10	7	9	10
	A6	5	7	9	5	7	9	7	9	10
Hata Oranı	A1	7	9	10	7	9	10	7	9	10
	A2	5	7	9	7	9	10	7	9	10
	A3	3	5	7	3	5	7	1	3	5
	A4	1	3	5	3	5	7	3	5	7
	A5	5	7	9	5	7	9	7	9	10
	A6	1	3	5	3	5	7	1	3	5

Kriterler	ALTER.	KARAR VERİCİLER								
		Üretim Sorumlusu			Tedarik Z. Sorumlusu			Kalite Sorumlusu		
Coğrafi Konum (Lojistik)	A1	3	5	7	3	5	7	3	5	7
	A2	9	10	10	9	10	10	9	10	10
	A3	5	7	9	5	7	9	5	7	9
	A4	7	9	10	7	9	10	7	9	10
	A5	7	9	10	7	9	10	7	9	10
	A6	5	7	9	5	7	9	5	7	9
Esneklik (Talep Değişimine Yanıt)	A1	7	9	10	5	7	9	3	5	7
	A2	9	10	10	9	10	10	7	9	10
	A3	3	5	7	1	3	5	1	3	5
	A4	0	1	3	0	0	1	0	0	1
	A5	5	7	9	7	9	10	5	7	9
	A6	3	5	7	3	5	7	3	5	7
Referans (Seçmiş Tecrübe)	A1	5	7	9	3	5	7	7	9	10
	A2	9	10	10	7	9	10	9	10	10
	A3	1	3	5	1	3	5	3	5	7
	A4	0	0	1	0	1	3	0	1	3
	A5	7	9	10	5	7	9	5	7	9
	A6	3	5	7	3	5	7	3	5	7
İletişim (Müşteri Desteği)	A1	3	5	7	5	7	9	5	7	9
	A2	7	9	10	9	10	10	9	10	10
	A3	1	3	5	1	3	5	1	3	5
	A4	0	1	3	0	0	1	0	0	1
	A5	5	7	9	7	9	10	7	9	10
	A6	3	5	7	5	5	7	3	5	7
Finansal İstikrar	A1	3	5	7	7	9	10	3	5	7
	A2	7	9	10	9	10	10	7	9	10
	A3	1	3	5	3	5	7	1	3	5
	A4	0	0	1	0	1	3	0	0	1
	A5	5	7	9	5	7	9	5	7	9
	A6	3	5	7	3	5	7	3	5	7
ARGE Yenilikçiliği	A1	5	7	9	1	3	5	1	3	5
	A2	9	10	10	5	7	9	5	7	9
	A3	1	3	5	0	1	3	0	1	3
	A4	0	1	3	0	0	1	0	0	1
	A5	7	9	10	3	5	7	3	5	7
	A6	3	5	7	1	3	5	1	3	5

Tablo 4.11. Bulanık Karar Matrisi

Kriterler	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
K1	3	5	7	7,666667	9,333333	10	3,666667	5,666667	7,666667	3	5	7	0,666667	2,333333	4,333333	3	5	7
K2	5,666667	7,666667	9,333333	7,666667	9,333333	10	0,333333	1,666667	3,666667	0,666667	2,333333	4,333333	4,333333	6,333333	8	2,333333	4,333333	6,333333
K3	3,666667	5,666667	7,666667	7,666667	9,333333	10	4,333333	6,333333	8,333333	3,666667	5,666667	7,666667	4,333333	6,333333	8,333333	0,666667	2,333333	4,333333
K4	7	9	10	7,666667	9,333333	10	4,333333	6,333333	8,333333	5,666667	7,666667	9,333333	5,666667	7,666667	9	4,333333	6,333333	8,333333
K5	7	9	10	8,333333	9,666667	10	4,333333	6,333333	8,333333	3,666667	5,666667	7,666667	7	9	10	5,666667	7,666667	9,333333
K6	7	9	10	6,333333	8,333333	9,666667	2,333333	4,333333	6,333333	2,333333	4,333333	6,333333	5,666667	7,666667	9,333333	1,666667	3,666667	5,666667
K7	3	5	7	9	10	10	5	7	9	7	9	10	7	9	10	5	7	9
K8	5	7	8,666667	8,333333	9,666667	10	1,666667	3,666667	5,666667	0	0,333333	1,666667	5,666667	7,666667	9,333333	3	5	7
K9	5	7	8,666667	8,333333	9,666667	10	1,666667	3,666667	5,666667	0	0,666667	2,333333	5,666667	7,666667	9,333333	3	5	7
K10	4,333333	6,333333	8,333333	8,333333	9,666667	10	1	3	5	0	0,333333	1,666667	6,333333	8,333333	9,666667	3	5	7
K11	4,333333	6,333333	8	7,666667	9,333333	10	1,666667	3,666667	5,666667	0	0,333333	1,666667	5	7	9	3	5	7
K12	2,333333	4,333333	6,333333	6,333333	8	9,333333	0,333333	1,666667	3,666667	0	0,333333	1,666667	4,333333	6,333333	8	1,666667	3,666667	5,666667

4.2.2. Normalize Bulanık Karar Matrisi

Bulunan Bulanık Karar Matrisine **(21)** ve **(22)** numaralı formuller uygulanarak normalizasyon işlemi yapılır ve Tablo 4.12. Normalize Karar Matrisi elde edilir.

Tablo 4.12. Normalize Karar Matrisi

Normalize Karar Matrisi

Kriterler	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
K1	0,3	0,5	0,7	0,766667	0,933333	1	0,366667	0,566667	0,766667	0,3	0,5	0,7	0,066667	0,233333	0,433333	0,3	0,5	0,7
K2	0,566667	0,766667	0,933333	0,766667	0,933333	1	0,033333	0,166667	0,366667	0,066667	0,233333	0,433333	0,433333	0,633333	0,8	0,233333	0,433333	0,633333
K3	0,366667	0,566667	0,766667	0,766667	0,933333	1	0,433333	0,633333	0,833333	0,366667	0,566667	0,766667	0,433333	0,633333	0,833333	0,066667	0,233333	0,433333
K4	0,7	0,9	1	0,766667	0,933333	1	0,433333	0,633333	0,833333	0,566667	0,766667	0,933333	0,566667	0,766667	0,9	0,433333	0,633333	0,833333
K5	0,7	0,9	1	0,833333	0,966667	1	0,433333	0,633333	0,833333	0,366667	0,566667	0,766667	0,7	0,9	1	0,566667	0,766667	0,933333
K6	0,7	0,9	1	0,633333	0,833333	0,966667	0,233333	0,433333	0,633333	0,233333	0,433333	0,633333	0,566667	0,766667	0,933333	0,166667	0,366667	0,566667
K7	0,3	0,5	0,7	0,9	1	1	0,5	0,7	0,9	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,5	0,7	0,9
K8	0,5	0,7	0,866667	0,833333	0,966667	1	0,166667	0,366667	0,566667	0	0,033333	0,166667	0,566667	0,766667	0,933333	0,3	0,5	0,7
K9	0,5	0,7	0,866667	0,833333	0,966667	1	0,166667	0,366667	0,566667	0	0,066667	0,233333	0,566667	0,766667	0,933333	0,3	0,5	0,7
K10	0,433333	0,633333	0,833333	0,833333	0,966667	1	0,1	0,3	0,5	0	0,033333	0,166667	0,633333	0,833333	0,966667	0,3	0,5	0,7
K11	0,433333	0,633333	0,8	0,766667	0,933333	1	0,166667	0,366667	0,566667	0	0,033333	0,166667	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7
K12	0,233333	0,433333	0,633333	0,633333	0,8	0,933333	0,033333	0,166667	0,366667	0	0,033333	0,166667	0,433333	0,633333	0,8	0,166667	0,366667	0,566667

Normalize edilen bulanık karar matrisi verileri ile **(23)** numaralı formul uygulanarak Tablo 4.13. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi elde edilir.

Tablo 4.13. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

Kriterler	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
K1	0,23	0,466667	0,7	0,587778	0,871111	1	0,281111	0,528889	0,766667	0,23	0,466667	0,7	0,051111	0,217778	0,433333	0,23	0,466667	0,7
K2	0,472222	0,741111	0,933333	0,638889	0,902222	1	0,027778	0,161111	0,366667	0,055556	0,225556	0,433333	0,361111	0,612222	0,8	0,194444	0,418889	0,633333
K3	0,232222	0,453333	0,715556	0,485556	0,746667	0,933333	0,274444	0,506667	0,777778	0,232222	0,453333	0,715556	0,274444	0,506667	0,777778	0,042222	0,186667	0,404444
K4	0,443333	0,75	0,966667	0,485556	0,777778	0,966667	0,274444	0,527778	0,805556	0,358889	0,638889	0,902222	0,358889	0,638889	0,87	0,274444	0,527778	0,805556
K5	0,536667	0,84	1	0,638889	0,902222	1	0,332222	0,591111	0,833333	0,281111	0,528889	0,766667	0,536667	0,84	1	0,434444	0,715556	0,933333
K6	0,583333	0,87	1	0,527778	0,805556	0,966667	0,194444	0,418889	0,633333	0,194444	0,418889	0,633333	0,472222	0,741111	0,933333	0,138889	0,354444	0,566667
K7	0,09	0,183333	0,326667	0,27	0,366667	0,466667	0,15	0,256667	0,42	0,21	0,33	0,466667	0,21	0,33	0,466667	0,15	0,256667	0,42
K8	0,383333	0,653333	0,866667	0,638889	0,902222	1	0,127778	0,342222	0,566667	0	0,031111	0,166667	0,434444	0,715556	0,933333	0,23	0,466667	0,7
K9	0,283333	0,513333	0,751111	0,472222	0,708889	0,866667	0,094444	0,268889	0,491111	0	0,048889	0,202222	0,321111	0,562222	0,808889	0,17	0,366667	0,606667
K10	0,216667	0,443333	0,722222	0,416667	0,676667	0,866667	0,05	0,21	0,433333	0	0,023333	0,144444	0,316667	0,583333	0,837778	0,15	0,35	0,606667
K11	0,144444	0,274444	0,426667	0,255556	0,404444	0,533333	0,055556	0,158889	0,302222	0	0,014444	0,088889	0,166667	0,303333	0,48	0,1	0,216667	0,373333
K12	0,163333	0,39	0,633333	0,443333	0,72	0,933333	0,023333	0,15	0,366667	0	0,03	0,166667	0,303333	0,57	0,8	0,116667	0,33	0,566667

4.2.3. Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm

Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi bulunduktan sonra **(24)**, **(25)** ve **(26)** numaralı formüller uygulanarak her alternatifin pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkları hesaplanır. İlk olarak yapılan işlemler sonucunda pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm değerleri bulunur.

$$A^* = [(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1)]$$

$$A^- = [(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0),(0,0,0)]$$

Daha sonra her alternatif için pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme uzaklıkları hesaplanır. Alternatiflerin kriterlere pozitif ve negatif uzaklıkları Tablo 4.14. de Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Uzaklıkları' da görülmektedir.

Tablo 4.14. Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Uzaklıkları

Kriter	d(A1,A+)	d(A2,A+)	d(A3,A+)	d(A4,A+)	d(A5,A+)	d(A6,A+)
K1	0,567845	0,249359	0,514196	0,567845	0,781744	0,567845
K2	0,341573	0,215995	0,826652	0,777357	0,446673	0,611298
K3	0,5684	0,333304	0,522555	0,5684	0,522555	0,802815
K4	0,35284	0,324113	0,512261	0,428558	0,431403	0,512261
K5	0,283006	0,215995	0,462203	0,514196	0,283006	0,367517
K6	0,251999	0,295473	0,611298	0,611298	0,341573	0,669834
K7	0,8059	0,6373	0,732904	0,672667	0,672667	0,732904
K8	0,415625	0,215995	0,678533	0,936872	0,367517	0,567845
K9	0,520385	0,356405	0,733376	0,920337	0,479257	0,644133
K10	0,577538	0,392683	0,784795	0,946195	0,471477	0,658207
K11	0,727351	0,612825	0,833934	0,966341	0,695267	0,778101
K12	0,634181	0,361811	0,832164	0,937256	0,486568	0,687254

Kriter	d(A1,A-)	d(A2,A-)	d(A3,A-)	d(A4,A-)	d(A5,A-)	d(A6,A-)
K1	0,503547	0,83752	0,561701	0,503547	0,281554	0,503547
K2	0,740124	0,860656	0,231785	0,283866	0,61785	0,452544
K3	0,507102	0,744846	0,558859	0,507102	0,558859	0,25833
K4	0,75133	0,769231	0,578155	0,671065	0,656729	0,578155
K5	0,815191	0,860656	0,620276	0,561701	0,815191	0,723849
K6	0,836098	0,787806	0,452544	0,452544	0,740124	0,394137
K7	0,222428	0,37644	0,297085	0,351557	0,351557	0,297085
K8	0,664555	0,860656	0,389253	0,097887	0,723849	0,503547
K9	0,550138	0,701576	0,327827	0,120117	0,598194	0,420868
K10	0,505006	0,678872	0,27951	0,084476	0,617097	0,413539
K11	0,304537	0,413654	0,199725	0,051993	0,341657	0,255814
K12	0,439655	0,727107	0,229121	0,097771	0,593552	0,384544

4.2.4. Yakınlık Katsayısının Hesaplanması

Tüm kriterler için pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklar hesaplandıktan sonra her alternatif için ayrı ayrı d_i^* ve d_i^- değerleri hesaplanır. **(27)** numaralı formül ile yakınlık katsayısı hesaplaması yapılır.

Tablo 4.15. Yakınlık Katsayısı Tablosu

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
di(+)	6,046644	4,211259	8,04487	8,847321	5,979709	7,600014
di(-)	6,839711	8,619018	4,72584	3,783627	6,896214	5,185957
di(+) + di(-)	12,88635	12,83028	12,77071	12,63095	12,87592	12,78597
Cci	0,530772	0,671772	0,370053	0,299552	0,53559	0,405597

Yapılan hesaplamalar neticesinde bulunan yakınlık katsayılarına göre alternatifler sıralanmıştır ve **A2 > A5 > A1 > A6 > A3 > A4** sıralaması elde edilmiştir. Tablo 4.16. Kabul Koşulları doğrultusunda alternatiflerle ilgili nihai karara varılmış olur.

Tablo 4.16. Kabul Koşulları

Yakınlık Katsayısı (CCi)	Değerlendirme Durumu
CCi ∈ [0,0.2)	Tavsiye edilmez
CCi ∈ [0.2,0.4)	Yüksek risk ile tavsiye edilir
CCi ∈ [0.4,0.6)	Düşük risk ile tavsiye edilir
CCi ∈ [0.6,0.8)	Kabul edilir
CCi ∈ [0.8,1.0]	Kabul edilir ve tercih edilir

Kabul koşullarına göre **A2** tedarikçisi kabul edilir aralıktadır. **A5**, **A1**, **A6** tedarikçileri düşük risk ile tavsiye edilir. **A3** ve **A4** tedarikçileri ise yüksek risk ile tavsiye edilir.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, döküm prosesi için uygun tedarikçinin belirlenmesine yönelik karar süreci uzman görüşleri ışığında değerlendirilmiş ve bu değerlendirmeler bulanık mantığa dayalı AHP–TOPSIS yaklaşımıyla sistematik hâle getirilmiştir. Uzmanların yaptığı ikili karşılaştırmalar kriterlerin önem sırasını ortaya koymuş ve sonuçlar, en yüksek önemin ürün kalitesine yönelik beklentileri karşılayabilme konusuna verildiğini göstermiştir. Döküm sürecinde ortaya çıkabilecek gözeneklilik, çatlak veya birleşme problemleri gibi hataların üretim akışını doğrudan etkileyebilmesi bu kriterin öncelikli olmasında belirleyici olmuştur. Ürün kalitesizliğinin ek maliyetler oluşturmasının yanı sıra aks kutusu, tekerlek seti ile boji şasisini bağlayan bağlantı elemanı olmasından dolayı kritik bir parçadır. Demiryolu ulaşımında kritik parçada oluşabilecek bir kalitesizlik ulaşımda emniyet açısından yüksek risk içermektedir. Döküm prosesi demiryolu ulaşımı standartlarına göre özel proses kapsamında değerlendirildiği için kalite seviyesinin yüksek düzeyde tutulması gerekmektedir.

İkinci sırada yer alan hata oranı kriteri, yine döküm prosesi sonrası meydana gelebilecek olası kusurların proje planına etkisi nedeniyle uzmanlar tarafından yüksek önemle değerlendirilmiştir. Bu tür hatalar sonraki CNC,

montaj gibi proseslerde işleme adımlarında gecikmelere ve ek maliyetlere yol açabileceği için hata oranı tedarikçi seçiminde kritik bir unsur olarak öne çıkmıştır. Hata oranının yüksek olması, ürün kalite kontrolü için planlanan RT, MT gibi hizmetlere ayrılan zaman ve maliyeti önemli ölçüde artırmaktadır. İş planlamalarında döküm prosesi tedarikçisinin hata oranı düşük dökümler yapabilme kabiliyeti çok kritik bir öneme sahiptir.

Üçüncü önemli kriter ise teslimat süresidir. Döküm prosesi dış tedarikle gerçekleştirildiği için teslimat gecikmeleri, firmanın proje takvimini doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle uzmanlar teslimat süresini de değerlendirme sürecinde yüksek önemle dikkate almıştır. Kalite ve üretim planlaması konusunda zayıf bir tedarikçi, beklenen üretim performansını sağlayamayacaktır. Ayrıca döküm prosesinde dışa bağımlılık da göz önüne alındığında, tedarikçinin kalite ve üretim süreçlerinde belirli bir seviyede onaylı olması büyük önem taşımaktadır.

Belirlenen kriter ağırlıkları Bulanık TOPSIS yöntemine aktarıldığında, uzman değerlendirmelerine göre A2 tedarikçisinin pozitif ideal çözüme en yakın alternatif olduğu görülmüştür. A2'nin özellikle süreç güvenilirliği, hata oluşum riskine yönelik algı ve teslimat performansı açısından diğer alternatiflere göre daha dengeli bulunması, bu sonucu desteklemiştir. Bu kapsamda A2, döküm prosesi açısından firmanın ihtiyaçlarını karşılamada en uygun aday olarak değerlendirilmiştir. Genel olarak ele alındığında, kullanılan hibrit yöntem uzman görüşlerini belirsizlik altında daha anlamlı ve karşılaştırılabilir hâle getirmiş, firmanın döküm prosesi tedarikçisi seçimi için tutarlı ve uygulanabilir bir sonuç üretmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, proje kapsamındaki ihtiyaçlar doğrultusunda A2'nin en uygun tedarikçi olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

Alharbi, S., Abdullah, M., & Ahmed, N. (2024). *Selection of data analytic techniques by using fuzzy AHP–TOPSIS from a healthcare perspective.* ***BMC Medical Informatics and Decision Making****, 24*(2), 88–103.

Amindoust, A., Ahmed, S., Saghafinia, A., & Bahreininejad, A. (2012). Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. *Applied soft computing*, *12*(6), 1668-1677.

Awasthi, S., Gramse, N., Reining, C., & Roidl, M. (2022). UAVs for industries and supply chain management. *arXiv preprint arXiv:2212.03346*.

Bayrak, M. Y., Çelebi, N., & Taşkin, H. (2007). A fuzzy approach method for supplier selection. *Production Planning and Control*, *18*(1), 54-63.

Birch, D. (2001). Supplier development the mechanics of supplier performance management. *Supply Management*, 34-35.

Boz, E., Çizmecioğlu, S., & Çalık, A. (2022). A novel MDCM approach for sustainable supplier selection in healthcare system in the era of logistics 4.0. *Sustainability*, *14*(21), 13839.

Büyüközkan, G., Mukul, E., & Kongar, E. (2021). Health tourism strategy selection via SWOT analysis and integrated hesitant fuzzy linguistic AHP-MABAC approach. *Socio-economic planning sciences*, *74*, 100929.

Bhutta, K. S., & Huq, F. (2002). Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. *Supply Chain Management: an international journal*, *7*(3), 126-135.

Bhutta, M. K. S. (2003). Supplier selection problem: methodology literature review. *Journal of International Information Management*, *12*(2), 5.

Chang, D.Y., (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, Volume 95, No. 3, p. 649-655.

Cheng, S., Chan, C. W., & Huang, G. H. (2002). Using multiple criteria decision analysis for supporting decisions of solid waste management. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, *37*(6), 975-990.

Çebi, F., & Bayraktar, D. (2003). An integrated approach for supplier selection. *Logistics information management*, *16*(6), 395-400.

Çil, M., & Daneshvar Rouyendegh, B. (2021, August). Investigation of Cotton Production Companies Transition to Industry 4.0 Using the Intuitionistic Fuzzy TOPSIS. In *International Conference on Intelligent and Fuzzy Systems* (pp. 12-19). Cham: Springer International Publishing.

Dai, C., Wang, X., & Long, J. (2023). A new optimization strategy for multi-objective design of automotive seat frame. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, *66*(11), 236.

Dickson, G. W. (1966). An analysis of vendor selection and the buying process. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-17.

Duc, D. A., Van, L. H., Yu, V. F., Chou, S. Y., Hien, N. V., Chi, N. T., ... & Dat, L. Q. (2021). A dynamic generalized fuzzy multi-criteria croup decision making approach for green supplier segmentation. *Plos one*, *16*(1), e0245187.

Dulmin, R., & Mininno, V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing And Supply Management*, *9*(4), 177-187.

Ekin, E., & Cesur, İ. G. (2023). Genişletilmiş Analiz Yöntemine Dayalı Bulanık AHP ve TOPSIS Yöntemi ile Danışmanlık Sektöründe Sunulan Hizmetlerin Değerlendirilmesi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, *15*(28), 12-34.

Govindan, K., Rajeev, A., Padhi, S. S., & Pati, R. K. (2020). Supply chain sustainability and performance of firms: A meta-analysis of the literature. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *137*, 101923.

Hajiaghaei-Keshteli, M., Cenk, Z., Erdebilli, B., Özdemir, Y. S., & Gholian-Jouybari, F. (2023). Pythagorean fuzzy TOPSIS method for green supplier selection in the food industry. *Expert Systems with Applications*, *224*, 120036.

Hajiaghaei-Keshteli, M., Fathollahi-Fard, A. M., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2023). *A novel Pythagorean fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology for green supplier selection.* ***Soft Computing***, *27*(15), 10456–10474.

Hendiani, S., & Walther, G. (2023). Sustainability performance evaluation of renewable energy systems using a new multi-expert multi-criteria interval type-2 fuzzy distance to ideal solution approach. *Applied Energy*, *347*, 121436.

Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak. *International journal of production research*, *58*(10), 2904-2915.

Kahraman, C., Öztayşi, B., & Çevik Onar, S. (2019). An integrated intuitionistic fuzzy AHP and TOPSIS approach to evaluation of outsource manufacturers. *Journal of Intelligent Systems*, *29*(1), 283-297.

Karpak, B., Kumcu, E., & Kasuganti, R. R. (2001). Purchasing materials in the supply chain: managing a multi-objective task. *European journal of purchasing & supply management*, *7*(3), 209-216.

Kraus, L., Wittowsky, D., & Proff, H. (2023). Multi-method analysis to identify criteria interrelations for sustainability assessment of urban transportation services. Journal of Cleaner Production, 412, 137416.

Kutlu Gündoğdu, F., & Kahraman, C. (2020). Spherical fuzzy sets and decision making applications. In *Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making: Proceedings of the INFUS 2019 Conference, Istanbul, Turkey, July 23-25, 2019* (pp. 979-987). Springer International Publishing.

Kwong, C. K., Ip, W. H., & Chan, J. W. K. (2002). Combining scoring method and fuzzy expert systems approach to supplier assessment: a case study. *Integrated manufacturing systems*, *13*(7), 512-519.

Momtazmanesh, S., Moghaddam, S. S., Ghamari, S. H., Rad, E. M., Rezaei, N., Shobeiri, P., ... & Ibitoye, S. E. (2023). Global burden of chronic respiratory diseases and risk factors, 1990–2019: an update from the Global Burden of Disease Study 2019. *EClinicalMedicine*, *59*.

Nabatian, E., Dolatabadi, M., & Ahmadzadeh, S. (2022). Application of experimental design methodology to optimize acetaminophen removal from aqueous environment by magnetic chitosan@ multi-walled carbon nanotube composite: isotherm, kinetic, and regeneration studies. *Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal*, *5*(01), 61-74.

Ordoobadi, S. M. (2009). Development of a supplier selection model using fuzzy logic. *Supply chain management: An international journal*, *14*(4), 314-327.

Öztürk, A., Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2015). Nakliye Firması Seçiminde Bulanık AHP ve Bulanık Topsıs Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *25*(2), 785-824.

Pamucar, D., Torkayesh, A. E., & Biswas, S. (2023). Supplier selection in healthcare supply chain management during the COVID-19 pandemic: a novel fuzzy rough decision-making approach. *Annals of Operations Research*, *328*(1), 977-1019.

Queiroz, M. M., Pereira, S. C. F., Telles, R., & Machado, M. C. (2021). Industry 4.0 and digital supply chain capabilities: A framework for understanding digitalisation challenges and opportunities. *Benchmarking: an international journal*, *28*(5), 1761-1782.

Rani, P., Ali, J., Krishankumar, R., Mishra, A. R., Cavallaro, F., & Ravichandran, K. S. (2021). An integrated single-valued neutrosophic combined compromise solution methodology for renewable energy resource selection problem. *Energies*, *14*(15), 4594.

Safavi, M., Khodayari, S., & Rahmani, M. (2024). *Supplier selection utilizing AHP and TOPSIS in a fuzzy environment based on key performance indicators.* ***Contemporary Mathematics and Statistics Journal***, *11*(1), 45–59.

Saragi, H. S., Sinulingga, E., & Ginting, R. (2023). *Implementation of fuzzy AHP–TOPSIS for priority selection of North Sumatera palm caul fuel suppliers. In* ***Proceedings of the International Conference on Engineering, Business, and Environment*** **(ICEBE 2023)** (pp. 12–18). EAI.

Septiani, W. (2023). *Decision support system for raw material supplier selection using fuzzy-AHP and TOPSIS. In **AIP Conference Proceedings*** (Vol. 2601, No. 1, 030015). AIP Publishing.

Singh, V. (2023). *A hybrid novel fuzzy AHP–TOPSIS technique for selecting suppliers in manufacturing industries.* ***International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering***, *11*(4), 301–311.

Sharma, R. K., Kumar, D., & Kumar, P. (2005). FLM to select suitable maintenance strategy in process industries using MISO model. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *11*(4), 359-374.

Tronnebati, I., Benbrahim, A., & El Alami, J. (2024). *Green supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods: A case study and sensitivity analysis.* ***Sustainability***, 16(3), 1521.

Ulutaş, A. (2022). A Fuzzy Hybrid MCDM Model To Solving The Transportation Company Selection Problem. *An international serial publication for theory and practice of Management Science*.

Varchandi, S., Memari, A., & Jokar, M. R. A. (2024). An integrated best–worst method and fuzzy TOPSIS for resilient-sustainable supplier selection. *Decision Analytics Journal*, *11*, 100488.

Verma, R., & Pullman, M. E. (1998). An analysis of the supplier selection process. *Omega*, *26*(6), 739-750.

Weber, C. A., Current, J. R., & Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European journal of operational research*, *50*(1), 2-18.

Yaralıoğlu, K. (2001). Performans değerlendirmede analitik hiyerarşi proses. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *16*(1).

Yoon, K. P., & Hwang, C. L. (1995). *Multiple attribute decision making: an introduction*. Sage publications.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, *8*(3), 338-353.

HASTANE DEPOLARINDA FİNE-KİNNEY METODUYLA YANGIN RİSK ANALİZİ: MEMORIAL ANTALYA ÖRNEĞİ

Seyfullah NERGİZ[1]/Doç. Dr., Gökhan KÜLEKÇİ [2]

[1]Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği ABD., seyfullahnergiz@gmail.com, ORCID: 0009-00093763-8861

[2]Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, gkulekci@gumushane.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2971-4045

Özet

Hastaneler, kritik sağlık hizmetlerinin kesintisiz sürdürülebilmesi için karmaşık altyapıların bir arada çalıştığı kurumlardır. Bu yapılar içerisinde depo bölümleri, tıbbi sarf malzemeleri, yanıcı kimyasallar, tekstil ürünleri, oksijen tüpleri ve çeşitli temizlik maddelerinin yoğun şekilde bir arada bulunduğu alanlar olması nedeniyle yangın tehlikesi açısından yüksek risk grubunda yer almaktadır. Depolarda malzeme çeşitliliğinin fazla olması, uygun olmayan istifleme uygulamaları, elektrikli ekipmanların kontrolsüz kullanımı ve sık değişen personel trafiği, yangın olasılığını artıran unsurlar arasındadır. Bu nedenle, hastane depolarında sistematik ve nicel bir risk değerlendirmesi yapılması, hem hasta güvenliği hem de hizmet sürekliliği açısından kritik önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Antalya'da yer alan özel bir hastanenin depo bölümlerine ilişkin saha verileri kullanılarak Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemi uygulanmıştır. Yöntem kapsamında olasılık (O), maruz kalma sıklığı (F) ve şiddet (S) parametreleri dikkate alınarak her bir tehlike için risk skoru (R) hesaplanmıştır. Değerlendirme sonucunda, özellikle yanıcı kimyasal depolama hataları, oksijen tüplerinin uygunsuz konumlandırılması, elektrik panolarının bakım eksiklikleri ve tekstil depolarındaki aşırı yükleme en yüksek risk skorlarına ulaşmıştır. Bu bulgular, depo alanlarının yangına karşı zayıf noktalarını ortaya koyarak iyileştirme gerektiren kritik alanların belirlenmesini sağlamıştır.

Çalışma, Fine-Kinney sonuçlarına bağlı olarak yangından korunma stratejileri geliştirmekte; düzenli istif kontrolü, malzeme sınıflandırması, havalandırma iyileştirmeleri, otomatik algılama sistemlerinin güçlendirilmesi ve personel eğitimlerinin artırılması gibi önlemler önermektedir. Sonuç olarak, hastane depoları için yapılan bu risk analizi, sağlık tesislerinde yangın güvenliğinin artırılması ve operasyonel sürekliliğin korunması açısından önemli bir referans niteliği taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Hastanelerde Yangın Güvenliği, Fine-Kinney,Hastane depoları

FIRE RISK ANALYSIS IN HOSPITAL STORAGE AREAS USING THE FINE–KINNEY METHOD: THE MEMORIAL ANTALYA CASE

Abstract

Hospitals are institutions where complex infrastructures operate simultaneously to ensure the uninterrupted provision of critical healthcare services. Within these structures, storage areas constitute high-risk zones in terms of fire hazards due to the intensive coexistence of medical consumables, flammable chemicals, textile products, oxygen cylinders, and various cleaning agents. The wide variety of stored materials, improper stacking practices, uncontrolled use of electrical equipment, and frequent personnel movement are factors that increase the likelihood of fire. For this reason, conducting a systematic and quantitative risk assessment in hospital storage areas is critically important for both patient safety and service continuity.

In this study, the Fine–Kinney risk assessment method was applied using field data obtained from the storage units of a private hospital located in Antalya. Within the scope of the method, the probability (O), frequency of exposure (F), and severity (S) parameters were considered, and a risk score (R) was calculated for each identified hazard. The evaluation revealed that improper storage of flammable chemicals, incorrect positioning of oxygen cylinders, maintenance deficiencies in electrical panels, and overloading in textile storage areas had the highest risk scores. These findings identified the weak points of storage areas against fire hazards and enabled the determination of critical zones requiring improvement.

Based on the Fine–Kinney results, the study proposes fire protection strategies such as regular inspection of stacking practices, proper material classification, ventilation enhancements, strengthening of automatic detection systems, and increased personnel training. In conclusion, this risk analysis conducted for hospital storage areas serves as a significant reference for improving fire safety and maintaining operational continuity in healthcare facilities.

Keywords: Fire Safety in Hospitals, Fine–Kinney, Hospital Storage Areas

1.GİRİŞ

Modern sağlık sistemlerinin en temel yapı taşlarından biri olan hastaneler, yalnızca tedavi hizmeti veren yapılar değil; enerji, medikal teknoloji, lojistik, sterilizasyon, laboratuvar ve depolama sistemlerinin eş zamanlı olarak çalıştığı, yüksek güvenilirlik gerektiren kompleks tesislerdir (Külekçi, & Merttürk, 2025). Bu çok katmanlı işletim modeli, hastaneleri hem fonksiyonel hem de stratejik açıdan önemli kurumlar hâline getirirken, aynı zamanda güvenlik açısından çok boyutlu risklerle yüz yüze bırakmaktadır (Altındaş, 2020). Özellikle yangın, hem durağan hâlde bulunan yüksek miktarda yanıcı malzeme hem de sürekli faaliyet hâlindeki teknolojik altyapı nedeniyle, hastaneler için en yıkıcı ve kontrol edilmesi zor tehlikelerden biri olarak öne çıkmaktadır (Külekçi, & Lüleci, 2024).

Tarihsel veriler, hastane yangınlarının çoğunlukla bina içi depolama alanlarında başladığını ve kısa sürede geniş alanlara yayıldığını göstermektedir. Depo bölümleri, tıbbi sarf malzemeleri, temizlik kimyasalları, tekstil ürünleri, oksijen tüpleri ve cihaz yedek parçaları gibi çok çeşitli materyallerin yoğun biçimde bir arada bulunduğu alanlardır (Aslan, 2023). Bu malzemelerin birbirleriyle etkileşiminden doğan kimyasal ve fiziksel riskler, depoları yangın açısından hastanelerin en hassas noktalarından biri hâline getirir. Uygun olmayan istifleme, malzeme sınıflandırmasındaki hatalar, elektrik panolarının bakım eksiklikleri ve personel sirkülasyonunun yüksek olması, depo yangınlarının çıkış olasılığını artıran temel faktörler arasında yer almaktadır (Murat, & Yılmaz, 2021).

Hastanelerde ortaya çıkan yangınların en kritik yönü, yalnızca maddi kayıplara yol açması değil; yoğun tahliye süreçlerinde yaşanan güçlükler nedeniyle insan hayatını doğrudan tehdit edebilmesidir (Külekçi, & Şen, 2025). Bu nedenle yangın risklerinin önceden belirlenmesi, nicel olarak sınıflandırılması ve önceliklendirilmesi, sağlık tesislerinin acil durum yönetimi açısından vazgeçilmez bir gerekliliktir (Tosun, & Yılmaz, 2022) .

Bu noktada Fine-Kinney metodu, yangın risklerinin sistematik ve ölçülebilir bir biçimde analiz edilmesini sağlayan önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Olasılık (O), maruz kalma sıklığı (F) ve sonuç şiddeti (S) parametrelerine dayalı bu yöntem, özellikle depo gibi malzeme yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda risklerin objektif biçimde değerlendirilmesine olanak tanır (Li, vd,.2024). Çalışmanın kapsamını oluşturan Antalya'daki özel bir hastaneye ait depo verileri, Fine-Kinney yaklaşımı ile analiz edilerek yangına ilişkin en kritik tehlikeler belirlenmiş ve bu bulgular doğrultusunda uygulanabilir iyileştirme önerileri geliştirilmiştir.

2. HASTANE DEPOLARINDA YANGINA SEBEP OLAN ETKENLER

Hastane depoları, farklı özelliklere sahip çok sayıda malzemenin aynı alan içerisinde tutulduğu, yoğun sirkülasyonun yaşandığı ve genellikle kontrol süreçlerinin diğer birimlere kıyasla daha az görünür olduğu bölgelerdir (Külekçi, & Uçak, 2023). Bu özellikler, depoları yangın açısından sistemik olarak riskli hâle

getirmektedir (şekil 1). Depolarda meydana gelen yangınların temel sebepleri incelendiğinde, teknik, organizasyonel ve insan kaynaklı faktörlerin bir arada etkili olduğu görülmektedir (Külekçi, & Şahin, 2024).



Şekil 1: Depo yangını örneği

2.1. Yanıcı ve Parlayıcı Malzemelerin Uygunsuz Depolanması

Hastane depolarında temizlik maddeleri, dezenfektanlar, çeşitli kimyasallar, tıbbi gaz tüpleri, oksijen regülatörleri, yağ bazlı ekipmanlar ve aerosol ürünler gibi yüksek yanıcılık potansiyeline sahip malzemeler yer alır (şekil 2). Bu maddelerin yanıcı olmayanlarla birlikte depolanması, yanıcı kimyasalların kapaksız veya bozuk ambalajlarla bırakılması, depolama sıcaklıklarının kontrol edilmemesi gibi hatalar yangının başlıca tetikleyicileridir. Özellikle oksijen tüpleri, yangın ortamlarındaki yanmayı hızlandıran güçlü oksitleyicilerdir ve yanlış konumlandırıldığında büyük tehlike oluşturur (Külekçi, & Uçak, 2024).



Şekil 2: Kimyasal deposu

2.2. Elektriksel Arızalar ve Bakım Eksiklikleri

Depolarda bulunan aydınlatma üniteleri, eskiyen kablolar, kompakt raf sistemlerine entegre edilen elektrikli cihazlar ve taşınabilir ekipmanlar sıkça karşılaşılan teknik riskler arasındadır (Külekçi, & Şahin, 2023). Toz birikimi, nem kontrolünün yetersizliği, kaçak akımlar ve yetersiz topraklama sistemleri elektrik kaynaklı yangınların başlatıcı unsurlarıdır (Şekil 3). Ayrıca elektrik panolarının depolara yakın veya doğrudan depo içinde bulunması yangın yükünü artıran bir tasarım hatasıdır (Ülker, & Savsar, 2024).



Şekil 3: Elektriksel arızalardan çıkan bir yangın

2.3. Aşırı Yükleme ve Yanlış İstifleme Uygulamaları

Depolarda yer kazanmak amacıyla raflara aşırı yük bindirilmesi, havalandırma menfezlerinin önünün kapatılması veya acil çıkış güzergâhlarının malzemeyle doldurulması hem yangın başlangıcı hem de yayılım hızını artıran ciddi risklerdir. Sıkıştırılmış tekstil ürünleri, yüksek ısı etkisi altında alevlenmeye daha yatkın hâle gelir (Yıldız, & Çelik, 2020).

2.4. İnsan Kaynaklı Hatalar ve Organizasyonel Eksiklikler

Depolarda görev yapan personelin sık değişmesi, yeterli eğitim almamış olması, malzeme sınıflandırması konusunda bilgi eksikliği, depoya yetkisiz kişilerin giriş çıkışları ve kayıt sistemlerinin düzensizliği yangın riskini artıran davranışsal unsurlardır (Külekçi, vd,. 2022). Sigara içilmesi, açık alevli aydınlatmaların kullanılması ve küçük tadilatların kontrolsüz yapılması da insan kaynaklı yangınların başlıca sebeplerindendir (Satıcı, & Mete, 2024).

2.5. Havalandırma ve Isı Kaynakları ile İlgili Sorunlar

Yetersiz havalandırma, özellikle kimyasal depolarda buhar birikimine yol açarak patlayıcı atmosfer oluşmasına neden olabilir. Depo alanlarına yakın ısı kaynakları, su ısıtıcıları, buhar hatları ve kalorifer tesisatları da malzeme tutuşma sınırının kolayca aşılmasına zemin hazırlar (Kale, & Turan, 2024).

3.ÖRNEK HASTANE DEPO YANGINLARI

3.1. AMRI Hastanesi, Kolkata, Hindistan (2011)

Bodrum katındaki depo oksijen tüpleri ve yanıcı kimyasalların kontrolsüz depolanması sebebiyle çıkan yangında 92 can kaybı ve ciddi yaralanmalar meydana gelmiştir. Alarm ve söndürme sistemlerinin yetersizliğiyle yangın hızla yayılmış ve felaket bu boyuta ulaşmıştır.

3.2. Cleveland Clinic, Ohio, ABD (1929)

Depolanan nitroselüloz film ve kimyasalların patlaması sonucuyla oluşan yangın birkaç ölüm ve ciddi mal kaybına neden olmuştur. Eski tarihlerde meydana gelen yangın felaketinin bu denli zarar verme sebebi dönemin yangın önleme ve güvenlik standartlarının yetersizliğinden kaynaklanmıştır.

3.3. Charlotte Maxeke Hastanesi, Johannesburg, Güney Afrika (2021)

Depolarda kuru malzeme ve elektrik tesisatında kısa devre yapmasıyla meydana gelen felakette can kaybı yaşanmamış fakat mal kaybı yaşanmış ve kısmı tahliye gerektirmiştir. Tahliye ve yangın kontrol sistemlerinde eksiklikler risk faktörünü artırmış

3.4. Bağdat Genel Hastanesi, Irak (2021)

Yanıcı malzemelerin yanlış depolanması ve bakım eksikliğinden kaynaklanan yangında 10 dan fazla kişi hayatını kaybetmiş, çok sayıda yaralanma olmuştur. Organizasyonel ihmaller ve yetersiz denetimler yangını hızla yaymış, felakete davetiye çıkarmıştır.

3.5. Changfeng Hastanesi, Pekin, Çin (2023)

Kimyasal depolama alanındaki yangın, elektrik tesisatı hatası ile birleşerek daha da büyümüştür. Sonuç olarak depo tamamen zarar görmüştür. Otomatik algılama ve söndürme sistemlerinin eksikliği yangının kontrolünü zorlaştırmış.

4. YÖNTEM

Fine-Kinney Risk Değerlendirme Yaklaşımı

Fine-Kinney yöntemi, endüstriyel işletmelerde tehlikelerin sistematik biçimde analiz edilmesi amacıyla geliştirilmiş, nicel değerlendirmeye dayalı yaygın bir risk sınıflandırma tekniğidir (Külekçi, & Meral 2024). 1976 yılında Kinney ve Wiruth tarafından ortaya konan bu yöntem, günümüzde üretim tesislerinden laboratuvarlara, kimyasal proseslerden sağlık kuruluşlarına kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır

(Zeynelgil, 2024) . Fine-Kinney modelinin temel gücü, risk bileşenlerini ölçülebilir değerlere dönüştürerek tehlikelerin önceliklendirilmesini kolaylaştırması ve karar vericilere objektif bir değerlendirme zemini sunmasıdır (Külekçi, 2023).

Yöntem; olasılık (O), maruz kalma sıklığı (F) ve sonuç şiddeti (S) olmak üzere üç ana parametre üzerine kuruludur. Bu parametreler sayısal katsayılar şeklinde değerlendirilir ve toplam risk skoru, temel çarpım formülüyle elde edilir ve risk değer oranı ona göre belirlenir (tablo 1), (Külekçi, 2024).

R = O x F x S

Tablo 1: Risk öncelik değeri puan tablosu

**RİSK DEĞERİ	RİSK DEĞERLENDİRME SONUCU
	Çok Yüksek Risk
R < 20	Hemen gerekli önlemler alınmalı veya çalışmaya ara verilerek tesis, bina, çevrenin kapatılması düşünülmelidir.
	Yüksek Risk
20=< R < 70	Kısa vadeli eylem planına alınarak iyileştirilmelidir (birkaç ay içinde). Çalışma yapılması gerekiyorsa, mutlaka kontrol altında yapılmalıdır.
	Önemli Risk
70=< R < 200	Dikkatle izlenmeli. Yıllık eylem planına alınıp iyileştirilmelidir
	Olası Risk
200=< R < 400	Asgari kontrol önlemi uygulanabilir. Mevcut iş talimatları uygulanır. Eylem planına alınmalıdır.
	Kabul Edilebilir Risk
R < 20	Herhangi bir aktivite gerekmiyor, uyarı yöntemi yeterli olabilir. Mevcut iş talimatları uygulanır

Bu formül, tehlikenin meydana gelme ihtimali ile çalışanların veya ortamın bu tehlikeye maruz kalma düzeyini ve gerçekleşmesi hâlinde ortaya çıkacak zararın büyüklüğünü birlikte değerlendirir. Böylece riskin yalnızca oluşma ihtimali değil, aynı zamanda olası etkileri de modele dâhil edilmiş olur (Chen, vd,. 2025).

- Olasılık (O): Tehlikenin ortaya çıkma ihtimalinin uzman değerlendirmesine göre belirlenmesidir. 0,1 gibi oldukça düşük değerlerden başlayıp 10'a kadar çıkabilen geniş bir aralık kullanılır.
- Frekans/Maruz Kalma (F): Personelin veya ekipmanın tehlikeli duruma ne sıklıkla maruz kaldığını ifade eder. Sürekli maruziyet yüksek katsayılarla değerlendirilirken, seyrek maruziyet daha düşük değerlerle skorlanır.

- Şiddet (S): Tehlikenin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak zararın büyüklüğünü tanımlar. Hafif yaralanma ile sonuçlanabilecek olaylar düşük şiddet katsayısı alırken, ölümcül sonuçlar veya büyük maddi hasar içeren durumlar en yüksek değerlerle sınıflandırılır(Karahan, & Aydoğmuş, 2018). (tablo 2)

Tablo 2 : Sıklık, olasılık, şiddet değer tablosu

SIKLIK Tehlikeye maruz kalma tekrarı		**OLASILIK** Tehlikenin ortaya çıkma potansiyeli, zarar yada hasarın gerçekleşme ihtimali		**ŞİDDET** Insan üzerinde yaratacağı tahmini zarar	
Değer	Kategori	Değer	Kategori	Değer	Sonuç skalası
0,5	Yılda bir yada daha az	0,2	Beklenmez	1	Ucuz atlatma
1	Yılda bir kaç defa	0,5	Beklenmez fakat mümkün	3	Küçük hasar/yaralanma, dahili ilk yardım
2	Ayda bir veya birkaç defa	1	Mümkün fakat düşük ihtimal	7	Önemli hasar/yaralanma, dış ilk yardım ihtiyacı
3	Haftada bir veya birkaç defa	3	Olası	15	Kalıcı hasar/yaralanma, iş kaybı
6	Günde bir veya birkaç defa	6	Yüksek /Oldukça mümkün ihtimal	40	Öldürücü kaza
10	Sürekli yada saatte birden fazla	10	Beklenir, kesin	100	Birden fazla ölümlü kaza

Fine-Kinney yönteminin en önemli avantajı, risk skorlarının belirli eşik değerlere göre kategorize edilmesidir. Bu kategoriler, riskin kabul edilebilir düzeyde olup olmadığını, acil müdahale gerektirip gerektirmediğini veya sistematik iyileştirme ihtiyacını ortaya koyar. Böylece risk skorları; “kabul edilebilir”, “dikkate değer”, “önemli”, “yüksek” ve “acil müdahale gerektiren” gibi sınıflara ayrılarak yöneticilerin doğru müdahale stratejilerini belirlemesine yardımcı olur (Damar, & Köse, 2024).

Hastane depo alanları, içerdiği malzemelerin çeşitliliği, personel trafiği, elektrik ve gaz sistemlerinin yakınlığı, yangın yükünün yüksek oluşu ve acil durum süreçlerinin karmaşıklığı nedeniyle Fine-Kinney yönteminin uygulanmasına son derece elverişli alanlardır (Külekçi, & Lüleci, 2024). Yöntemin özellikle kimyasal depolama hataları, oksijen tüplerinin konumlandırılması, elektrik arızaları, istifleme sorunları ve havalandırma yetersizlikleri gibi çok boyutlu riskleri sayısallaştırabilmesi, bu çalışmanın hedefleriyle güçlü bir uyum içerisindedir (Külekçi, & Güvendi, 2024).

Bu araştırmada, Antalya'da yer alan özel bir hastanenin depo bölümlerine ilişkin saha gözlemleri ve mevcut güvenlik kayıtları temel alınarak her bir tehlike unsuru Fine-Kinney yöntemi ile değerlendirilmiş, elde edilen skorlar karşılaştırmalı biçimde analiz edilerek risk öncelik sırası belirlenmiştir (Tablo 3). Böylece hem mevcut durumun kapsamlı bir görünümü sağlanmış hem de iyileştirme çalışmalarında kullanılabilecek uygulanabilir bir risk yönetimi çerçevesi oluşturulmuştur (Birgören, 2017).

5. BULGULAR

Bu çalışmada, hastane depo alanlarına ilişkin yangın tehlikeleri Fine–Kinney yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve her bir tehlike kaynağı için olasılık, maruziyet ve şiddet puanlarına dayalı risk skorları hesaplanmıştır. Analiz, hastanede, incelenen depo alanlarında yapılan gözlemler, teknik incelemeler ve mevcut dokümantasyon kayıtlarından elde edilen verilere dayanmaktadır. Elde edilen risk skorları, Fine–Kinney metodolojisinde önerilen sınıflandırmaya uygun olarak düşük, orta, ciddi ve çok ciddi risk düzeylerine ayrılmış; özellikle elektrik altyapısı, yanıcı malzeme yoğunluğu ve kimyasal depolama koşulları yüksek risk kategorilerinde yoğunlaşmıştır. Aşağıda sunulan tablo, her bir tehlike unsurunun sayısal risk karşılığını göstererek hangi alanların öncelikli müdahale gerektirdiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Tablo 3 : Fine-Kinney risk analiz tablosu

Süreç	Risk	Sonuç	O	F	Ş	Risk puanı	Risk seviyesi	Önlemler
Malzeme depolama	Teknik Alan depolarının düzenli olmaması	Koku,duman yangın	1	3	40	120	Önemli risk	Malzemeler düzenli istiflenmelidir.
Elektronik ekipmanların takibi	Depo alanlarındaki elektronik cihaz ve ekipmanların periyodik bakım ve kontrollerinin yapılmaması	Yangın, duman	1	3	40	120	Önemli risk	Elektronik cihaz ve ekipmanların periyodik kontrol ve bakımları belirlenen yasal periyotlarda yapılmalıdır.
Yangına müdahale	Depolama alanlarında otomatik yangın söndürme sistemi bulunmaması	Yangın, duman	6	2	15	180	Önemli risk	Bağımsız alanlarda otomatik yangın söndürme sistemi kurulmalıdır.
Yangına müdahale	Yangın Söndürme Cihazı Bulunmaması	Yangın, duman	6	2	15	180	Önemli risk	Yangın anında müdahale için yangın sınıfına uygun söndürme cihazları bulunmalıdır.
Yangına müdahale	Söndürme Ekibi Oluşturulmaması	Yangın, duman	3	1	40	120	Önemli risk	Yangına ilk müdahale için çalışanların yangına müdahale konusunda eğitilmiş ve görevlendirilmiş

								personel olmalıdır.
Kimyasal depolama	Kimyasalların Depolama matrisine uygun ve yangına dayanıklı dolaplarda depolanmaması	Yangın, duman	3	0.5	100	150	Önemli risk	Kimyasallar yanmaya karşı dayanıklı dolaplarda depolama matrisine uygun depolanmalıdır.
Kimyasal depolama	Medikal gaz tüplerinin dik konumda sabitlenerek depolanmaması	Yangın, duman	3	0.5	100	150	Önemli risk	Medikal gaz tüpleri farklı iki noktadan dik konumda zincirle sabitlenmelidir.
Kimyasal depolama	Ambalajı yıpranmış, parçalanmış kimyasal depolaması	Yangın, duman	3	1	40	120	Önemli risk	Kimyasallar yıpranmış ambalajlarla geldiğinde teslim alınmamalıdır.
Yangına müdahale	Depolama alanlarında duman algılama dedektörü bulunmaması	Yangın, duman	6	2	15	180	Önemli risk	Depolama alanlarında duman algılama dedektörleri ve yangın alarm sistemleri tesis edilmelidir.
Medikal gaz tankları ve akaryakıt tankları	Yerüstü medikal gaz tankları topraklaması yapılmaması ve uyarı işaretleri bulunmaması	Yangın, duman	3	0.5	100	150	Önemli	Yerüstü tanklarının topraklama tesisatı yapılmalıdır. Çevresi yetkisiz erişimine kapatılıp uyarı etiketlemeleri yapılmalıdır.

Yukarıdaki tabloya göre bulguları değerlendirecek olursak gerçekleştirilen risk değerlendirmesi “yangın riski” üzerine yapılmış olup, tüm hastane çalışanları, alt işveren çalışanları, kendi namı hesabına çalışanlar, hasta, hasta yakını ve ziyaretçileri kapsamaktadır. Hastane depo alanlarında yangın tehlikesinin hem yapısal hem de organizasyonel unsurlardan kaynaklanan çok yönlü ve önemli bir risk olarak ortaya çıktığını göstermektedir. İncelenen süreçlerde depolama düzeninin yetersizliği, elektronik ekipmanlara ilişkin periyodik kontrollerin aksatılması, otomatik yangın söndürme sistemlerinin kısıtlılığı ve ilk müdahale ekipmanlarının eksikliği gibi zayıf noktalar tespit edilmiştir. Olasılık, frekans ve şiddet parametreleri üzerinden hesaplanan risk puanlarının tamamının “Önemli Risk” kategorisinde yer alması, depo alanlarının yangın güvenliği açısından acilen iyileştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Bulgular, özellikle düzensiz istifleme, elektronik cihaz kaynaklı arızalar ve yangın söndürme altyapısındaki eksikliklerin yangının meydana gelme olasılığını artırdığını ortaya koymaktadır. Buna ek olarak, yangın

söndürme cihazlarının bulunmaması veya yetersizliği ile eğitimli söndürme ekiplerinin oluşturulmaması, olası bir yangın durumunda hızlı ve etkili müdahale kapasitesini sınırlamaktadır. Bu sonuçlar, yangın riskinin azaltılması için depo alanlarında düzen, kontrol, periyodik bakım ve personel eğitimi gibi temel iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının güçlendirilmesinin zorunlu olduğunu göstermektedir.

6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, hastane depo alanlarının yangın açısından yüksek risk barındırdığını ve özellikle elektrik altyapısı, yanıcı malzeme yoğunluğu, kimyasal depolama koşulları ile uygunsuz istifleme uygulamalarının risk seviyesini belirgin şekilde artırdığını ortaya koymuştur. Uluslar arası vaka örnekleri ve Fine–Kinney analizi sonucunda elde edilen skorlar, yüksek oranda "ÖNEMLİ" kategorilere ulaştığını göstermiş; bu durum, depo alanlarının sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği açısından önemli bir yere sahip olduğunu bir kez daha doğrulamıştır. Bulgular, mevcut depolama pratiklerinin yangının hem çıkış hem yayılma olasılığını artırdığını ve acil durumlarda hastane operasyonlarının sekteye uğrayabileceğini göstermektedir.

Bu nedenle hastanelerde depo güvenliğinin güçlendirilmesi için bütüncül ve sürekli bir iyileştirme yaklaşımı benimsenmelidir. Elektrik tesisatının periyodik kontrolü, yanıcı yükü azaltacak depolama düzenlemeleri, kimyasal maddelerin MSDS standartlarına uygun şekilde ayrıştırılması, etkin havalandırma sistemlerinin kullanılması ve otomatik algılama–söndürme sistemlerinin tam kapasiteyle çalışır durumda tutulması öncelikli gerekliliklerdir. Ayrıca depo personelinin eğitim düzeyinin artırılması, acil durum prosedürlerinin standardize edilmesi ve düzenli tatbikatların yapılması, insan kaynaklı hataları en aza indirerek yangın riskinin kontrol altına alınmasına önemli katkı sağlayacaktır. Tüm bu önlemler, hem hastane güvenliğini hem de sağlık hizmetlerinin kesintisiz devamlılığını destekleyen temel unsurlar olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

Altındaş, S. (2020). Hastanelerde Yangın Güvenliği: Konunun Türkiye Bağlamında İncelenmesi ve Bir Politika Önerisi. Journal of theFaculty of Engineeringand Architecture of Gazi University, 36(2), 913–924.

Aslan, Y. (2023). Hastane Tesis Yönetimi Süreçleri Risk Analizinin Fine-Kinney Metodu ile Değerlendirilmesi. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 26(4), 935–958. https://doi.org/10.61859/hacettepesid.1289176

Birgören, B. (2017). FineKinney Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 9(1).

Chen, Y., Yu, X., & Yang, Z. (2025). A FuzzyDecisionSupportSystemfor Risk Prioritization in Fine-Kinney-basedOccupational Risk Analysis. Journal of Soft Computing andDecisionAnalytics. https://doi.org/10.31181/jscda31202545

Damar, M., & Köse, E. (2024). An integratedFine-Kinney risk assessment model utilizingFermateanfuzzy AHP-WASPAS foroccupationalhazards in theaquaculturesector. ProcessSafetyandEnvironmentalProtection, 186, 232–251. https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.04.025

Kale, Ö. A., & Turan, S. (2024). İzmir'deki Bir Hastanenin Teknik Hizmetlerinin Fine-Kinney Yöntemiyle Risk Değerlendirmesi. Ergonomics, 7(2), 206–219. https://doi.org/10.33439/ergonomi.1430707

Karahan, V., & Aydoğmuş, E. (2018). Risk analysisand risk assessment of laboratoryworkbyFineKinneyMethod. International Journal of Advanced Natural SciencesandEngineeringResearches, Article 788. https://doi.org/10.59287/ijanser.788

Külekçi, G. (2023). İş sağlığı ve özgürlüğünün evrimi: Dünya çapındaki süreç ve madencilikte uygulama yöntemleri. Icontech Uluslararası Dergisi, 7(4), 8–15.

Külekçi, G. (2024). Yığın liç sürecinde çevresel ve iş sağlığı-güvenliği hususları: Madencilik endüstrisinde risklerin eleştirel analizi. Göbeklitepe Sağlık Bilimleri Dergisi, 7(18), 41–59.

Külekçi, G., & Güvendi, A. (2024). Çevresel tehlikelerin belirlenmesi ve sağlık etkilerinin incelenmesi: Gümüşhane katı atık tesisi örneği. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 13(3), 1327–1347.

Külekçi, G., & Lüleci, D. (2024). Tarihi yapılarda yangın riskleri ve iş güvenliği: Zorluklar ve çözüm önerileri. Euroasia Matematik, Mühendislik, Doğa ve Tıp Bilimleri Dergisi, 11(37), 60–76.

Külekçi, G., & Lüleci, D. (2024). Türkiye'de tarihi yapı yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği. 8th International HalıchCongress on MultidisciplinaryScientificResearch, 1119–1129.

Külekçi, G., & Meral, T. (2024). 3T Risk Analizi Yöntemi ile İnşaat Sahası Güvenliği ve Verimliliğinin Artırılması: Bir Vaka Çalışması Yaklaşımı. Journal of Investigations on Engineering & Technology, Volume 7, Issue 1, 1-12.

Külekçi, G., & Merttürk, Y. (2025). Kayaç yapısının ve patlayıcı miktarının titreşim parametrelerine etkisi. 2. Uluslararası Mardin Bilimsel Araştırma Ve İnovasyon Kongresi, 337-348.

Külekçi, G., & Şahin, R. (2024). Bir yeraltı madeninde üretim sürecinde karşılaşılabilecek İSG problemleri ve örnek kazalar. 3rd International Conference on Frontiers in AcademicResearch, 1242–1251.

Külekçi, G., & Şahin, R. (2023). Geçmişten günümüze yangın söndürme ve mega binalarda yangın söndürme sistemleri. 1. Bilsel uluslararası Harput bilimsel araştırma kongresi, 412-420.

Külekçi, G., & Şen, A. (2025). Çevre dostu patlatma teknikleri: gürültü, titreşim ve gaz emisyonlarının azaltılması. Isarc Internatıonal Scıence And Art Research Center, 376-387.

Külekçi, G., & Uçak, G. (2023). Depo yangınlarının iş güvenliği ve işçi sağlığı üzerindeki etkileri: Tütün mamulleri depoları üzerinde bir inceleme. 1. Bilimsel International Harput ScientificResearchesCongress, 404–411.

Külekçi, G., & Uçak, G. (2024). Madencilik işlemlerinde siyanür kullanımı ve oluşabilecek iş güvenliği sorunları. 2. Uluslararası Bilimsel ve Yenilikçi Çalışmalar Konferansı, 824–827.

Külekçi, G., Vural, A., &Aksut, Y. S. (2022). Isıl işleme maruz kalmış bazik maden cüruflarının puzolanik özelliklerinin araştırılması. Euroasia Matematik, Mühendislik, Doğa ve Tıp Bilimleri Dergisi, 9(25), 71–87.

Li, H., Wang, Y., Chong, D., Rajendra, D., &Skitmore, M. (2024). Fine-Kinneyfuzzy-basedoccupationalhealth risk assessmentforworkers in differentconstructiontrades. Automation in Construction, 168, Article 105738. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105738

Murat, B., & Yılmaz, K. (2021). Depolarda İş Sağlığı ve Güvenliği Bakımından Risk Faktörleri. International Symposium of ScientificResearchandInnovativeStudies, 411–424.

Satıcı, S. R., & Mete, S. (2024). Fine-Kinney-BasedOccupational Risk AssessmentusingPythagoreanFuzzy AHP-COPRAS. Gazi UniversityJournal of Science, 37(2), 854–873. https://doi.org/10.35378/gujs.1227756

Tosun, S., & Yılmaz, İ. (2022). Hastanelerde Yangınla Mücadelede Acil Durum Yönetimine İlişkin Kritik Başarı Faktörlerinin Belirlenmesi. BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 9(2), 761–770. https://doi.org/10.35193/bseufbd.1066547

Ülker, F., & Savsar, M. (2024). Depolama Sektöründe Yangın Riski ve Güvenlik. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 8(3), 115–130.

Yıldız, Z., & Çelik, G. (2020). Son Yıllarda Meydana Gelen Hastane Yangınları ve Nedenleri Üzerine Bir Araştırma. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(1), 169–180.

Zeynelgil, A. (2024). Polivinil Klorür (PVC) Geri Dönüşüm Tesisinin Güvenliği ve Fine-Kinney Analiz Metodu ile Yangın Riskinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.

MADENLERDE YANGIN VE YANGIN ÖNLEME SİSTEMLERİ

[1]Doç. Dr., Gökhan KÜLEKÇİ /[2]Seyfullah NERGİZ
[1]Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, gkulekci@gumushane.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2971-4045
[2] Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi İş Sağlığı ve Güvenliği ABD., seyfullahnergiz@gmail.com, ORCID:0009-0009-3763-8861

Özet

Madenlerde meydana gelen yangınlar, geçmişten günümüze madencilik faaliyetlerinin en yıkıcı ve ölümcül tehlikeleri arasında yer almaktadır. Tarihsel süreç incelendiğinde, özellikle metan gazı birikimleri, kömür tozu patlamaları, elektrik kaynaklı arızalar, ekipman aşırı ısınmaları ve kömürün kendiliğinden yanma süreçleri, madencilik sektöründe sıkça karşılaşılan yangın nedenleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yangınlar, sadece üretim süreçlerini aksatmakla kalmayıp, yer altı ve yerüstü çalışma ortamlarında ciddi yapısal ve çevresel etkiler oluşturmaktadır. Ayrıca ekipman hasarları, ekonomik kayıplar ve işçi sağlığı açısından doğrudan riskler ortaya çıkarmaktadır. Yangınların hızlı yayılımı, gaz patlamaları ve yüksek sıcaklıklar, madenlerdeki acil durum müdahalelerini karmaşıklaştıran faktörler arasında yer almaktadır

Bu bildiri kapsamında, maden yangınlarının oluşum mekanizmaları ve yangın sonrası oluşan riskler detaylı bir şekilde analiz edilmektedir. Modern madencilikte yangın güvenliğini artıran teknolojiler arasında gaz algılama ve izleme sensörleri, optimize edilmiş havalandırma stratejileri, ex-proof (alev sızdırmaz) ekipmanlar, inert gazlı yangın bastırma sistemleri, su sisleme (water-mist) teknolojileri ön plana çıkmaktadır. Bu sistemlerin etkinliği, uygulama kısıtları, bakım gereksinimleri ve entegrasyon zorlukları ulusal ve uluslararası literatür ışığında değerlendirilmiştir. Ayrıca, yangın yayılım hızları, sıcaklık profilleri ve patlama potansiyeli gibi teknik parametreler de bu değerlendirmeye dahil edilmiştir.

Çalışmanın amacı, madenlerde yangın güvenliği kültürünün güçlendirilmesine katkıda bulunmak, risk yönetimi stratejilerinin modernizasyonunu sağlamak ve yangın önleme ile söndürme teknolojilerinin bilimsel temellere dayalı olarak geliştirilmesine destek olmaktır. Böylece, madencilik sektöründe iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının etkinliği artırılmakta ve yangınla mücadelede kullanılan sistemlerin performansı optimize edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Maden yangınları, Yangın önleme sistemleri, Maden güvenliği, İSG

MINE FIRES AND FIRE PREVENTION SYSTEMS

Abstract

Fires occurring in mines have been among the most destructive and fatal hazards of mining operations from past to present. A review of the historical process shows that, in particular, methane gas accumulations, coal dust explosions, electrical failures, equipment overheating, and spontaneous combustion of coal frequently appear as causes of fires in the mining sector. These fires not only disrupt production processes, but also create serious structural and environmental impacts in both underground and surface working environments. In addition, they lead to equipment damage, economic losses, and direct risks to workers' health. The rapid spread of fires, gas explosions, and high temperatures are among the factors that complicate emergency response operations in mines.

Within the scope of this paper, the formation mechanisms of mine fires and the post-fire risks are analyzed in detail. Among the technologies that enhance fire safety in modern mining, gas detection and monitoring sensors, optimized ventilation strategies, ex-proof (flameproof) equipment, inert-gas fire suppression systems, and water-mist technologies come to the forefront. The effectiveness of these systems, their practical limitations, maintenance requirements, and integration challenges are evaluated in the light of national and international literature. In addition, technical parameters such as fire propagation rates, temperature profiles, and explosion potential are also included in this assessment.

The aim of this study is to contribute to strengthening the fire safety culture in mines, to support the modernization of risk management strategies, and to promote the advancement of fire prevention and suppression technologies on a scientific basis. In this way, the effectiveness of occupational health and safety practices in the mining sector is increased and the performance of systems used in fire-fighting is optimized.

Keywords: Mine fires, Fire prevention systems, Mine safety, Occupational health and safety

1. GİRİŞ

Madencilik faaliyetleri, insanlık tarihinin en eski üretim alanlarından biri olup ilk çağlardan itibaren ekonomik, teknolojik ve toplumsal gelişmelerin temelini oluşturmuştur. Neolitik dönemde taş ve obsidyen gibi doğal materyallerin çıkarılmasıyla başlayan madencilik, zamanla bakır, tunç ve demirin işlenmesiyle birlikte sistematik bir endüstriye dönüşmüştür (Külekçi, 2022). Sanayi Devrimi ile kömür ve metal madenlerinin yoğun olarak işletilmeye başlanması, yeraltı üretim tekniklerinin gelişmesine ve aynı zamanda maden güvenliği kavramının önem kazanmasına neden olmuştur. Bu tarihsel süreçte madenlerde meydana gelen yangınlar, madencilik sektörünün karşılaştığı en yıkıcı risklerden biri olarak öne çıkmıştır (Aydın& Karakurt, 2021).

Geçmişten günümüze maden yangınlarının temel nedenleri incelendiğinde; yanıcı gaz birikimleri (özellikle metan), kömürün kendiliğinden ısınarak tutuşması, elektrik sistemlerindeki arızalar, sıcak yüzeylerle temas, patlayıcı maddelerin yanlış kullanımı ve mekanik ekipman kaynaklı kıvılcımlar gibi unsurların belirleyici olduğu görülmektedir. Tarihsel olarak birçok büyük maden faciasının yangınla başlaması, yangın riskinin sadece bireysel ocaklarla sınırlı olmadığını; tüm madencilik literatüründe yapısal bir tehdit oluşturduğunu kanıtlamaktadır. Örneğin 1906'daki Fransa Courrières Faciası, 1965 Almanya Mondeville Yangını, 1992 Zonguldak Kozlu Grizu Patlaması ve 2014 Soma Faciası gibi olaylar, maden yangınlarının işçi sağlığı, çevresel etki ve ekonomik kayıplar açısından dramatik sonuçlara yol açtığını göstermektedir (Külekçi, 2022).

Madenlerde yangın, yalnızca ani gelişen bir olay değil; çoğu zaman uzun süreli kimyasal reaksiyonların, havalandırma düzensizliklerinin veya ekipman kusurlarının bir sonucu olarak ortaya çıkan kompleks bir süreçtir. Yangınların etkileri, yanıcı gazların hızlı şekilde yayılması, karbonmonoksit birikimi, sıcaklık artışı ve görüş mesafesinin azalması gibi faktörlerle birleştiğinde, madenciler için ölümcül bir ortam yaratmaktadır. Bu nedenle, madencilik tarihinde yangınla mücadele, salt söndürme faaliyetlerinden ibaret olmayıp; yangın önleme, erken algılama, izleme, risk analizi ve acil durum yönetiminin bütüncül olarak ele alınmasını gerektirmiştir (Külekçi & Uçak, 2023).

Günümüzde modern maden işletmeleri, teknolojik gelişmeler sayesinde otomatik yangın algılama ve söndürme sistemleri, sürekli gaz izleme sensörleri, havalandırma kontrolü, inertleştirme teknikleri ve kişisel koruyucu donanımlar gibi çok sayıda yöntemi entegre ederek riskleri azaltmaya çalışmaktadır. Bununla birlikte, yangın önleme kültürünün kurumsallaşması, çalışanların eğitimi ve düzenli risk analizlerinin yapılması da madencilik sektörünün sürdürülebilir güvenlik yaklaşımının vazgeçilmez parçaları haline gelmiştir (Külekçi, 2023).

2.YANGIN NEDİR VE MADEN YANGINLARININ BAŞLICA NEDENLERİ

Yangın, kontrolsüz biçimde başlayan ve hızla yayılan kimyasal bir oksidasyon reaksiyonu sonucu ortaya çıkan enerji açığa çıkışı olarak tanımlanabilir. Bu süreç, ısı, ışık, duman ve çeşitli gazların üretimi ile karakterizedir ve

genellikle maddelerin yanıcı özelliklerine, oksijen miktarına ve çevresel koşullara bağlı olarak gelişir. Akademik literatürde yangın, yalnızca bir ısı veya alev olayı olarak değil; aynı zamanda çevresel, ekonomik ve toplumsal etkileri bulunan bir risk olgusu olarak da ele alınmaktadır (Hansen, 2019).

Yangının oluşabilmesi için üç temel unsur gereklidir: yanıcı madde, oksijen ve ısı kaynağı (şekil 1). Bu üç unsur, yangının başlama ve sürdürülme koşullarını belirleyen "yangın üçgeni" olarak bilinir. Yanıcı maddenin fiziksel ve kimyasal özellikleri, ortam sıcaklığı, havadaki oksijen konsantrasyonu ve ortamın nem oranı, yangının şiddetini ve yayılma hızını doğrudan etkileyen sebeplerdir (Karaahmetoğlu, 2024).



Şekil 1. Yangını oluşturan 3 temel unsur

Madenlerde yangınlar, çok çeşitli nedenlerden kaynaklanabilir ve genellikle birden fazla risk faktörü bir araya geldiğinde ortaya çıkar. Yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar, yer altı madenlerinde yangınların büyük oranda kömürün kendiliğinden yanmasından veya metan gazı birikiminden kaynaklandığını göstermektedir. Diğer nedenler arasında elektriksel arızalar, mekanik sürtünmeler ve insan kaynaklı hatalar yer almaktadır.

2.1. Kendiliğinden Yanma

Kömür ve diğer karbon bazlı mineraller, oksijen ile uzun süreli temasta olduğunda kendiliğinden ısınabilir ve tutuşabilir. Bu durum, özellikle düşük havalandırmalı ve toz birikimi fazla olan alanlarda görülmektedir. Kendiliğinden yanma, madenlerde yangının en yaygın sebeplerinden biridir (Yılmaz, 2016).

2.2. Gaz Birikimi

Metan (CH_4), karbonmonoksit (CO) ve hidrojen sülfür (H_2S) gibi gazlar, havalandırmanın yetersiz olduğu bölgelerde birikebilir. Metan yoğunluğu %5–15 arasında olduğunda, en ufak kıvılcımla patlama ve yangına yol açabilir. ABD'deki madencilik verilerine göre, metan birikimi ve kömür tozu kombinasyonu, tüm patlamalı yangınların yaklaşık %70'inde etkili olmuştur (Külekçi, 2022).

2.3. Elektriksel Arızalar

Yer altı madenlerinde kullanılan ekipmanların %80'i elektrikle çalışmaktadır. Aşırı yüklenmiş kablolar, izolasyon hataları ve kıvılcım çıkaran elektrik ekipmanları yangın riskini ciddi ölçüde artırır(Külekçi, & Lüleci 2024). Örneğin, 2010 ABD "UpperBigBranch" maden kazasında yangının temel sebeplerinden biri elektrik arızası ve kıvılcım oluşumu olarak tespit edilmiştir .

2.4. Mekanik Isınmalar ve Sürtünme

Konveyör bantlar, rulmanlar, kırıcılar ve taş taşıma sistemleri, sürtünme ve aşırı ısınma sonucu yangın kaynağı olabilir. Yapılan ölçümlerde, konveyör bant hatlarındaki sıcaklık artışlarının 80°C'yi geçmesi halinde yangın riski artmaktadır (Külekçi, & Uçak, 2024) .

2.5. İnsan Kaynaklı Hatalar

Eğitim eksikliği, yanlış ekipman kullanımı, sigara içme ve bakım ihlalleri, yer altı madenlerinde yangın oluşumunu tetikleyen diğer önemli faktörlerdir. Türkiye ve dünya genelinde yapılan kazalarda, insan hatalarının yangın başlangıcında önemli bir oranda etkili olduğu bilinmektedir (Tanaka, 2021).

3. YANGIN ALGILAMA SİSTEMLERİ

Yer altı ve yer üstü madenlerinde yangınların erken tespiti, hem can kaybını önlemek hem de üretim kaybını minimize etmek için önemli ve gereklidir. Uluslararası standartlara göre, madenlerde yangın algılama sistemleri, yangın riskini yarıdan fazla oranda azaltabilmektedir (Külekçi, 2024). Modern sistemler, gaz sensörlerinden termal dedektörlere ve yapay zekâ tabanlı görüntü analiz sistemlerine kadar geniş bir teknolojik yelpazeyi kapsamaktadır (Külekçi, & Şahin, 2024).

3.1. Gaz Sensörleri

Metan (CH_4), karbonmonoksit (CO), karbon dioksit (CO_2) ve oksijen (O_2) seviyelerinin sürekli izlenmesi, yer altı madenlerinde yangının en erken uyarı noktalarından biridir(Külekçi, & Lüleci 2024). Gaz sensörleri, özellikle yüksek riskli bölgelerde otomatik alarm sistemleri ile entegre edilerek operatörlere anında uyarı vermektedir. Bu da yangın gibi felaket durumlarında daha erken müdahaleyi sağlayarak felaketi büyük oranda azaltmaya yardımcı olmaktadır (Qin vd., 2020).

3.2. Termal Dedektörler

Sıcaklık artışını algılayan termal dedektörler, konveyör bantları, kırıcılar, jeneratörler ve elektrik panoları gibi alanlarda kullanılmaktadır. Termal dedektörler sayesinde ekipman yüzeyindeki anormal sıcaklık artışları, yangın oluşmadan önce tespit edilebilmektedir. Yapılan saha çalışmaları, termal dedektörlerin yangınları başlamadan önce %60–65 oranında önceden tespit edebildiğini göstermektedir (Smith & Anderson, 2018).

3.3. Fiber Optik Isı İzleme Sistemleri

Konveyör hatları ve kritik ekipmanlar boyunca yerleştirilen fiber optik sensörler, hat boyunca metrelik hassasiyetle sıcaklık değişimlerini izler (şekil 2). Bu sistem, geniş alanlarda eş zamanlı sıcaklık kontrolü sağlar ve olası yangın risklerini önceden operatörlere bildirir (Erdem vd., 2016).



Şekil 2. Isı izleme sistemleri

3.4. Görüntü İşleme Tabanlı Sistemler

Modern yer üstü ve yer altı tesislerde kullanılan yapay zekâ destekli video analiz sistemleri, alev ve duman hareketlerini otomatik olarak algılayabilmektedir. Bu sistemler, özellikle geniş alanlarda görsel tarama yaparak insan hatasından kaynaklanan gecikmeleri ortadan kaldırır (Barış, 2023) .

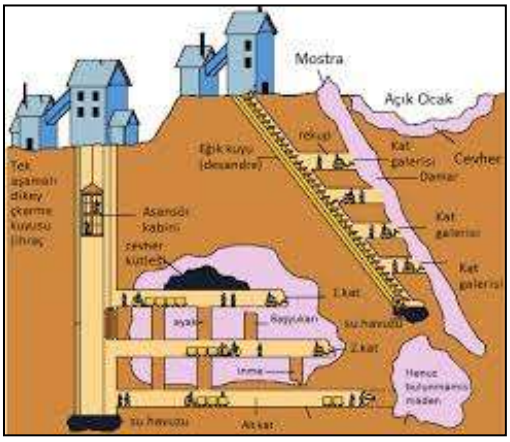
3.5. Erken Uyarı ve Alarm Sistemleri

Algılama sistemlerinden alınan veriler, otomatik alarm sistemleri ile entegre edilmelidir. Bu sayede yangın tespit edildiğinde hem personel tahliye edilir hem de otomatik söndürme sistemleri devreye girebilir (Erol, &Ürünveren, 2021).

4.YANGIN ÖNLEME SİSTEMLERİ

Madenlerde yangınların önlenmesi, yalnızca algılama değil; bütüncül bir güvenlik yaklaşımını gerektirir. Yangın önleme sistemleri, yangının çıkmadan engellenmesine odaklanır ve riskleri azaltmada büyük rol oynar. Yapılan araştırmalar, etkili yangın önleme sistemlerinin kullanıldığı madenlerde yangın vakalarının önemli oranında azaltıldığını göstermektedir (Jonathan, &Mbogo, 2016).

Havalandırma Sistemlerinin Optimizasyonu: Havalandırma, şekil 3'te gösterildiği gibi oluşturulmuş olup, metan ve diğer yanıcı gazların birikimini önlemeyi sağlamalıdır. Galeri tasarımı, hava debisi ve yönlendirmesi, oksijen oranının güvenli seviyede tutulmasını sağlar. Düzenli havalandırma kontrolü yapılan kömür ocaklarında gaz birikimi kaynaklı yangın vakaları daha az ve kömür madenleri daha güvenli hale gelebilir (Külekçi, 2022).



Şekil 3. Havalandırma akış şeması

Ex-proof Ekipman Kullanımı: Kıvılcım çıkarmayan ve alev sızdırmaz (ex-proof) ekipmanlar, elektriksel kaynaklı yangın riskini minimize eder. Elektrik motorları, jeneratörler ve aydınlatma sistemlerinde ex-proof cihazların kullanılması, yangınların önlenmesine katkı sağlar (Külekçi, & Güvendi, 2024) .

Konveyör Bant ve Mekanik Ekipman Koruması: Konveyör bantlar, kırıcılar ve taş taşıma sistemleri, sürtünme ve aşırı ısınma nedeniyle yangın riski yüksek alanlardır. Bu bölgelerde sıcaklık sensörleri, otomatik durdurma mekanizmaları ve su sisleme hatları kullanımı (şekil 4) , yangınların başlamadan önlenmesini sağlar (Külekçi, & Ünker, 2016) .



Şekil 4. Konveyör bant sistemi

Toz Kontrol Önlemleri: Kömür tozu, en küçük kıvılcımla bile patlamaya ve yangına dönüşebilir. Sisleme sistemleri, su püskürtme ve toz bağlayıcı kimyasallar, kömür tozu birikimini azaltmada etkilidir (Smith & Anderson, 2018).

Düzenli Bakım ve Denetim: Madenlerdeki ekipmanların düzenli bakımı ve denetimi, yangın riskini doğrudan etkiler. Elektrik kabloları, motorlar, rulmanlar ve havalandırma sistemleri için planlı bakım programları oluşturulmalıdır. Düzenli bakım yapılan ocaklarda ekipman kaynaklı yangınlar büyük oranda azaltılabilmektedir (Yaşar vd., 2015).

Personel Eğitimi ve Güvenlik Kültürü: Yangın önleme sistemlerinin etkinliği, yalnızca teknolojik altyapıya değil, personelin bilinç düzeyine de bağlıdır. Düzenli eğitimler, tatbikatlar ve güvenlik kültürünün oluşturulması, insan kaynaklı hataları minimize eder (Yılmaz, 2016).

5.YANGIN SÖNDÜRME SİSTEMLERİ

Yangın söndürme sistemleri, yangın olaylarını önlemek, kontrol altına almak ve söndürmek amacıyla tasarlanmış mekanik, elektronik veya kimyasal düzenekler bütünüdür. Bu sistemler, yangının büyümesini engellemek, can ve mal kaybını azaltmak ve iş yerlerinde güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için kullanılır. Genel olarak yangın söndürme sistemleri, yangın algılama ve erken uyarı mekanizmaları ile entegre çalışarak yangına hızlı müdahale edilmesini mümkün kılar (Külekçi, 2022).

5.1 Su Sisleme ve Köpük Sistemleri

Şekil 5'te gösterildiği üzere su sisleme sistemleri, yer altı galerilerinde alevin ısısını düşürerek ve oksijenle temasını keserek yangını kontrol altına alır. Köpük sistemleri ise özellikle kömür yangınlarında etkili olup, yanıcı malzemeyi tamamen kaplayarak oksijenle teması engeller (Külekçi vd., 2022) .

5.2. İnert Gaz Kullanımı

Oksijen seviyesinin düşürülmesi, özellikle metan patlaması veya kömür tozu yangınlarında etkili bir yöntemdir. Azot (N_2) ve karbon dioksit (CO_2) kullanımı ile yangın bölgesindeki oksijen oranı düşürülerek yanma süreci durdurulabilir (şekil 5) (Külekçi, & Şahin, 2024).



Şekil 5. Su sisleme sistemi,İnert gaz tüpleri

5.3. Kimyasal Söndürücüler

Kendiliğinden yanma riski yüksek alanlarda, özel kimyasal jeller ve köpükler kullanılır. Bu kimyasallar, yanıcı malzemeyi kaplayarak tutuşmayı engeller ve ısıyı azaltır. Türkiye'de uygulanan pilot çalışmalarda, kimyasal söndürücülerle donatılmış ocaklarda yangınların genişlemeden kontrol altına alınabildiği gözlemlenmiştir(Külekçi, & Özsoy, 2024).

5.4. Portatif Ex-proof Söndürücüler

Yer altı madenlerinde taşınabilir, ex-proof özellikli söndürücüler, acil durumlarda ilk müdahale için özel bir yere sahiptir. Bu söndürücüler, kıvılcım çıkarmayan ve yanıcı gaz ortamına uygun yapıları ile kısa sürede müdahaleyi mümkün kılar (Ünal vd., 2016).

5.5. Otomatik Söndürme Sistemleri

Modern madenlerde kullanılan otomatik söndürme sistemleri, yangın algılama sistemleriyle entegre çalışarak, yangın tespit edildiğinde su, köpük veya inert gazı otomatik olarak devreye sokar. Bu sistemler sayesinde, insan müdahalesi gecikmiş olsa bile yangın hızla kontrol altına alınabilir (Külekçi, & Uçak, 2023).

6.ULUSLARARASI ÖRNEK OLAY İNCELEMELERİ

Yer altı madenlerinde yangınlar, hem iş sağlığı hem de ekonomik kayıplar açısından ciddi sonuçlar doğurmuştur. Dünya genelinde birçok büyük maden yangını, yangın önleme ve algılama sistemlerinin eksikliği veya yetersizliği nedeniyle trajik boyutlara ulaşmıştır. Bu bölümde üç önemli uluslararası örnek olay incelenmiştir:

Soma Kömür İşletmesi (Türkiye, 2014)

Soma faciası, Türkiye tarihinin en büyük maden kazalarından biri olarak kayıtlara geçmiştir. 301 madenci hayatını kaybetmiş, 486 kişi yaralanmıştır. Yapılan incelemelerde yangının temel nedenlerinin; kömürün aşırı ısınması, havalandırma hatalarının yanlış tasarımı ve yeterli yangın algılama sistemlerinin bulunmaması olduğu belirlenmiştir. Bu olay, Türkiye'de madencilik güvenliği ve yangın önleme kültürünün önemini dramatik şekilde ortaya koymuştur (şekil 6).



Şekil 6: Soma maden kazası (URL-1)

UpperBigBranch (ABD, 2010)

ABD West Virginia'daki UpperBigBranch madeninde meydana gelen yangın ve patlama, 29 kişinin ölümüne ve birçok işçinin yaralanmasına sebep olmuştur. Yangının tetikleyicisi, metan birikimi ve kömür tozu kombinasyonudur. Saha raporları, sensörlerin ve havalandırma sistemlerinin yetersiz olduğunu, acil durum

prosedürlerinin uygulanmadığını ortaya koymuştur. Analizler, etkili gaz algılama ve otomatik söndürme sistemlerinin olsaydı ölümlerin %50 oranında azaltılabileceğini göstermektedir (şekil 7).

Pike River (Yeni Zelanda, 2010)

Pike River kömür madeninde 29 Kasım 2010'da meydana gelen patlama, 29 madencinin hayatını kaybetmesine sebep olmuştur. İncelemeler, metan gazı birikimi, yeterli gaz sensörlerinin olmaması ve gecikmiş müdahale nedeniyle facianın büyüdüğünü göstermektedir. Yeterli sayıda gaz sensörü ve otomatik inert gaz söndürme sistemi olsaydı, yangın hızlı bir şekilde kontrol altına alınabilirdi (şekil 7).



Şekil 7: Upper big brach maden kazası anıtı (URL-2), Pike river maden kazası görseli (URL-3)

7. SONUÇLAR

Bu çalışma, madenlerde meydana gelen yangınların çoğunlukla önlenebilir nedenlerden kaynaklandığını ve etkili bir yangın güvenliği yönetimiyle bu risklerin önemli ölçüde azaltılabileceğini ortaya koymaktadır. İncelenen örnek olaylar, yetersiz havalandırma, metan ve diğer yanıcı gaz birikimi, elektrik ve mekanik sistem arızaları, sürtünmeye bağlı ısınmalar ve kömürün kendiliğinden yanması gibi teknik unsurların; bakım eksiklikleri, eğitim yetersizlikleri ve zayıf yönetim uygulamalarıyla birleştiğinde yangınların ana tetikleyicisi hâline geldiğini göstermiştir. Bu durum hem teknik hem de insan faktörlerinin bir araya gelerek çok boyutlu yangın risklerini oluşturduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, modern algılama ve otomatik söndürme sistemlerinin, fiber optik ve termal sensörlerin, gaz izleme teknolojilerinin ve uygun ex-proof ekipman kullanımının yangın güvenliğinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Etkin havalandırma tasarımları, düzenli bakım programları, sistematik denetimler ve kapsamlı personel eğitimi ile tatbikatların, hem erken uyarı mekanizmalarının etkinliğini artırdığı hem de insan kaynaklı hataları azaltarak kazaların önlenmesine önemli katkılar sunduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, madenlerde yangın güvenliğinin sağlanması yalnızca teknik sistemlere bağlı değildir; insan faktörü, eğitim, bakım uygulamaları ve yönetimsel süreçlerin tümüyle desteklenen bütüncül bir yaklaşım

gerektirir. Bu çalışma, maden işletmeleri için proaktif bir yangın güvenliği kültürü oluşturmanın ve uluslararası standartlara uyum sağlamanın zorunlu olduğunu vurgulamakta; aynı zamanda literatüre bütüncül yangın güvenliği yaklaşımını merkeze alan kapsamlı bir referans sunmayı amaçlamaktadır.

KAYNAKLAR

Aydın, G., & Karakurt, İ. (2021). Yer altı maden işletmeciliğinde sağlık ve güvenlik sorunları. Journal of Technical Sciences, 11(1), 1–12.

Barış, K. (2023). Türk yer altı ocaklarında değişmesi gereken bir yaklaşım: Havalandırma. 15. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.

Erdem, B., Ceylanoğlu, A., & Duran, Z. (2016). Alev yürütmez bant kullanımının yer altı madenciliği için değerlendirilmesi. Bilimsel Madencilik Dergisi, 55(4), 23–36.

Erol, İ., &Ürünveren, A. (2021). Yer altı kömür madenlerinde meydana gelen büyük kazalar. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 193–207.

Hansen, R. (2019). Fire behaviour of multiple fires in a mine driftwithlongitudinalventilation. International Journal of MiningScienceandTechnology, 29(2), 245–254.

Jonathan, G. K., &Mbogo, R. W. (2016). Maintaininghealthandsafety at workplace: Employeeandemployer's role in ensuring a safeworkingenvironment. Journal of EducationandPractice, 7(29), 1–7.

Karaahmetoğlu, A. (2024). İşçi sağlığı ve iş güvenliği açısından Soma ve Zonguldak madenlerinin karşılaştırılması. Çalışma İlişkileri Dergisi, 15(1), 30–62.

Külekçi, G. (2022). Madenicilik işlemlerinde toz oluşumu ve insan sağlığına etkisi üzerine örnek çalışma: Bir taş ocağı toz emisyonu miktarı hesaplanması örneği. Göbeklitepe Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(8), 1–11.

Külekçi, G. (2022). Therelation of themethodused in tunnelingoperationswiththegeologicalstructure: Example of the Black Seacoastalroad. Journal of CivilEngineeringand Construction, 11(4), 255–263.

Külekçi, G., Vural, A., & Aksut, Y. S. (2022). Isıl işleme maruz kalmış bazik maden cüruflarının puzolanik özelliklerinin araştırılması. Euroasia Matematik, Mühendislik, Doğa ve Tıp Bilimleri Dergisi, 9(25), 71–87.

Külekçi, G., & Ünker, F. (2022). Madencilik işlemlerinde robotların kullanılabilirliğinin araştırılması. European Science & Technology Journal, 38, 137–142.

Külekçi, G. (2022). Tünel açma işlemlerinde kullanılan yöntemin jeolojik yapı ile ilişkisi Karadeniz sahil yolu örneği. İnşaat Mühendisliği ve İnşaat Dergisi, 11 (4), 255-263.

Külekçi, G. (2023). İş sağlığı ve özgürlüğünün evrimi: Dünya çapındaki süreç ve madencilikte uygulama yöntemleri. Icontech Uluslararası Dergisi, 7 (4), 8-15.

Külekçi, G. (2023). Dünyada ve Türkiye'deki maden kazalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından incelenmesi. Ejons International Journal, 7(4), 623–633.

Külekçi, G., & Uçak, G. (2024). Madencilik işlemlerinde siyanür kullanımı ve oluşabilecek iş güvenliği sorunları. 2. Uluslararası Bilimsel ve Yenilikçi Çalışmalar Konferansı, ss, 824-827

Külekçi, G., & Özsoy, D. (2024). Dünyadaki metro yangınlarının; iş sağlığı ve güvenliği açısından istatistiksel incelenmesi. ss, 1110-1118

Külekçi, G., & Lüleci, D. (2024). Türkiye'de tarihi yapı yangınlarında iş sağlığı ve güvenliği. 8th International Halıch Congress on Multıdıscıplınary Scientıfic Research, ss. 1119-1129.

Külekçi, G. (2024). Yığın liç sürecinde çevresel ve iş sağlığı-güvenliği hususları: Madencilik endüstrisinde risklerin eleştirel analizi. Göbeklitepe Sağlık Bilimleri Dergisi, 7(18), 41–59.
Külekçi, G., & Güvendi, A. (2024). Çevresel tehlikelerin belirlenmesi ve sağlık etkilerinin incelenmesi: Gümüşhane katı atık tesisi örneği. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 13(3), 1327–1347.
Külekçi, G., & Lüleci, D. (2024). Tarihi yapılarda yangın riskleri ve iş güvenliği: Zorluklar ve çözüm önerileri. Euroasia Matematik, Mühendislik, Doğa ve Tıp Bilimleri Dergisi, 11(37), 60–76.
Külekçi, G. & Şahin, R. (2024). Bir yeraltı madeninde üretim sürecinde karşılaşılabilecek İSG problemleri ve örnek kazalar. 3rd International Conference on Frontiers in AcademicResearch, 1242–1251.
Külekçi, G. & Uçak, G. (2023). Depo yangınlarının iş güvenliği ve işçi sağlığı üzerindeki etkileri: Tütün mamulleri depoları üzerinde bir inceleme. 1. Bilimsel International Harput ScientificResearchesCongress, 404–411.
Qin, J. Liu, C. & Huang, Q. (2020). Simulation on fire emergencyevacuation in specialsubwaystationbased on Pathfinder. Case Studies in ThermalEngineering, 21, 100677.
Smith, R. & Anderson, T. (2018). Enhancing fire safety in the New York City subway. Journal of SafetyResearch, 67, 110–122.
Tanaka, K. (2021). Fire safetyinnovations in Japan’s metro systems. JapaneseJournal of DisasterPrevention, 33(4), 220–235.
Ünal, M.S. &Kıllıoğlu, S.Y. & Ünver, B. (2016). Maden ekipmanları patlatmazlık (ex-proof) sertifikalarının karşılaştırılması. Bilimsel Madencilik Dergisi, Cilt 55, Sayı 4, Sayfa 37-45
Yaşar, S., İnal, S., Yaşar, Ö., & Kaya, S. (2015). Geçmişten günümüze büyük maden kazaları. Madencilik, 54(2), 33–43.
Yılmaz, A. (2016). Ocak yangınlarında kendiliğinden yanmanın iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi. C.B.Ü. Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi, 21(1), 38–47.

YEŞİL SENTEZLENEN ZNO NANOPARÇACIKLARININ KARAKTERİZASYONU VE NANOAKIŞKAN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN TEORİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Berke Bilgenur Kandemir Şener
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Karaman, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8863-6238
bilgenurkandemir@kmu.edu.tr, +90 507 868 89 88

Mustafa Akkaya
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Manisa, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8690-921X
mustafa.akkaya@cbu.edu.tr, +90 538 023 66 47

Özet

Bu çalışmada, *Aronia melanocarpa* bitkisi kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle çevre dostu ZnO nanoparçacıkları elde edilmiştir. Bitki bazlı indirgeme ve stabilizasyon ajanlarının kullanımı, toksik kimyasal içermeyen bir sentez süreci sunarak hem çevresel sürdürülebilirliği hem de nanoparçacıkların stabilitesini artırmaktadır. Nanoparçacıkların yapısal karakterizasyonu için FTIR ve UV-Vis spektroskopi analizleri gerçekleştirilmiştir.

FTIR spektrumunda 713, 898 ve 1041 cm^{-1} gibi dalga sayılarında pikler gözlemlenmiş olup, literatürde bu bölgeler Zn–O ve Zn–OH bağlarının gerilme titreşimleriyle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca 1417 ve 1598 cm^{-1} civarındaki pikler, yeşil sentezde kullanılan bitki özlerinden gelen fenolik ve protein temelli grupların yüzeye bağlandığını göstererek nanoparçacıkların stabilizasyonunu desteklemektedir. Bu veriler ZnO'nun başarıyla sentezlendiğini göstermektedir. UV spektroskopi analizinde 270 nm ile 370 nm arasında görülen yüksek absorbans değerlerinin ZnO nanopartiküller için literatürde verilen absorbans değerleri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Çalışmanın ikinci aşamasında, ZnO nanoparçacıkları katkılı baz sıvılardan oluşturulan nanoakışkan sisteminin bazı termodinamik özellikleri ve Reynold's sayısı teorik olarak hesaplanmıştır. ZnO nanoparçacıklarının eklenmesi akışkanın davranışında önemli değişikliklere sebep olmuştur. Reynolds sayısı, viskozitedeki küçük bir artışa rağmen yoğunluktaki artışla birlikte artmıştır. Bu yönüyle çalışma, yeşil sentezli nanoparçacıkların mühendislik hesaplamalarında kullanılabilirliğini değerlendiren çevreci ve öncü bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: yeşil sentez, nanoparçacık, nanoakışkan, termofiziksel özellikler.

CHARACTERIZATION OF GREEN-SYNTHESIZED ZNO NANOPARTICLES AND THEORETICAL EVALUATION OF NANOFLUID THERMOPHYSICAL PROPERTIES

Abstract

In this study, environmentally friendly ZnO nanoparticles were synthesized via a green synthesis approach using *Aronia melanocarpa* plant extract. The use of plant-based reducing and stabilizing agents provides a synthesis process free of toxic chemicals, thereby enhancing both environmental sustainability and nanoparticle stability. FTIR analysis and UV analysis were performed to characterize the structural properties of the nanoparticles.

In the FTIR spectrum, peaks were observed at wavenumbers such as 713, 898, and 1041 cm^{-1}, which are associated in the literature with the stretching vibrations of Zn–O and Zn–OH bonds. Furthermore, peaks around 1417 and 1598 cm^{-1} indicate the presence of phenolic and protein-based functional groups originating from the plant extracts used in the green synthesis, confirming their interaction with the nanoparticle surface and supporting nanoparticle stabilization. These findings demonstrate the successful synthesis of ZnO nanoparticles.

In the second stage of the study, certain thermophysical properties of the nanofluid system formed from base fluids containing ZnO nanoparticles were calculated theoretically. In this context, thermodynamic properties and Reynold's number were estimated using empirical models. Addition of ZnO nanoparticles caused sigbificant difference on behaviour of the nanofluid. Even though a small increase in viscosity, Reynold's number increased with the increase in density. The theoretical data obtained formed the basis for future experimental applications. In this respect, the study presents an environmentally friendly and pioneering approach that evaluates the usability of green-synthesised nanoparticles in engineering calculations.

Keywords: Green synthesis, nanolubricant, nanoparticles , thermophysical properties

1. GİRİŞ

1.1. Kuramsal Çerçeve

Son yıllarda nanoteknoloji alanındaki hızlı gelişmeler, metal oksit nanoparçacıkların (MONP'ler) farklı disiplinlerde geniş uygulama alanları bulmasına olanak tanımıştır. Bununla birlikte, geleneksel fiziksel ve kimyasal sentez yöntemlerinin yüksek enerji gereksinimi, toksik kimyasal kullanımı ve çevresel atık üretimi gibi dezavantajları, sürdürülebilir alternatif yaklaşımların önemini artırmıştır (Ramesh ve ark., 2015). Bu bağlamda, *yeşil sentez* yöntemi hem çevre dostu hem de ekonomik açıdan cazip bir yol sunarak ön plana çıkmaktadır (Gebreslassie and Gebretnsae, 2021).

Yeşil sentez yaklaşımı, bitki özleri, algler, mikroorganizmalar ve mantarlar gibi biyolojik ajanların indirgeme ve stabilizasyon kapasitelerinden faydalanarak metal iyonlarının nanoparçacıklara dönüştürülmesini sağlar (Shu ve ark., 2023). Bitki özütlerinde doğal olarak bulunan polifenoller, flavonoidler, terpenoidler, proteinler ve amino asitler gibi biyoaktif bileşikler, nanoparçacıkların hem oluşumunda hem de yüzey kaplamasında etkin rol oynar. Bu sayede, kimyasal reaktif kullanımına gerek kalmadan, düşük sıcaklık ve basınç koşullarında yüksek verimli sentezler gerçekleştirilebilir.

Literatürde yeşil sentezle başarıyla elde edilen en yaygın MONP'ler arasında ZnO, SnO_2 ve Fe_2O_3/Fe_3O_4 gibi oksitler yer almaktadır (Matinisea ve ark., 2017). ZnO nanoparçacıkları, geniş bant aralığı ve yüksek eksiton bağlanma enerjisi nedeniyle optoelektronik uygulamalardan kozmetik ürünlerine, antimikrobiyal ve antikanser terapilere kadar birçok alanda değerlendirilmektedir. SnO_2 nanoparçacıkları ise özellikle fotokataliz, gaz sensörleri, batarya elektrotları ve biyomedikal alanlarda kullanılmakta olup; Citrus sinensis, Psidium guajava ve Foeniculum vulgare gibi bitki özütleriyle sentezlenmiştir. Diğer yandan, Fe_2O_3/Fe_3O_4 nanoparçacıkları manyetik özellikleri ve düşük biyotoksisiteleri sayesinde atık su arıtımı, ilaç taşıma sistemleri ve görüntüleme teknolojilerinde tercih edilmektedir (Negrescu ve ark., 2022).

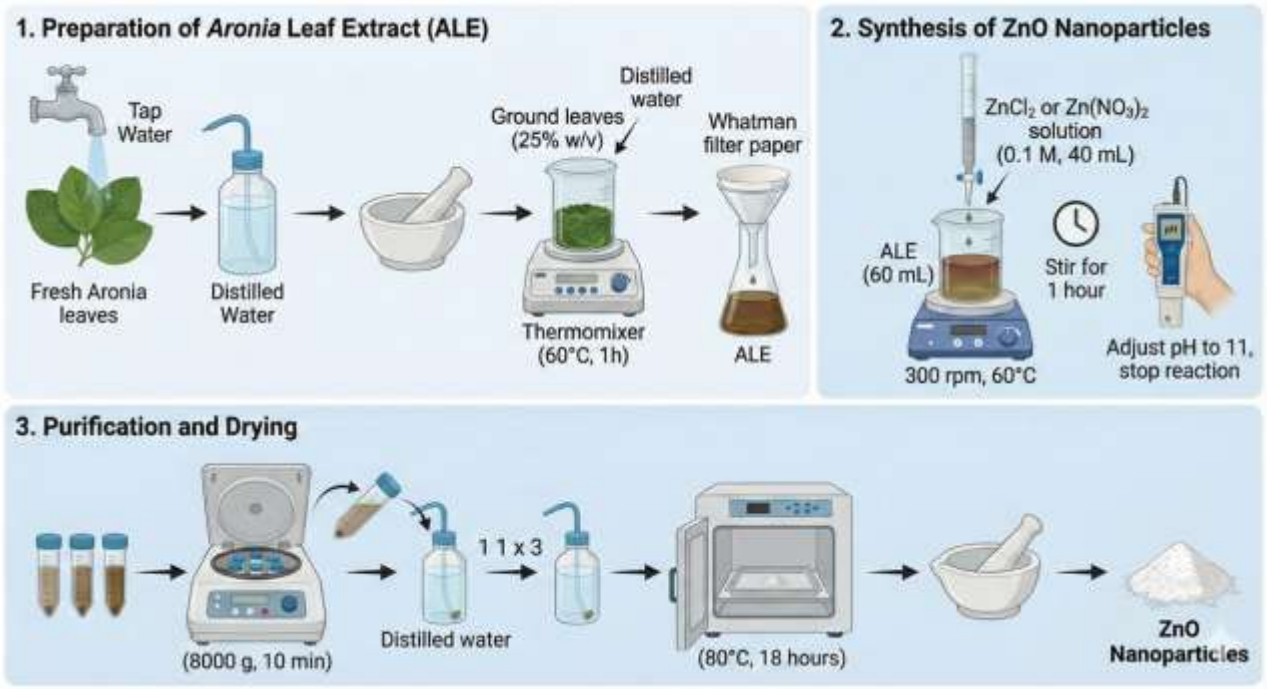
Yeşil sentezlenmiş MONP'lerin karakterizasyonunda FTIR, XRD, UV-Vis, SEM ve TEM gibi teknikler yaygın olarak kullanılmakta olup; bu yöntemlerle biyolojik ajanların nanoparçacık yüzeyindeki etkileşimleri, kristal yapı, optik özellikler ve morfolojik boyutlar detaylı şekilde analiz edilebilmektedir (Chusuei ve ark., 2013). Özellikle FTIR analizinde gözlemlenen Zn–O, Sn–O ve Fe–O titreşimleri, başarılı sentezin doğrudan bir göstergesidir.

Bu çevre dostu sentez yönteminin artan önemi, hem yeşil kimya prensiplerinin uygulanabilirliğini göstermekte hem de sürdürülebilir nanomalzeme üretimine katkı sunmaktadır. Bu bağlamda, çalışmamızda *Aronia melanocarpa* yaprak ekstraktı kullanılarak biyojenik olarak sentezlenen ZnO nanoparçacıklarının nanoakışkan formülasyonlarındaki etkisi araştırılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. *A. melanocarpa* Yaprak Ekstraktı ile Biyojenik ZnO Nanoparçacık Sentezi

Bu çalışmada, çinko oksit (ZnO) nanoparçacıkları, *Aronia melanocarpa* yaprak ekstraktı (ALE) kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle elde edilmiştir (Şekil 1). Hasat sonrası toplanan yapraklar önce musluk suyu ile, ardından üç kez saf suyla yıkanarak yüzey kirliliklerinden arındırılmıştır. Temizlenen yapraklar, %25 (w/v) oranında saf su içerisinde, 60 °C sıcaklıkta bir saat süreyle çalkalanmış ve bu işlem sonucunda oluşan karışım Whatman filtre kağıdı yardımıyla süzülerek ekstrakt hazırlanmıştır. Elde edilen yaprak ekstraktı sonraki işlemler için 4 °C'de muhafaza edilmiştir. Nanoparçacık sentezi sürecinde, 60 mL ALE içerisine 0.1 M konsantrasyonda $ZnCl_2$ çözeltisi (40 mL) damla damla eklenmiş ve karışım 90 °C sıcaklıkta, 300 rpm hızında manyetik karıştırıcıyla bir saat süreyle reaksiyona sokulmuştur. Reaksiyonun tamamlanması için ortam pH'sı 11'e ayarlanmıştır. Sentezlenen ZnO nanoparçacıkları, 8000 g kuvvette 10 dakika süren santrifüjleme işlemiyle üç kez saf suyla yıkanmış; her aşamada süpernatan sıvı uzaklaştırılmıştır. Elde edilen pellet, 80 °C'de 18 saat boyunca kurutulmuş ve sonrasında havanda öğütülerek homojen ve ince tanecikli ZnO nanoparçacık tozu formuna getirilmiştir.



Şekil 2.1. ZnO nanopartiküllerin hazırlanışı.

2.2. Nanopartiküllerin FTIR ve UV abzorbans analizleri

Nanopartikül oluşumu ve elde edilen nanopartiküllerdeki metal oksit oluşumunu analiz etmek amacıyla UV 1800 Schimadzu UV Spectrophotometer Bruker Vertex 70 Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (Massachusetts, USA) kullanılmıştır.

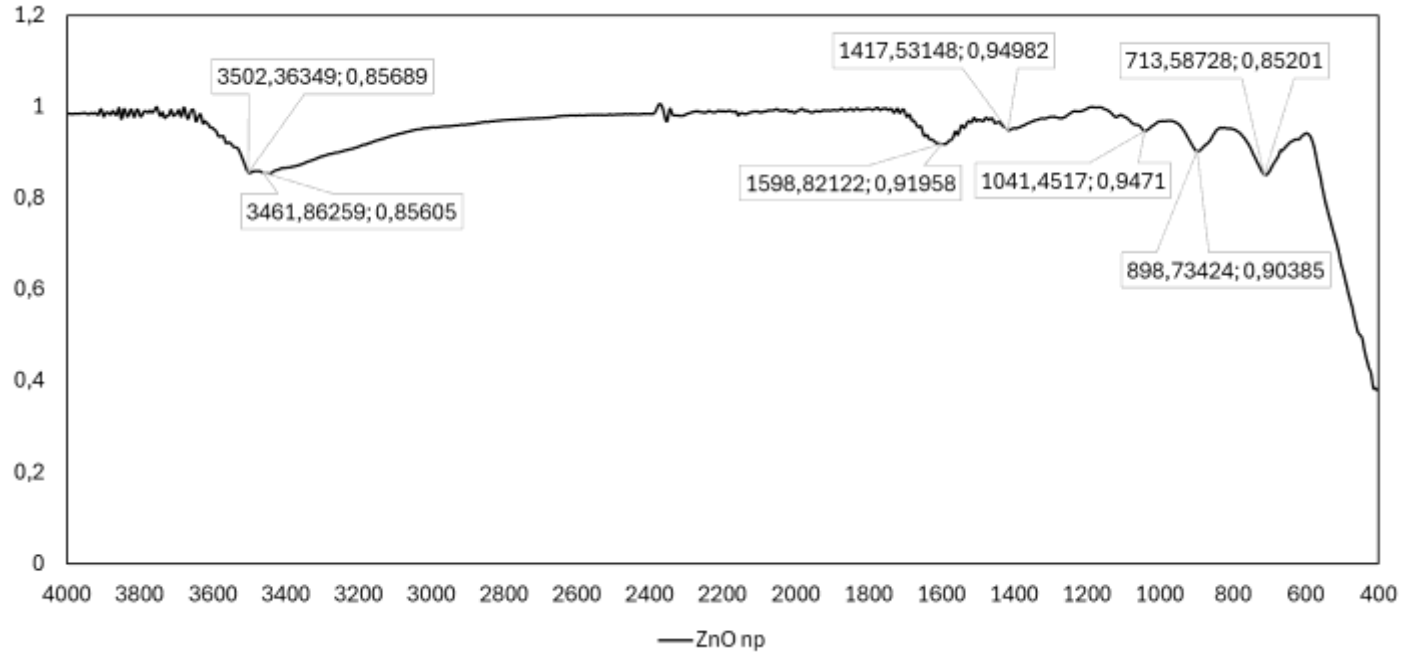
2.3. ZnO Nanoparçacık Tabanlı Nanoakışkanların Termodinamik analizi

Termodinamik analiz için tipik bir boru içi akış senaryosu varsayılmıştır. Akış koşulları için boru çapının (D) 0,01 m ve akış hızının (v) 1,0 m/s olduğu varsayılmıştır. Analiz sonuçları, ZnO nanoparçacıklarının eklenmesiyle akışkanın davranışında önemli değişiklikler olduğunu göstermiştir. Reynolds sayısı, Einstein modeli'ne göre hesaplanmış olan dinamik viskozite (Breki ve ark., 2018) ve Pak ve Cho (1998) modeline göre bulunmuş olan yoğunluktaki değişim ile kıyaslanmıştır. Tüm konsantrasyonlarda akış rejimi türbülanslı kalmıştır (Re> 2300). Nanoakışkanlar için pompalama gücü (P_pump) (sistemde akışkanı hareket ettirmek için gereken güç) ve basınç düşüşü (P), Darcy-Weisbach denkleminden elde edilmiştir (Shah ve ark., 2024).

3. BULGULAR

3.1. Nanoparçacıkların FTIR analizi

ZnO nanoparçacıklarına ait FTIR spektrumunda gözlenen bantlar, hem bitki ekstraktından gelen organik kaplayıcı grupları hem de Zn–O kafes titreşimlerini ortaya koyarak yeşil sentezle oluşan yapının doğrulanmasını sağlamaktadır (Şekil 3.1).



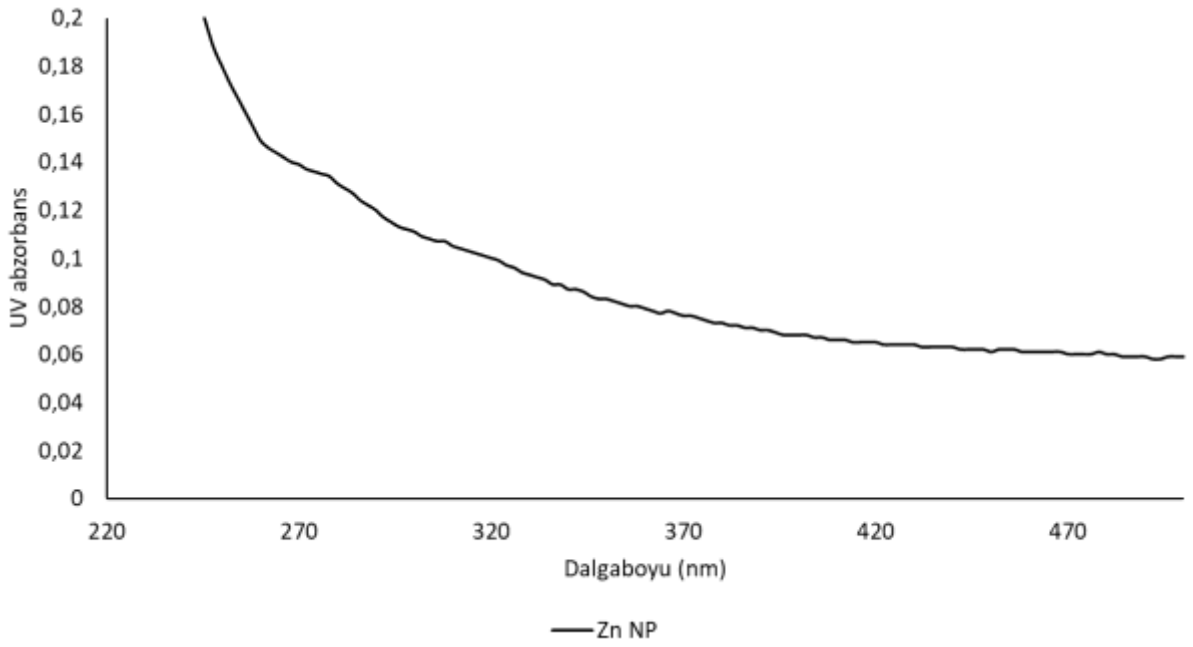
Şekil 3.1. ZnO nanopartiküllerin FTIR analizi.

3502 ve 3462 cm^{-1} civarındaki geniş bantlar, hidrojen bağlarıyla etkileşmiş –OH gerilme titreşimlerine karşılık gelmekte olup, hem adsorplanmış su moleküllerini hem de *Aronia melanocarpa* ekstraktındaki fenolik bileşik ve alkolik hidroksil gruplarını işaret etmektedir (Ramesh ve ark., 2015; Elnaggar ve ark., 2022; Karam ve Abdulrahman, 2022; Patkowska ve ark., 2025). 1599 cm^{-1} bölgesindeki pik, aromatik halkalardaki C=C gerilme titreşimi (Shu ve ark., 2022) ile ilişkilendirilebilir; 1418 cm^{-1} civarındaki bant ise karboksilat gruplarının ($–COO^–$) simetrik gerilme titreşimlerini temsil etmekte ve bitki kaynaklı organik asit/protein bileşenlerinin ZnO yüzeyinde kaplayıcı ve stabilize edici rol oynadığını göstermektedir. 1041 cm^{-1} civarındaki pik, polisakkaritler ve alkoller için tipik olan C–O ve C–O–C gerilme titreşimlerine atfedilmekte olup, ekstrakt kökenli biyomoleküllerin nanoparçacık yüzeyine bağlandığını desteklemektedir (Janaki ve ark., 2015).

Spektrumun düşük dalga sayısı bölgesinde yer alan 898 ve 714 cm^{-1} civarındaki bantlar, Zn–O kafes titreşimlerinin bulunduğu 400–800 cm^{-1} aralığı ile uyumlu olup ZnO nanoparçacıklarının oluşumunun doğrudan kanıtı olarak değerlendirilmektedir. 713–729 cm^{-1} aralığında rapor edilen karakteristik ZnO piklerine (örneğin *Ocimum tenuiflorum* yaprak ekstraktı ile sentezlenen ZnO NPs'de bildirilen 668–729 cm^{-1} bandı) ve 889 cm^{-1} civarında bildirilen Zn–O oluşum pikine (biberiye aracılı yeşil ZnO sentezinde 554 ve 889 cm^{-1} bantlarının birlikte ZnO oluşumunu doğrulaması) yakın dalga sayılarında piklerin gözlenmesi, bu çalışmada elde edilen ZnO nanoparçacıklarının literatürdeki yeşil sentezli ZnO sistemleri ile iyi bir uyum sergilediğini göstermektedir (Raut ve ark., 2013).

Böylece, FTIR sonuçları hem Zn–O kafes yapısının hem de bitki ekstraktından gelen fonksiyonel grupların varlığını ortaya koyarak ZnO nanoparçacıklarının yeşil sentez yoluyla başarıyla oluşturulduğunu ve yüzeylerinin biyomoleküllerle stabilize edildiğini güçlü biçimde doğrulamaktadır.

UV-Vis spektrumuna göre, nanopartiküller 270 -370 aralığında peakler vermiştir (Şekil 3.2). Bu sonuç literatürde yeşil sentezle üretilmiş ZnO nanopartiküllerin 400 nm'nin altında yüksek abzorpsiyon veren UV abzorbans verileri pikleri ile uyumludur (Tahsin ve Abdulrahman, 2022; Hameed ve ark., 2023).



Şekil 3.2. ZnO nanopartiküllerin UV absorbans ölçümleri

3.2. Hazırlanan Nanoakışkanların Termodinamik analizi

Termodinamik analiz için tipik bir boru içi akış senaryosu varsayılmıştır. Akış koşulları için boru çapının (D) 0,01 m ve akış hızının (v) 1,0 m/s olduğu varsayılmıştır. Analiz sonuçları, ZnO nanoparçacıklarının eklenmesiyle akışkanın davranışında önemli değişiklikler olduğunu göstermiştir. Reynolds sayısı, viskozitedeki küçük bir artışa rağmen yoğunluktaki artışla birlikte artmıştır. Tüm konsantrasyonlarda akış rejimi türbülanslı kalmıştır (Re> 2300). Nanoakışkanlar için pompalama gücü (P_pump) (sistemde akışkanı hareket ettirmek için gereken güç) ve basınç düşüşü (P), Darcy-Weisbach denkleminden elde edilmiştir (Shah ve ark., 2024). Tablo 1, hesaplanan temel termodinamik parametrelerin yanı sıra performans göstergelerinin bir özetini içerir.

Tablo 1. ZnO Nanoakışkanlarının Termodinamik ve Performans Analizi Sonuçları

Kütle Oranı (%)	Reynolds Sayısı (Re)	Nusselt Sayısı (Nu)	Pompalama Gücü Artışı (%)
0.00 (Saf Su)	11189.67	83.82	0.0%
0.25	11306.39	63.90	+0.9%
0.50	11422.84	54.04	+1.7%
0.75	11539.15	47.73	+2.6%
1.00	11655.08	43.18	+3.5%

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Aronia melanocarpa yaprak ekstraktı kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle elde edilen ZnO nanoparçacıklarının karakterizasyonu FTIR ve UV-Vis spektroskopi teknikleriyle gerçekleştirilmiştir. Elde edilen spektroskopik veriler hem sentezin başarıyla gerçekleştiğini hem de nanoparçacıkların yüzey özelliklerinin bitki kaynaklı biyoaktif bileşiklerce modifiye edildiğini ortaya koymuştur.

FTIR analizi sonucunda gözlenen 3502 ve 3462 cm^{-1} civarındaki geniş bantlar, –OH gruplarının varlığını göstermekte olup, hem ekstrakt kökenli fenolik ve alkolik hidroksil gruplarını hem de yüzeye adsorplanmış su moleküllerini işaret etmektedir. Bu bulgu, bitki özütündeki hidrofilik bileşenlerin nanoparçacık yüzeyine bağlanarak stabilizasyon sağladığını desteklemektedir.

Spektrumda yer alan 1599 cm^{-1} pikleri, aromatik C=C gerilmeleriyle ilişkilendirilmiş ve muhtemelen ekstrakttaki fenolik yapıların varlığına işaret etmektedir. Benzer şekilde, 1418 cm^{-1} civarındaki bant, karboksilat gruplarının simetrik gerilme titreşimlerine karşılık gelmekte ve protein ya da organik asit türevi bileşiklerin ZnO yüzeyinde kaplayıcı (capping) ajanlar olarak görev aldığını göstermektedir. 1041 cm^{-1} bölgesindeki pik, C–O ve C–O–C gerilmeleriyle ilişkilendirilmiş ve polisakkaritlerin veya alkolik bileşiklerin yüzeye bağlandığını düşündürmektedir. Düşük dalga sayılarındaki (714 ve 898 cm^{-1}) bantlar ise Zn–O bağlarının karakteristik kafes titreşimleriyle uyumlu olup, ZnO nanoparçacıklarının başarılı bir şekilde sentezlendiğini doğrudan doğrulamaktadır. Literatürde raporlanan ZnO titreşim bantlarının (örneğin 554, 668, 729, 889 cm^{-1}) bu çalışmada gözlenen piklerle örtüşmesi, elde edilen yapıların literatürdeki diğer yeşil sentez örnekleriyle benzer özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Raut et al., 2013; Chinnammal Janaki et al., 2015). UV-Vis spektroskopi sonuçları ise, ZnO nanoparçacıklarının 270–370 nm aralığında belirgin absorbsiyon gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu aralık, ZnO'nun tipik band aralığı içinde yer almakta olup, özellikle 350–380 nm bölgesindeki absorbans pikleri ZnO nanoparçacıkları için literatürde sıkça bildirilen karakteristik bölgelerle örtüşmektedir (Hameed et al., 2023; Tahsin & Abdulrahman, 2022). Elde edilen bu veriler, ZnO nanoparçacıklarının soğutma sistemlerinde nanoyağlayıcı katkısı olarak kullanımına uygun olduğunu göstermektedir. Her iki karakterizasyon yöntemi birlikte değerlendirildiğinde, yeşil sentezle elde edilen ZnO nanoparçacıklarının hem kimyasal hem de yapısal açıdan stabil, fonksiyonel ve çevre dostu bir nanomalzeme olarak üretildiği doğrulanmaktadır. Ayrıca, bitki ekstraktından gelen fonksiyonel grupların yüzey modifikasyonunu desteklemesi, nanoparçacıkların biyouyumlu ve düşük toksisiteli olmasını da sağlamaktadır. Bu durum, ZnO nanoparçacıklarının nanoakışkanlı sistemleri başta olmak üzere, çeşitli biyomedikal ve çevresel uygulamalarda sürdürülebilir bir alternatif olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanması ve düzenlenmesi sürecinde kullanılan yapay zekâ tabanlı araçlardan destek alınmıştır. Sunulan içerik ve yapılan yorumlardan tamamen yazar(lar) sorumludur. Bunun yanında, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü laboratuvarlarına cihaz ve malzeme destekleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

A. Breki, M. El-Hadek, and M. Nosonovsky, "Einstein's Viscosity Equation for Nanolubricated Friction," *Langmuir*, vol. 34, no. 43, pp. 12939–12945, Oct. 2018.

Aziz, S. B., Nofal, M. M., Brza, M. A., Sadiq, N. M., Dannoun, E. M. A., Ahmed, K. K., et al. (2022). Innovative Green Chemistry Approach to Synthesis of Sn^{2+}-Metal Complex and Design of Polymer Composites with Small Optical Band Gaps. Molecules, 27(6), 1965. https://doi.org/10.3390/molecules27061965

B. C. Pak and Y. I. Cho, "Hydrodynamic and heat transfer study of dispersed fluids with submicron metallic oxide particles," *Experimental Heat Transfer*, vol. 11, no. 2, pp. 151–170, Apr. 1998.

Balogun, S. W., James, O. O., Sanusi, Y. K., & Olayinka, O. H. (2020). Green synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles using bashful (Mimosa pudica), leaf extract: a precursor for organic electronics applications. SN Applied Sciences, 2, 504. https://doi.org/10.1007/s42452-020-2127-3

Buniyamin, I., Akhir, R. M., Asli, N. A., Khusaimi, Z., & Rusop, M. (2022). Green synthesis of tin oxide nanoparticles by using leaves extract of Chromolaena Odorata: The effect of different thermal calcination temperature to the energy band gap. Materials Today: Proceedings, 48, 1805–1809. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.117

Chinnammal Janaki, A., Sailatha, E., & Gunasekaran, S. (2015). Synthesis, characteristics and antimicrobial activity of ZnO nanoparticles. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 144, 17–22. https://doi.org/10.1016/j.saa.2015.02.041

Chusuei, C. C., et al. (2013). Cytotoxicity in the age of nano: The role of fourth period transition metal oxide nanoparticle physicochemical properties. Chemico-Biological Interactions, 206, 319–326. http://dx.doi.org/10.1016/j.cbi.2013.09.020

El-Sayed, S. M., Amer, M. A., Meaz, T. M., Deghiedy, N. M., & El-Shershaby, H. A. (2020). Microstructure optimization of metal oxide nanoparticles and its antimicrobial activity. Measurement, 151, 107191. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107191

Elango, G., et al. (2015). Green synthesis of SnO_2 nanoparticles and its photocatalytic activity of phenolsulfonphthalein dye. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 145, 176–180. http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2015.03.033

Elnaggar, M. Y., Fathy, E. S., & Wahab, L. A. (2023). Performance relative study of metal oxide nanoparticles on mechanical, thermal, and optical characteristics of gamma-irradiated poly (vinyl alcohol) nanocomposites. Applied Organometallic Chemistry, 37(2), e6965. https://doi.org/10.1002/aoc.6965

Fakhari, S., Jamzad, M., & Kabiri Fard, H. (2019). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles: a comparison. Green chemistry letters and reviews, 12(1), 19-24.

Gebreslassie, G., & Gebretnsae, H. (2021). Review on green synthesis, mechanism of formation, characterization techniques, and potential applications of SnO2NPs. Nanoscale Research Letters, 16, 97.

Groiss, S., Selvaraj, R., Varadavenkatesan, T., & Vinayagam, R. (2017). Structural characterization, antibacterial and catalytic effect of iron oxide nanoparticles synthesised using the leaf extract of Cynometra ramiflora. Journal of Molecular Structure, 1128, 572–578. http://dx.doi.org/10.1016/j.molstruc.2016.09.031

Guardia, P., Labarta, A., & Batlle, X. (2010). Tuning the Size, the Shape, and the Magnetic Properties of Iron Oxide Nanoparticles. Chemistry of Materials, 22(23), 6432–6438.

Hameed, H., Waheed, A., Sharif, M. S., Saleem, M., Afreen, A., Tariq, M., et al. (2023). Green Synthesis of Zinc Oxide (ZnO) Nanoparticles from Green Algae and Their Assessment in Various Biological Applications. Micromachines, 14(5), 928. https://doi.org/10.3390/mi14050928

Haq, S., Rehman, W., Waseem, M., Shah, A., Khan, A. R., Rehman, M. U., et al. (2020). Green synthesis and characterization of tin dioxide nanoparticles for photocatalytic and antimicrobial studies. Materials Research Express, 7, 025012.

Jassem, K. (2019). Mn_2O_3 nanoparticles fabrication. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 1279, 012004.

Karam, S. T., & Abdulrahman, A. F. (2022). Green Synthesis and Characterization of ZnO Nanoparticles by Using Thyme Plant Leaf Extract. Photonics, 9(8), 594. https://doi.org/10.3390/photonics9080594

Karthik, K., Revathi, V., & Tatarchuk, T. (2019). Microwave-assisted green synthesis of SnO_2 nanoparticles and their optical and photocatalytic properties. Molecular Crystals and Liquid Crystals. https://doi.org/10.1080/15421406.2018.1542080

Luque, P. A., Nava, O., Soto-Robles, C. A., Chinchillas-Chinchillas, M. J., Garrafa-Galvez, H. E., Baez-Lopeza, Y. A., et al. (2020). Improved photocatalytic efficiency of SnO_2 nanoparticles through green synthesis. Optik, 206, 164299. https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2020.164299

M. J. Pastoriza-Gallego, L. Lugo, D. Cabaleiro, M. M. Piñeiro, and M. J. P. Comuñas, “Thermophysical profile of ethylene glycol-based ZnO nanofluids,” *The Journal of Chemical Thermodynamics*, vol. 73, pp. 23–30, Jun. 2014.

M. Jebali, G. Colangelo, and A. I. Gómez-Merino, “Green Synthesis, Characterization, and Empirical Thermal Conductivity Assessment of ZnO Nanofluids for High-Efficiency Heat-Transfer Applications,” *Materials*, vol. 16, no. 4, p. 1542, Feb. 2023.

Majgaonkar, Amey, "Use of Nanoparticles In Refrigeration Systems: A Literature Review Paper" (2016). International Refrigeration and Air Conditioning Conference. Paper 1704. http://docs.lib.purdue.edu/iracc/1704

Markova, I. N., Zahariev, I. Z., Milanova, V. L., Ivanova, D. I., Piskin, M. B., Fachikov, L. B., & Hristoforou, E. (2017). NANOMATERIALS based on intermetallic (Co–Sn,Ni–Sn,Co–Ni) nanoparticles studied by FTIR spectroscopy. Reviews on Advanced Materials Science, 52, 70–81.

Matinise, P., Fuku, X. G., Kaviyarasu, K., Mayedwa, N., & Maazaa, M. (2017). ZnO nanoparticles via Moringa oleifera green synthesis: Physical properties & mechanism of formation. Applied Surface Science, 406, 339–347. http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.01.219

Negrescu, A. M., Killian, M. S., Raghu, S. N. V., Schmuki, P., Mazare, A., & Cimpean, A. (2022). Metal Oxide Nanoparticles: Review of Synthesis, Characterization and Biological Effects. Journal of Functional Biomaterials, 13(4), 274.

Panchve, D. P., Ray, M. P., & Suryawanshi, S. R. (2025). A Review on the Effect of Metal Oxide Nanoparticles on the Performance of Refrigeration Systems. J. Environ. Nanotechnol, 14(2), 514-524.

Pasieczna-Patkowska, S., Cichy, M., & Flieger, J. (2025). Application of Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy in Characterization of Green Synthesized Nanoparticles. Molecules, 30, 684. https://doi.org/10.3390/molecules30030684Rahman, M. T., Hoque, M. A., Rahman, G. T., Gafur, M. A., Khan, R. A., & Hossain, M. K. (2019). Study on the mechanical, electrical and optical properties of metal-oxide nanoparticles dispersed unsaturated polyester resin nanocomposites. Results in Physics, 13, 102264.

Ramesh, M., et al. (2015). Green synthesis of ZnO nanoparticles using Solanum nigrum leaf extract and their antibacterial activity. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 136, 864–870. http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2014.09.105

S. M. S. Murshed, K. C. Leong, and C. Yang, “Determination of effective specific heat of nanofluids,” *Journal of Experimental Nanoscience*, vol. 6, no. 5, pp. 484–496, Oct. 2011.

Saidur, R., Kazi, S. N., Hossain, M. S., Rahman, M. M., & Mohammed, H. A. (2011). A review on the performance of nanoparticles suspended with refrigerants and lubricating oils in refrigeration systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(1), 310-323.

Samy, A., El-Sherbiny, A., & Menazeh, A. A. (2019). GREEN SYNTHESIS OF HIGH IMPACT ZINC OXIDE NANOPARTICLES. Egyptian Journal of Chemistry, 62(Special Issue), 29–37.

Sangeethaa, R., & Muthukumaran, S. (2016). Investigation of optical, structural, FTIR and magnetic properties of Sn substituted $Zn_{0.98}Mn_{0.02}O$ nanoparticles. Ceramics International, 42, 5921–5931.

Selim, Y. A., Azb, M. A., Ragab, I., & Abd el-Azim, M. H. M. (2020). Green Synthesis of Zinc oxide nanoparticles Using Aqueous extract of Deverra tortuosa and their cytotoxic Activities. Scientific Reports.

Shah, A. H., Ahmed, W., Memon, L. A., Ghaffar, A., Luhur, M. R., Jamali, Q. B., & Rajput, U. A. (2024). Heat Transfer Enhancement and Pumping Power Characteristics of Fe2O3 and ZnO Nanofluids in a Double-Pipe Heat Exchanger. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, *51*(4).

Shu, M., Mahdavi, B., Balčiūnaitienė, A., Goorani, S., & Mahdavi, A. A. (2023). Novel green synthesis of tin nanoparticles by medicinal plant: Chemical characterization and determination of cytotoxicity, cutaneous wound healing and antioxidant properties. Micro & Nano Letters. https://doi.org/10.1049/mna2.12157

Soejima, T., Nishizawa, K., & Isoda, R. (2018). Monodisperse manganese oxide nanoparticles: Synthesis, characterization, and chemical reactivity. Journal of Colloid and Interface Science, 510, 272–279. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2017.09.082

Sudhaparimala, S., Gnanamani, A., & Mandal, A. B. (2014). Green synthesis of tin based nano medicine: Assessment of microstructure and surface property. American Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 2(4), 75–83.

Sulak, M., & Kavakcıoğlu Yardımcı, B. (2025). Green synthesis of tin and titanium nanoparticles using edible plant extracts: exploring their anticancer and antifungal activities. Biomass Conversion and Biorefinery, 15, 18331–18344. https://doi.org/10.1007/s13399-025-06745-9

Suresh, K. C., Surendhiran, S., Kumar, P. M., Kumar, E. R., Khadar, Y. A. S., & Balamurugan, A. (2020). Green synthesis of SnO_2 nanoparticles using Delonix elata leaf extract: Evaluation of its structural, optical, morphological and photocatalytic properties. SN Applied Sciences, 2, 1735. https://doi.org/10.1007/s42452-020-03534-z

Surnev, S., Fortunelli, A., & Netzer, F. P. (2012). Structure−Property Relationship and Chemical Aspects of Oxide−Metal Hybrid Nanostructures. Chemical Reviews, 112(8), 4314–4365.

Tamanna, N. J., et al. (2024). [Microstructural parameter determination for silver oxide and zinc oxide nanoparticles]. Results in Chemistry, 7, 101313. https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101313

Vijayakumar, S., Mahadevan, S., Arulmozhi, P., Sriram, S., & Praseetha, P. K. (2018). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using Atalantia monophylla leaf extracts: Characterization and antimicrobial analysis. Materials Science in Semiconductor Processing, 82, 39–45.

SNO_2 VE MNO NANOPARÇACIKLARININ YEŞİL SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE NANOYAĞLAYICI POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ

Berke Bilgenur Kandemir Şener
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Karaman, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8863-6238, bilgenurkandemir@kmu.edu.tr
Mustafa Akkaya
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Manisa, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8690-921X, mustafa.akkaya@cbu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, doğaya ve insan sağlığına zarar vermeyen bir yaklaşım olarak *Aronia melanocarpa* (aronya) bitki ekstraktı kullanılarak yeşil sentez yöntemiyle SnO_2 ve MnO_2 metal oksit nanoparçacıkları başarıyla elde edilmiştir. Yeşil sentez, çevre dostu reaktiflerin kullanılması ve toksik maddelerin ortadan kaldırılması açısından sürdürülebilir nanomalzeme üretimi için oldukça önemli bir alternatif sunmaktadır. Sentezlenen nanoparçacıkların yapısal karakterizasyonu amacıyla ilk aşamada FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi) analizi gerçekleştirilmiştir.

FTIR spektrumunda, SnO_2 nanoparçacıkları için 495 ve 1645 cm^{-1} dalga sayılarında belirgin pikler gözlemlenmiştir. Literatürde bu bölgeler, Sn–O bağlarının gerilme titreşimleri ve adsorbe su moleküllerinin H–O–H eğilme titreşimleri ile ilişkilendirilmektedir; bu da SnO_2'nun oluşumunu destekleyen önemli bir göstergedir. MnO_2 nanoparçacıkları için ise 480, 570 ve 603 cm^{-1} dalga sayılarında pikler kaydedilmiş olup, bu değerler Mn–O ve Mn–O–Mn bağlarının karakteristik gerilme titreşimlerine karşılık gelmekte ve literatürde MnO_2 fazının varlığıyla uyumlu bulunmuştur. Ek olarak, nanoparçacıkların optik özellikleri UV-Vis spektroskopisi ile değerlendirilmiş ve 400 nm altında görülen yüksek absorbansın literatürle uyumlu olduğu görülmüştür.

Ayrıca, SnO_2 ve MnO_2 nanoparçacıklarının soğutma sistemlerinde nanoyağlayıcı katkı maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda PAG baz yağı içerisine %0.5 ve %1.0 kütle fraksiyonlarında nanoparçacıklar ilave edilerek hazırlanan nanoyağlayıcıların viskozite değişimi, yoğunluk ve termal iletkenlik özellikleri teorik olarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler, nanoparçacık katkısının tribolojik performans ve enerji verimliliği üzerindeki etkisini göstermiştir. Bu yönüyle çalışma, hem yeşil sentez yaklaşımının nanoteknolojideki işlevselliğini göstermekte hem de mühendislik uygulamaları için çevreci ve yenilikçi katkı malzemeleri geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: yeşil sentez, nanoyağlayıcı, nanoparçacık, termal analiz.

SUSTAINABLE SYNTHESIS AND FUNCTIONAL EVALUATION OF SNO_2 AND MNO_2 NANOPARTICLES AS NANOLUBRICANT ADDITIVES

Abstract

In this study, SnO_2 and MnO_2 metal oxide nanoparticles were successfully synthesized via a green synthesis approach using *Aronia melanocarpa* (chokeberry) plant extract as an environmentally and biologically benign reducing agent. Green synthesis offers a highly important alternative for sustainable nanomaterial production by employing eco-friendly reagents and eliminating the use of toxic chemicals. As a first step in the structural characterization of the synthesized nanoparticles, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy was performed.

In the FTIR spectrum of the SnO_2 nanoparticles, distinct absorption peaks were observed at 495 and 1645 cm^{-1}. According to the literature, these bands are associated with the stretching vibrations of Sn–O bonds and the H–O–H bending vibrations of adsorbed water molecules, respectively, providing strong evidence for the formation of SnO_2. For the MnO_2 nanoparticles, characteristic peaks were recorded at 480, 570, and 603 cm^{-1}, which correspond to the stretching vibrations of Mn–O and Mn–O–Mn bonds and are in good agreement with the presence of the MnO_2 phase reported in the literature. In addition, the optical properties of the nanoparticles were evaluated by UV–Vis spectroscopy, and the obtained peaks under 400 nm were found to be consistent with previously reported data.

Furthermore, the applicability of SnO_2 and MnO_2 nanoparticles as nanolubricant additives in refrigeration systems was investigated. For this purpose, nanolubricants prepared by dispersing the nanoparticles into the PAG base oil at %0.5 and %1.0 mass fractions were theoretically evaluated in terms of viscosity variation, density, and thermal conductivity. The effects of nanoparticle incorporation on tribological performance and energy efficiency were demonstrated. In this respect, the present work not only demonstrates the functionality of the green synthesis approach in nanotechnology but also contributes to the development of environmentally friendly and innovative additive materials for engineering applications.

Keywords: green synthesis, nanolubricant, nanoparticles, thermal analysis.

1. GİRİŞ

1.1. Kuramsal Çerçeve

Metal oksit nanopartiküllerinin soğutma sistemlerindeki kullanımı, nanoakışkanlar olarak adlandırılan ısı transfer akışkanları sınıfının geliştirilmesiyle ilişkilidir (Saidur ve ark, 2011). Nanoakışkanlar, çeşitli uygulamalarda ısı transfer performansını iyileştirmek amacıyla nano boyutlu (1–100 nm) metal veya metal oksit parçacıklarının baz sıvılar içinde süspanse edilmesiyle oluşturulmaktadır. Bu nanomateryallerin soğutma sistemlerinde sağladığı temel avantajlar, yüksek özgül yüzey alanları sayesinde akışkan ve parçacıklar arasında daha fazla ısı transfer yüzeyi sağlamaları ve nano boyutlu süspanse katı parçacıklar nedeniyle termal iletkenliğin baz sıvılara göre daha yüksek olmasıdır. Ayrıca, nanoakışkanlar ısı transferinin yoğunlaşması sayesinde daha düşük pompalama gücü gerektirmektedir. Nanopartiküllerin akış kanalında tıkanma eğiliminin az olması nedeniyle sistemlerin kompakt hale getirilmesine veya minyatürize edilmesine olanak tanımaktadır. Daha önce nano materyallerin bu özelliklerinden yararlanılarak rotatif kompresörlerde kullanılması, buhar sıkıştırmalı çevrim performansının nanoparçacıklar kullanılarak artırılması ve nano boyutlu alümina parçacıklarının soğutucu akışkan içinde kullanıldığı difüzyon absorpsiyonlu soğutma sistemlerinin performans araştırması yapılmıştır (Panchve ve ark., 2025). Buna ek olarak, metal oksit nanopartikülleri (örneğin Mn_2O_3) genel olarak manyetik soğutma (magnetocooling) gibi uygulamalarda da yaygın olarak kullanılmıştır.

Nanopartiküllerin (NP) baz yağlar veya soğutucu akışkanlar içerisine eklenmesiyle elde edilen nanoyağlayıcılar ve nanoakışkanlar, özellikle buhar sıkıştırmalı soğutma sistemlerinde (BSSS) enerji verimliliğini artırma potansiyeli nedeniyle son zamanlarda büyük ilgi görmektedir (Senthilkumar ve ark., 2020). Bu malzemelerin üstün termofiziksel özelliklerinin iki nedeni vardır: yüksek yüzey alanı ve hacim oranı ve parçacıkların akışkan içinde hareket etmesi. Bu analiz, yeşil sentez yöntemi kullanılarak üretilen kalay dioksit (SnO_2) ve manganez oksit (MnO) nanopartiküllerinin nanoyağlayıcı potansiyellerini incelemektedir. Analiz ayrıca güncel bilimsel araştırmaları ve deneysel olarak verim (COP) değerlendirmelerini sunmaktadır.

SnO_2 Nanopartikülleri: Farklı baz akışkanlarla yapılan çalışmalar, SnO_2 nanopartiküllerinin termal iletkenlik üzerindeki etkisini göstermiştir. Örneğin, etilen glikol (EG) bazlı SnO_2 nanoyağlayıcılar üzerine yapılan bir araştırma, %25 kütle fraksiyonuna kadar olan konsantrasyonlarda termal iletkenlikte %14'lük bir artış olduğunu bulmuştur (Mariano ve ark., 2013). Nanopartiküllerin yüksek termal iletkenliği ve akışkan içinde hareketliliği, bu artışı açıklamaktadır. Ayrıca, SnO_2'nin indirgenmiş grafen oksit (rGO) ile hibritlenmesiyle oluşturulan nanoakışkanlarda, %0.07 hacim konsantrasyonunda bile termal iletkenlikte %102.97 gibi önemli bir artış olduğu bildirilmiştir (Chawhan ve ark., 2020)). Bu durum, hibrit nanopartikül sistemlerinin sinerjik etkisinin termal performansı önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, SnO_2 nanoyağlayıcıların

yüksek konsantrasyonlarda reopektik ve kayma incelmesi (shear thinning) gibi Newtoniyen olmayan reolojik davranışlar sergilediği gösterilmiştir. Bu nedenle, bu davranışların akışkanın pompalanması ve sistemin performansı açısından dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir (Mariano ve ark., 2013).

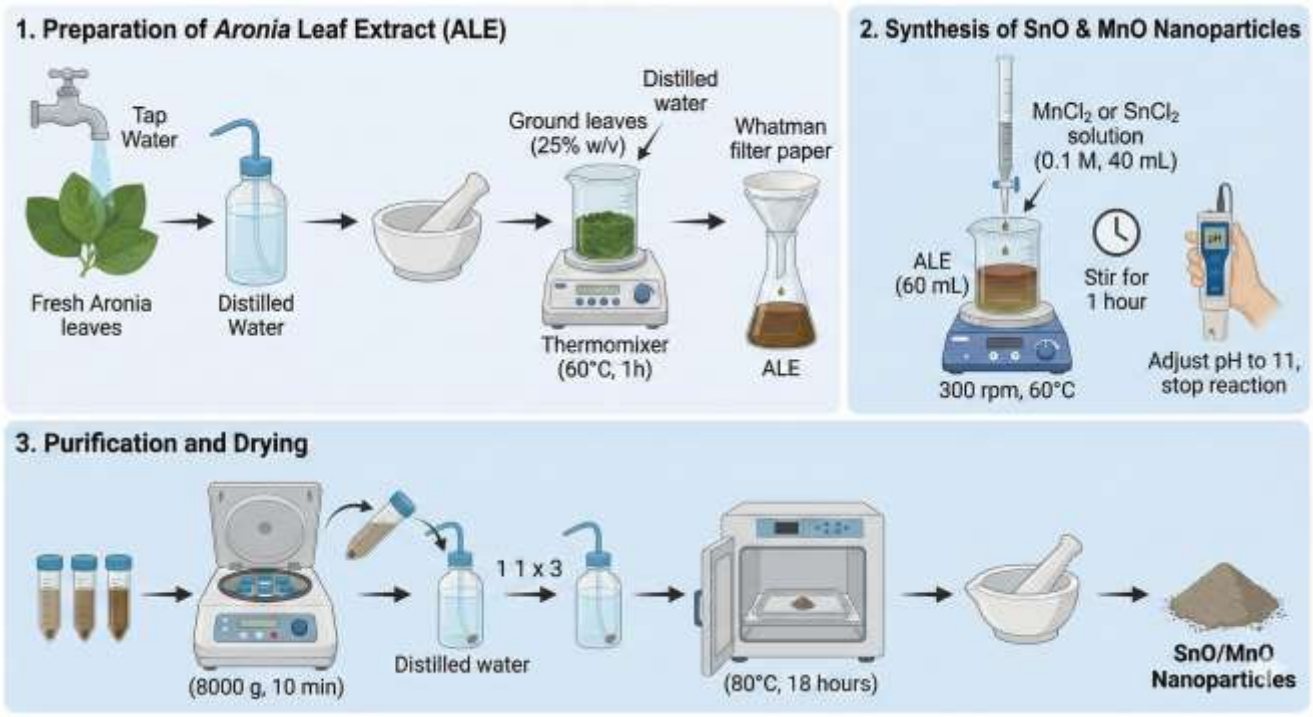
Termal uygulamalarda, MnO ve MnO_2 nanopartikülleri sıklıkla hibrit sistemlerin bir parçası olarak incelenmiştir. Saf MnO nanopartiküllerinin nanoyağlayıcı uygulamalarında doğrudan COP artışı ile ilgili araştırmalar, SnO_2 kadar yaygın değildir. Bununla birlikte, MnO_2'nin TiO_2 ve grafen oksit (GO) gibi diğer nanopartiküllerle birleştiğinde, MnO_2'nin termofiziksel ve tribolojik özelliklerinin iyileştirdiği gösterilmiştir (Mousavi ve ark., 2024; Heris ve ark., 2024). MnO_2, bu hibrit sistemlerde termal iletkenliği ve tribolojik performansı artırma potansiyeline sahiptir. Nanoyağlayıcıların BSSS'deki COP artışı, genellikle buharlaştırıcı ve yoğuşturucudaki ısı transfer katsayısını artıran nanopartiküllerin termal iletkenliğinin artmasına ve aynı zamanda kompresördeki sürtünmeyi azaltmasına bağlıdır (Yıldız, 2025).

Yeşil sentez veya biyosentez, geleneksel kimyasal yöntemlerin aksine, çevre dostu, daha basit, daha az maliyetli ve toksik reaktif içermeyen yöntemler olarak öne çıkmaktadır (Vijayakumara ve ark., 2019). Nanopartikül (NP) sentezinde bitki özleri, algler, mikroorganizmalar veya doğal kompleksler yaygın olarak indirgeyici, kapanma (capping) ve stabilize edici ajanlar olarak kullanılmaktadır (Aziz ve ark., 2022). Bu çalışmada nanoyağlayıcı katkısı olarak *Aronia Melanocarpa* yaprak ekstraktı kullanılarak yeşil sentezle elde edilmiş kalay ve manganez nanopartiküllerin karakterizasyonu yapılmış ve soğutma sistemlerindeki verimi incelenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Kalay ve manganez oksit nanopartiküllerin sentezi

Aronia melanocarpa (*A. Melanocarpa*) yaprak ekstraktı kullanılarak kalay oksit (SnO_2) ve manganez oksit (MnO_2) nanoparçacıklarının biyolojik yöntemle sentezi gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Hasat sonrası toplanan *A. melanocarpa* yaprakları önce musluk suyu ile, ardından üç kez saf su ile yıkanmıştır. Kurutulan yapraklar %25 (w/v) oranında saf su içinde 60 °C'de bir saat süreyle çalkalanmış ve elde edilen karışım Whatman filtre kâğıdı ile süzülerek ekstrakt (ALE) hazırlanmıştır. Ekstrakt 4 °C'de sonraki işlemler için saklanmıştır. Sentez aşamasında, ALE (60 mL) içerisine 0.1 M $MnCl_2$ ve $SnCl_2$ çözeltileri (40 mL) manyetik karıştırıcıda (300 rpm, 60°C) damlatılarak eklenmiştir. Karıştırma işlemi toplamda 1 saat sürdürülmüştür. Reaksiyon pH'nın 11'e ayarlanmasıyla sonlandırılmıştır. Oluşan karışım, her biri 8000 g'de 10 dakika süren santrifüjleme işlemiyle üç kez saf suyla yıkanmıştır. Üst sıvı atılmış, pellette kalan nanoparçacıklar 80 °C'de 18 saat kurutulmuştur. Son olarak, kuruyan katı faz havanda öğütülerek ince nanoparçacık tozu elde edilmiştir.



Şekil 1. Metal oksit nanopartiküllerin hazırlanışı.

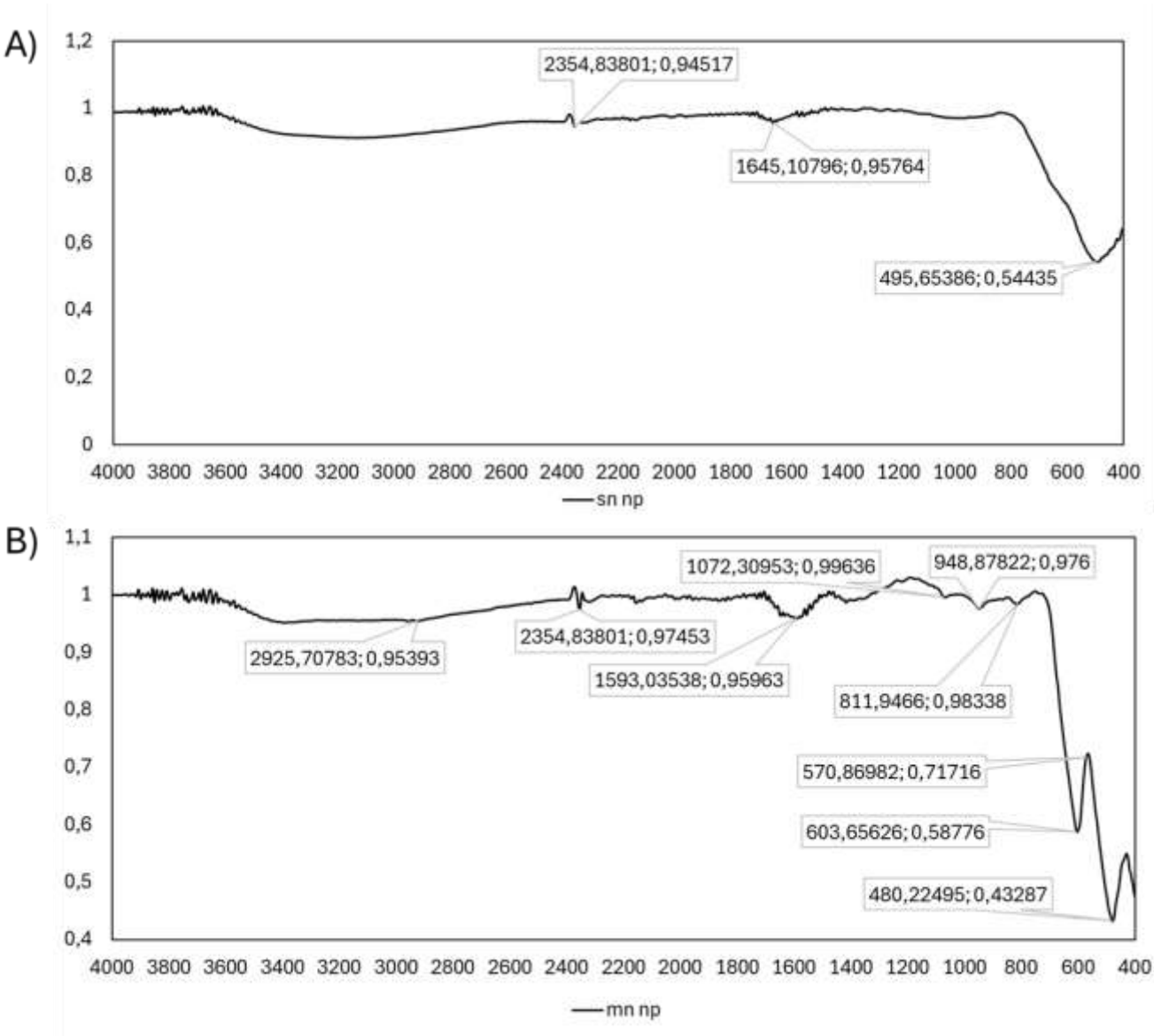
2.2. SnO_2 ve MnO_2 nanoparçacıklar ile hazırlanmış nanoyağlayıcıların soğutma sistemlerindeki performansı

PAG baz yağına göre, SnO_2 ve MnO_2 nanopartiküllerinin %0.5 ve %1.0 kütle fraksiyonlarında oluşturduğu nanoyağlayıcıların teorik termofiziksel özellikleri değerlendirilmiştir. Özgül ısı ve yoğunluk için karışım kuralı (Vajha ve Das, 2009), termal iletkenlik için Maxwell modeli (Yu ve Choi, 2003) ve viskozite için Einstein modeli (Sarapardeh, 2017) kullanılmıştır (düşük hacim fraksiyonları için).

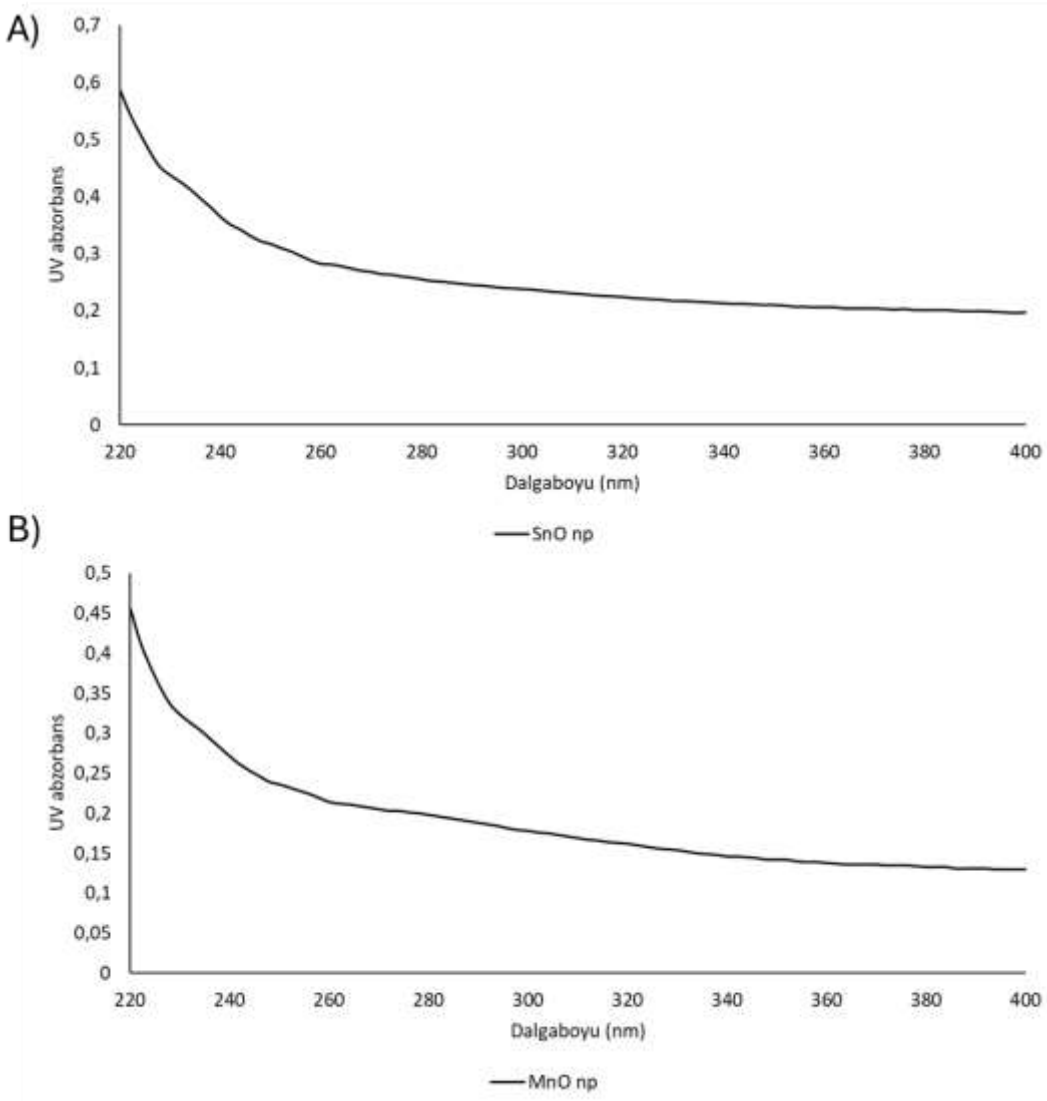
3. BULGULAR

3.1. Nanoparçacıkların FTIR analizi

FTIR analizinde görülen pik değerleri, yeşil yöntemlerle sentezlenen SnO_2 ve MnO_2 nanoparçacıklarının oluşumunu desteklemiştir (Şekil 2). SnO_2 için 423–670 cm^{-1} aralığında gözlenen karakteristik Sn–O–Sn ve O–Sn–O titreşim bantları, tipik metal–oksijen gerilme ve bükülme modlarıyla uyumlu olup tetragonal SnO_2 kafes yapısının varlığını teyit etmektedir. MnO_2 nanoparçacıkları için ise 459–613 cm^{-1} bölgesinde tespit edilen bantlar Mn–O ve O–Mn–O gerilme titreşimlerine karşılık gelmekte ve MnO_2 ile Mn_2O_3 fazlarının oluşumunu desteklemektedir. Ayrıca ~520 cm^{-1} ve 540–547 cm^{-1} civarında gözlenen MnO_2'ye özgü ilave pikler de nanoparçacık sentezinin başarıyla gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. FTIR spektrumları, her iki nanoparçacık türünde de metal–oksijen bağlanma karakteristiklerinin beklenen yapısal imzalarla tam uyum içinde olduğunu ve SnO_2 ile MnO_2 nanoparçacıklarının etkin şekilde oluşturulduğunu güçlü biçimde doğrulamaktadır.



Şekil 2. SnO_2 ve MnO_2 nanopartiküllerin FTIR analizi.



Şekil 3. SnO_2 ve MnO_2 nanopartiküllerin UV absorbans ölçümleri

UV-Vis spektrumuna göre, nanopartiküllerin her ikisi de 230 nm civarında pik vermiştir (Şekil 3). Bu sonuç literatürde yeşil sentezle üretilmiş SnO_2 nanopartiküllerin 224 nm'de, 270 nm'de ve 220 nm'den 260 nm'e kadarki geniş bant aralığında görünen UV abzorbans pikleri ile uyumludur (Elango ve ark., 2015; Karthik ve ark., 2019; Suresh ve ark., 2020). Bu, elektronların valans bandından iletim bandına foto-uyarılmasına atfedilmiştir.

3.2. Nanopartiküllerin nanoyağlayıcı verimine etkileri

Çalışmamızda belirtilen PAG baz yağına göre, SnO_2 ve MnO_2 nanopartiküllerinin %0.5 ve %1.0 kütle fraksiyonlarında oluşturduğu nanoyağlayıcının teorik termofiziksel özellikleri değerlendirilmiştir. Özgül ısı ve yoğunluk için karışım kuralı (Vajha ve Das, 2009), termal iletkenlik için Maxwell modeli (Yu ve Choi, 2003) ve viskozite için Einstein modeli (Sarapardeh, 2017) kullanılmıştır (düşük hacim fraksiyonları için).

Tablo 1: Nanoyağlayıcıların Teorik Termofiziksel Özellikleri (PAG Baz Yağı)

Nanopartikül	Kütle Fraksiyonu	Hacim Fraksiyonu	Yoğunluk (kg/m³)	Viskozite (mPa·s)	Termal İletkenlik (W/m·K)
PAG (Baz Yağ)	0.0	0.0	980.00	46.00	0.1500
SnO_2	0.5	0.0708	984.23	46.08	0.1503
SnO_2	1.0	0.1422	988.49	46.16	0.1506
MnO_2	0.5	0.0916	984.02	46.11	0.1504
MnO_2	1.0	0.1840	988.08	46.21	0.1508

Tablo 1, nanopartiküllerin nanoyağlayıcıya eklenmesiyle yoğunluğunu, viskozitesi ve termal iletkenliğini baz yağa göre artırdığını göstermektedir. Nanoyağlayıcının ısı transfer performansını geliştirme potansiyeli, özellikle termal iletkenliğin artmasıyla gösterilmiştir. MnO_2 nanopartiküllerinin daha düşük yoğunluğu nedeniyle, aynı kütle fraksiyonunda (%1,0) SnO_2'ye göre daha yüksek bir hacim fraksiyonuna sahiptir. Bu, teorik olarak daha yüksek termal iletkenliğe yol açmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yeşil sentez yöntemiyle bitki ekstraktı kullanılarak üretilen SnO_2 ve MnO_2 nanoparçacıklarının yapısal doğrulanması FTIR analizi ile kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir. FTIR analizi, her iki nanoparçacık türünde de metal–oksijen bağlarının karakteristik titreşim modlarını ortaya koyarak metal oksit yapının başarıyla oluştuğunu doğrulamıştır. SnO_2 nanoparçacıklarına ait FTIR spektrumunda 423–670 cm^{-1} aralığında gözlenen Sn–O–Sn ve O–Sn–O titreşim bantları, tipik metal–oksijen gerilme ve bükülme modlarıyla uyumlu olup tetragonal SnO_2 kafes yapısının varlığını teyit etmektedir. MnO_2 nanoparçacıkları için ise 459–613 cm^{-1} bölgesinde tespit edilen bantlar Mn–O ve O–Mn–O titreşimlerine atfedilmiş; ayrıca yaklaşık 520 cm^{-1} ve 540–547 cm^{-1} civarında gözlenen MnO_2'ye özgü ek pikler MnO_2 ve Mn_2O_3 fazlarının oluşumunu desteklemiştir. Bu bulgular, yeşil sentez sürecinin her iki sistem için de metal oksit fazını başarılı şekilde oluşturduğunu göstermektedir.

FTIR spektrumlarında ayrıca yüksek dalga sayılarında gözlenen –OH, C=O ve C–O titreşim bantları, sentezde kullanılan bitki ekstraktında bulunan fenolik bileşikler, proteinler ve diğer biyomoleküllerin indirgeme ajanı olmasının yanı sıra nanoparçacık yüzeyinde kaplayıcı (capping) ve stabilize edici rol üstlendiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, nanoparçacıkların kolloidal stabilitesinin artmasına ve ikincil aglomerasyonun sınırlandırılmasına katkı sağlamaktadır. FTIR bulguları, SnO_2 ve MnO_2 nanoparçacıklarının kristalin metal oksit yapılara sahip olduğunu göstermiştir.

FTIR analizinin değerlendirilmesi, SnO_2 ve MnO_x nanoparçacıklarının yeşil sentez yöntemiyle başarıyla üretildiğini, metal–oksijen bağlarının beklenen yapısal imzalarla tam uyum gösterdiğini ve kristalin metal oksit fazların oluştuğunu açıkça ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bitki ekstraktı kaynaklı fonksiyonel grupların yüzey stabilizasyonu sağladığı ve bu sayede elde edilen nanoparçacıkların ileri uygulamalar için uygun yapısal özellikler sergilediği anlaşılmaktadır. Bu yapısal özellikler, söz konusu nanoparçacıkların nanoyağlayıcı sistemler ve biyosensör tabanlı algılama uygulamaları gibi mühendislik ve biyoteknolojik uygulamalarda etkin biçimde kullanılabileceğini göstermektedir.

Termal iletkenlik artışı ve tribolojik iyileşme mekanizmaları, nanopartiküllerin nanoyağlayıcı üretmesine katkıda bulunur. SnO_2 ve MnO_2 nanopartikülleri üzerine yapılan araştırmalar, bu malzemelerin termal performanslarını nanoakışkanlar ve nanoyağlayıcılar için geliştirme potansiyelini desteklemektedir. Teorik hesaplamalar, %0.5 ve %1.0 kütle fraksiyonlarında hazırlanan SnO_2/PAG ve MnO_2/PAG nanoyağlayıcılarının BSSS'de COP'u artırabileceğini göstermektedir. MnO nanopartiküllerinin, özellikle teorik olarak biraz daha yüksek bir COP artışı sağlaması, bu malzemenin soğutma sistemleri için olumlu bir nanoyağlayıcı katkısı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu teorik bulguların deneysel araştırmalarla doğrulanması çok önemlidir; özellikle reolojik davranış ve tribolojik etkiler dikkate alınmalıdır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanması ve düzenlenmesi sürecinde kullanılan yapay zekâ tabanlı araçlardan destek alınmıştır. Sunulan içerik ve yapılan yorumlardan tamamen yazar(lar) sorumludur. Bunun yanında, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü laboratuvarlarına cihaz ve malzeme destekleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Aziz, S. B., Nofal, M. M., Brza, M. A., Sadiq, N. M., Dannoun, E. M. A., Ahmed, K. K., et al. (2022). Innovative Green Chemistry Approach to Synthesis of Sn^{2+}-Metal Complex and Design of Polymer Composites with Small Optical Band Gaps. Molecules, 27(6), 1965. https://doi.org/10.3390/molecules27061965

Chawhan, S. S., Barai, D. P., & Bhanvase, B. A. (2020). Sonochemical preparation of rGO–SnO_2 nanocomposite and its nanofluids: Characterization, thermal conductivity, rheological and convective heat transfer investigation. *Materials Today Communications, 23*, 101148.

El-Sayed, S. M., Amer, M. A., Meaz, T. M., Deghiedy, N. M., & El-Shershaby, H. A. (2020). Microstructure optimization of metal oxide nanoparticles and its antimicrobial activity. Measurement, 151, 107191. https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.107191

Elango, G., et al. (2015). Green synthesis of SnO_2 nanoparticles and its photocatalytic activity of phenolsulfonphthalein dye. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 145, 176–180. http://dx.doi.org/10.1016/j.saa.2015.03.033

Hemmati-Sarapardeh, A. (2017). On the evaluation of the viscosity of nanofluid systems. *International Communications in Heat and Mass Transfer, 88*, 1–7.

Heris, S. Z., Pourpasha, H., & Mohammadfam, Y. (2024). Experimental investigation of the thermophysical and tribological properties of nano-TiO_2–MnO_2-doped graphene oxide/base oil ternary hybrid nanofluids. *Arabian Journal for Science and Engineering*.

Jassem, K. (2019). Mn_2O_3 nanoparticles fabrication. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 1279, 012004.

Karam, S. T., & Abdulrahman, A. F. (2022). Green Synthesis and Characterization of ZnO Nanoparticles by Using Thyme Plant Leaf Extract. Photonics, 9(8), 594. https://doi.org/10.3390/photonics9080594

Karthik, K., Revathi, V., & Tatarchuk, T. (2019). Microwave-assisted green synthesis of SnO_2 nanoparticles and their optical and photocatalytic properties. Molecular Crystals and Liquid Crystals. https://doi.org/10.1080/15421406.2018.1542080

Luque, P. A., Nava, O., Soto-Robles, C. A., Chinchillas-Chinchillas, M. J., Garrafa-Galvez, H. E., Baez-Lopeza, Y. A., et al. (2020). Improved photocatalytic efficiency of SnO_2 nanoparticles through green synthesis. Optik, 206, 164299. https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2020.164299

Mariano, A., Pastoriza-Gallego, M. J., Lugo, L., Camacho, A., Canzonieri, S., & Piñeiro, M. M. (2013). Thermal conductivity, rheological behaviour and density of non-Newtonian ethylene glycol-based SnO_2 nanofluids. *Fluid Phase Equilibria, 337*, 119–124.

Mousavi, S. B., Pourpasha, H., & Heris, S. Z. (2024). High-temperature lubricity and physicochemical behaviors of synthesized Cu/TiO_2/MnO_2-doped GO nanocomposite in high-viscosity index synthetic biodegradable PAO oil. *International Communications in Heat and Mass Transfer, 157*, 107542.

Hossain, M. K. (2019). Study on the mechanical, electrical and optical properties of metal-oxide nanoparticles dispersed unsaturated polyester resin nanocomposites. Results in Physics, 13, 102264.

Panchve, D. P., Ray, M. P., & Suryawanshi, S. R. (2025). A Review on the Effect of Metal Oxide Nanoparticles on the Performance of Refrigeration Systems. J. Environ. Nanotechnol, 14(2), 514-524.

Saidur, R., Kazi, S. N., Hossain, M. S., Rahman, M. M., & Mohammed, H. A. (2011). A review on the performance of nanoparticles suspended with refrigerants and lubricating oils in refrigeration systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(1), 310-323.

Senthilkumar, A., Anderson, A., & Praveen, R. (2020). Prospective of nanolubricants and nano refrigerants on energy saving in vapour compression refrigeration system–A review. Materials Today: Proceedings, 33, 886-889.

Suresh, K. C., Surendhiran, S., Kumar, P. M., Kumar, E. R., Khadar, Y. A. S., & Balamurugan, A. (2020). Green synthesis of SnO_2 nanoparticles using Delonix elata leaf extract: Evaluation of its structural, optical, morphological and photocatalytic properties. SN Applied Sciences, 2, 1735. https://doi.org/10.1007/s42452-020-03534-z

Vijayakumar, S., Mahadevan, S., Arulmozhi, P., Sriram, S., & Praseetha, P. K. (2018). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using Atalantia monophylla leaf extracts: Characterization and antimicrobial analysis. Materials Science in Semiconductor Processing, 82, 39–45.

Yıldız, G. (2025). SiO_2–B mono and binary nanolubricants used in vapor compression refrigeration system. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*.

Yu, W., & Choi, S. U. S. (2003). The role of interfacial layers in the enhanced thermal conductivity of nanofluids: A renovated Maxwell model. *Journal of Nanoparticle Research, 5*, 167–171.

THORNTHWAITE İKLİM SINIFLANDIRMA YÖNTEMİNE GÖRE TRABZON İLİ İKLİM SINIFININ VE SU BİLANÇOSUNUN BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Selçuk USTA
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, susta@yyu.edu.tr
https://orcid.org/0000-0001-8970-7333

Özet

Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) ve sulama suyu ihtiyacını belirleyen en önemli meteorolojik parametreler: sıcaklık, nem oranı, solar radyasyon, rüzgâr hızı ve güneşlenme süresidir. Bununla birlikte, evapotranspirasyon üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olamayan yağış, sulama suyu ihtiyacını belirleyen en temel meteorolojik parametredir. İklime bağlı olarak değişkenlik gösteren bu parametreler kullanılarak çeşitli ölçeklerde su bilançosu çalışmaları yapılabilmektedir. Su bilançosu, bir ekosisteme belirli bir süre içerisinde yağışla giren su ile çıkan ve depolanan su miktarlarının toplamı arasındaki denge durumu olarak tanımlanmaktadır. Su bilançosu çalışmaları ile bitki – toprak sistemine yağışla giren su miktarına bağlı olarak evapotranspirasyon, yüzey akış ve derine sızma yolları ile sistemden çıkan su miktarları ve bununla birlikte toprakta depolanan su, su fazlası ve su eksiği miktarları belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Trabzon ili iklim sınıfının ve su bilançosunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Uzun yıllar (1927–2024) aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri kullanılarak hazırlanan su bilançosuna göre; yağış, potansiyel evapotranspirasyon ve gerçek evapotranspirasyonun yıllık toplam değerleri sırasıyla 829.10 mm, 780.11 mm ve 515.52 mm olarak hesaplanmıştır. Trabzon ilinin iklim sınıfı yağış etkinlik indeksine göre yarı nemli (C2), sıcaklık etkinlik indeksine göre ise 2.Derece mezotermal (B’2) olarak belirlenmiştir. Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Kasım ve Aralık aylarında toplam 288.43 mm su fazlası oluşurken Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında toplam 264.59 mm su eksiği olduğu görülmüştür. Su fazlasının olduğu aylarda 201.03 mm su yüzey akış ile kayıba uğramıştır. Yıllık potansiyel evapotranspirasyonun %50’sinin Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Su bilançosu verilerinin, il genelindeki mevcut su kaynaklarının doğru yönetimi ve geleceğe dönük kullanımlarının önceliklendirilmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Evapotranspirasyon, iklim, sıcaklık, su bilançosu, Thornthwaite, yağış

DETERMINATION OF THE CLIMATE CLASS AND WATER BUDGET OF TRABZON PROVINCE ACCORDING TO THE THORNTHWAITE CLIMATE CLASSIFICATION METHOD

Abstract

The most important meteorological parameters determining crop water consumption (evapotranspiration) and irrigation water requirements are temperature, humidity, solar radiation, wind velocity, and sunshine duration. Furthermore, precipitation, which does not directly affect evapotranspiration, is the most fundamental meteorological parameter determining irrigation water requirements. These parameters, which vary depending on climate, can be used to perform water budget studies. The water budget is defined as the balance between the total amount of water entering an ecosystem through precipitation and the total amount of water leaved and stored in a certain period of time. Through water budget studies, depending on the amount of water entering the crop–soil system via precipitation, it is possible to determine the amounts of water leaving the system through evapotranspiration, surface runoff, and deep percolation, as well as the amounts of water stored in the soil, water surplus, and water deficits. In this study, the aim was to determine the climate class and water budget of Trabzon Province according to the Thornthwaite method. According to the water budget prepared using long-term (1927–2024) monthly average temperature and monthly total precipitation data, the annual total values of precipitation, potential evapotranspiration, and actual evapotranspiration were calculated as 829.10 mm, 780.11 mm, and 515.52 mm, respectively. The climate class of Trabzon was determined as semi-humid (C2) according to the precipitation efficiency index and as 2nd-degree mesothermal (B’2) according to the temperature efficiency index. A total water surplus of 288.43 mm was observed in January, February, March, April, November, and December, while a total water deficit of 264.59 mm was recorded in June, July, August, and September. During months with a water surplus, 201.03 mm of water was lost through surface runoff. It has been determined that 50% of the annual potential evapotranspiration occurs in June, July and August. It is believed that the water budget data will be useful in studies conducted for the proper management of existing water resources across the province and for prioritizing their future use.

Keywords: Evapotranspiration, climate, temperature, water budget, Thornthwaite, precipitation

1. GİRİŞ

İklim, yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm meteorolojik olayların uzun süreli istatistikleri ile tanımlanan ortalama durumu olarak tarif edilmektedir. İklim geniş bir bölgedeki görece daha uzun zaman dilimlerinde ortalama hava koşullarını tanımlamaktadır. Hava durumu ise daha dar alanlardaki anlık veya günlük hava koşullarını ifade etmektedir (Anonim, 2025). İklim sürdürülebilir doğal kaynakların kullanımını ve korunmasını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Özellikle bitki örtüsü, toprak oluşum süreçleri ve su kaynaklarının meydana gelmesinde çok önemli bir role sahip olan iklim, canlılar üzerinde doğrudan etkili olup, bir yörede yetiştirilebilecek bitki türlerini belirleyen temel faktördür. Bir bölgenin iklim tipinin bilinmesi orada yetiştirilmesi düşünülen ürünün planlanmasından, kurulacak olan sanayi tesisine kadar birçok aktivitenin planlanması için gereklidir (Demir ve ark., 2015; Dursun ve Yazıcı, 2022).

İklim sınıflarını belirlemek amacıyla çeşitli sınıflandırma yöntemleri geliştirilmiştir (Köppen, 1918; De Martonne, 1942; Thornthwaite, 1948; Köppen ve Geiger, 1954; Emberger, 1955; Trewartha, 1968). Genel olarak bu yöntemlerde hava sıcaklığı, oransal nem ve yağış parametrelerine dayalı olarak belirlenen sıcaklık indeksi, yağış indeksi, kuraklık indeksi ve nemlilik indeksi gibi bazı indekslere göre bölgelerin iklim sınıfları belirlenebilmektedir. Diğer iklim sınıflandırma yöntemlerinden farklı olarak, Thornthwaite yönteminde hava sıcaklığı ve yağışa ek olarak evapotranspirasyon parametresi de bir girdi değişkeni olarak dikkate alınmaktadır. Bu yöntemde, öncelikle aylık ortalama hava sıcaklığı değerlerine dayalı olarak aylık toplam potansiyel evapotranspirasyon miktarları tahmin edilmektedir. Daha sonra aylık toplam potansiyel evapotranspirasyon ve yağış miktarları arasındaki zamana bağlı ilişkiye dayalı olarak oluşturulan su bilançosu tabloları kullanılarak iklim sınıfı belirlenebilmektedir (Thornthwaite, 1948; Bacanlı ve Saf, 2005). Su bilançosu, bir ekosisteme belirli bir süre içerisinde yağışla giren su ile çıkan ve depolanan su miktarlarının toplamı arasındaki denge durumu olarak tanımlanmaktadır. Thornthwaite yöntemi kapsamında oluşturulan su bilançosu tabloları kullanılarak hem iklim sınıfı belirlenebilmekte ve hem de bitki – toprak sistemine yağışla giren su miktarına bağlı olarak evapotranspirasyon, yüzey akış ve derine sızma yolları ile sistemden çıkan su miktarları ve bununla birlikte toprakta depolanan su, su fazlası ve su eksiği miktarları da belirlenebilmektedir. Bu çalışmada, Thornthwaite yöntemine göre Trabzon ili iklim sınıfının ve su bilançosunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Uzun yıllar (1927–2024) aylık ortalama hava sıcaklığı ve aylık toplam yağış verileri kullanılarak oluşturulacak su bilançosuna göre; suyun il koşullarındaki aylık değişimi tespit edilmeye çalışılacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Doğu Karadeniz Bölgesi sınırları içerisinde bulunan Trabzon ilinin yüzölçümü 4664 km^2 olup, 40° 30′ – 41° 30′ kuzey (N) enlemeleri ile 38° 30′ – 40° 30′ doğu (E) boylamları arasında yer almaktadır. İlin rakımı 30 m olup,

yıllık ortalama günlük hava sıcaklığı 14.80 °C, nem oranı %77.08, güneşlenme süresi 4.50 saat gün^{-1}, rüzgâr hızı 1.21 m s^{-1}, solar radyasyon yoğunluğu 11.50 MJ m^{-2} gün^{-1} ve yıllık toplam yağış miktarı 829.10 mm düzeyindedir. Yılın 140 günü yağışlı geçen Trabzon ilinde genel olarak yarı nemli iklim özellikleri etkili olmaktadır. İlin 1927 – 2024 yılları arasında ölçülen günlük maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklığı (T_{max}, T_{min}, T) verileri ile aylık toplam yağış miktarı (P), yağışlı gün sayısı ve günlük güneşlenme süresi (n) verilerinin uzun yıllar aylık ortalama değerleri Tablo 1'de verilmiştir (DMİ, 2025).

Tablo 1. Trabzon ili aylık ortalama iklim verileri (1927 – 2024)

Aylar	T_{max} (°C)	T_{min} (°C)	T (°C)	P (mm)	Ortalama yağışlı gün sayısı	n (saat)
Ocak	10.90	4.70	7.50	83.00	12.44	2.70
Şubat	10.90	4.50	7.40	64.00	12.22	3.30
Mart	12.00	5.50	8.40	59.80	13.52	3.40
Nisan	15.70	8.80	11.80	56.80	13.07	4.40
Mayıs	19.20	13.00	15.90	52.50	13.00	5.60
Haziran	23.30	17.20	20.30	52.00	10.91	7.10
Temmuz	26.10	20.00	23.10	36.70	8.13	5.90
Ağustos	26.70	20.50	23.50	47.90	8.80	5.60
Eylül	23.90	17.50	20.50	78.50	11.00	4.90
Ekim	20.10	13.70	16.70	113.60	12.47	4.50
Kasım	16.60	10.10	13.00	100.30	12.06	3.60
Aralık	13.10	6.80	9.60	84.00	12.55	2.70

Çalışma kapsamında, öncelikle Trabzon ili uzun yıllar aylık ortalama hava sıcaklığı (T) verileri kullanılarak aylık toplam potansiyel evapotranspirasyon (ET_P) miktarları belirlenmiştir Eşitlik (1 – 4) (Thornthwaite, 1948).

$$ET_P = 16 \times \left(\frac{10 \times T}{I}\right)^a \times G \quad (1)$$

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514} \quad (2)$$

$$I = \sum_1^{12} i \quad (3)$$

$$a = \left(6.7510 \times 10^{-7} \times I^3\right) - \left(7.7110 \times 10^{-5} \times I^2\right) + \left(1.791210 \times 10^{-2} \times I\right) + 0.49239 \quad (4)$$

Eşitliklerde; ET_P, aylık toplam potansiyel evapotranspirasyon miktarı (mm); T, aylık ortalama hava sıcaklığı (°C); i, aylık sıcaklık indisi; I, yıllık sıcaklık indisi; G, enlem düzeltme katsayısı ve a, yıllık sıcaklık indisine dayalı olarak belirlenen bir katsayıyı ifade etmektedir.

Aylık toplam yağış (P) ve potansiyel evapotranspirasyon (ET_P) miktarlarına bağlı olarak aylık toplam gerçek evapotranspirasyon (ET_G) miktarları belirlenmiştir. Her bir ay için yapılan işlemlerde aşağıda verilen adımlar takip edilmiştir (Thornthwaite, 1948; Demir ve ark., 2015; Çolak ve Memişoğlu, 2021; Bölük ve ark., 2023).

1. $P > ET_P$ ise; $ET_G = ET_P$ olarak kabul edilmektedir.

- P ve ET_P miktarları arasındaki cebirsel fark zemin rezervini artırmaktadır.
- Zemin rezervi veya diğer bir ifadeyle toprak bünyesinde depolanan su miktarı maksimum değerine (100 mm) ulaştıktan sonra suyun fazlası akış haline geçmektedir.
- Zemin rezervi başlangıçta 100 mm olarak kabul edilmektedir.

2. $P < ET_P$ ise; ET_G, P miktarı ile mevcut zemin rezervinin bir kısmının veya hepsinin toplamına eşittir.

- Zemin rezervi kuruma noktasına geldiğinde, yani sıfır olduğunda $ET_G = P$ olmaktadır.

Thornthwaite yöntemine göre iklim sınıflandırması yapılabilmesi için, öncelikle bir su bilançosu tablosunun oluşturulması gerekmektedir. Bu tablo üzerinde yukarıda belirtilen adımlar doğrultusunda yapılan işlemler sonucunda; aylık toplam yağış (P), aylık ortalama sıcaklık (T) ve aylık toplam potansiyel evapotranspirasyon (ET_P) miktarlarına bağlı olarak aylık gerçek evapotranspirasyon (ET_G), su fazlası, su eksiği ve yüzey akış (R) miktarları ile nemlilik oranı değerleri belirlenebilmektedir. Su bilançosu hesaplamalarına zemin rezervinin artmaya başladığı Ekim ayından başlanabileceği gibi Ocak ayından itibaren de başlanabilmektedir. Aylık toplam yüzey akış (R) miktarlarının belirlenmesine su fazlasının olduğu aydan başlanmaktadır. Bu aydaki su fazlasının yarısı yüzey akış hanesine, diğer yarısı da bir sonraki ayın su fazlasına eklenmektedir. Aylık ET_P ile ET_G miktarları arasındaki fark su eksiği olarak kaydedilmektedir. P ile ET_G arasındaki fark zemin rezervini artırmaktadır. Eğer zemin rezervi 100 mm ise aradaki fark su fazlası olarak kaydedilmektedir. Her bir ay için nemlilik oranı belirlenerek, su bilançosu tamamlanmaktadır (Eşitlik 5).

$$\text{Nemlilik oranı} = \frac{P - ET_P}{ET_P} \quad (5)$$

Su bilançosu tablosu oluşturulduktan sonra, Thornthwaite yöntemine göre iklim sınıflandırması yapılmıştır. Sırasıyla yağış etkinlik indeksi (Eşitlik 6) (Tablo 2), sıcaklık etkinlik indeksi (Tablo 3), kuraklık – nemlilik indeksi (Eşitlik 7 – 8) (Tablo 4 – 5) ve potansiyel evapotranspirasyonun (ET_P) üç yaz ayına (Haziran, Temmuz, Ağustos) oranı indeksi (Tablo 6) değerlerine göre dört aşamalı olarak iklim özellikleri belirlenmiştir.

$$I_m = \frac{(100 \times s) - (60 \times d)}{ET_P} \quad (6)$$

$$I_a = \frac{100 \times d}{ET_P} \quad (7)$$

$$I_h = \frac{100 \times s}{ET_P} \quad (8)$$

Eşitliklerde; I_m, yağış etkinlik indeksi; I_a, kuraklık indeksi; I_h, nemlilik indeksi; s, yıllık toplam su fazlası (mm) ve d, yıllık toplam su eksiği (mm) değerlerini ifade etmektedir (Thornthwaite, 1948).

Tablo 2. Yağış etkinlik indeksi ve iklim özelliği

Im	Harf	İklim Özelliği
> 100	A	Çok nemli
100 – 80	B4	Menli
80 – 60	B3	Nemli
60 – 40	B2	Nemli
40 – 20	B1	Nemli
20 – 0	C2	Yarı Nemli
0 – (-20)	C1	Yarı Kurak – Az Nemli
-20 – (-40)	D	Yarı Kurak
-40 – (-60)	E	Tam Kurak – Çöl

Tablo 3. Sıcaklık etkinlik indeksi ve iklim özelliği

Yıllık ET_P (mm)	Harf	İklim Özelliği
≥ 1141	A'	Megatermal
998 – 1140	B'4	4.Derece Mezotermal
856 – 997	B'3	3.Derece Mezotermal
713 – 855	B'2	2.Derece Mezotermal
571 – 712	B'1	1.Derece Mezotermal
428 – 570	C'2	2.Derece Mikrotermal
286 – 427	C'1	1.Derece Mikrotermal
143 – 285	D'	Tundra
≤ 142	E'	Don

Tablo 4. Kuraklık indeksi ve iklim özelliği

Ia	Harf	İklim Özelliği (A, B4, B3, B2, B1 ve C2 için)
0 – 16.70	r	Su noksanı olmayan veya pek az olan
16.80 – 33.30	s	Su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan
16.80 – 33.30	w	Su noksanı kış mevsiminde ve orta derecede olan
≥ 33.40	s2	Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan
≥ 33.40	w2	Su noksanı kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan

Tablo 5. Nemlilik indeksi ve iklim özelliği

Ih	Harf	İklim Özelliği (C1, D ve E için)
0 – 10	d	Su fazlası olmayan veya pek az olan
11 – 20	s	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan
11 – 20	w	Su fazlası yaz mevsiminde ve orta derecede olan
≥ 21	s2	Su fazlası kış mevsiminde ve çok kuvvetli olan
≥ 21	w2	Su fazlası yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan

Tablo 6. ET_P'nin üç yaz ayına oranı indeksi

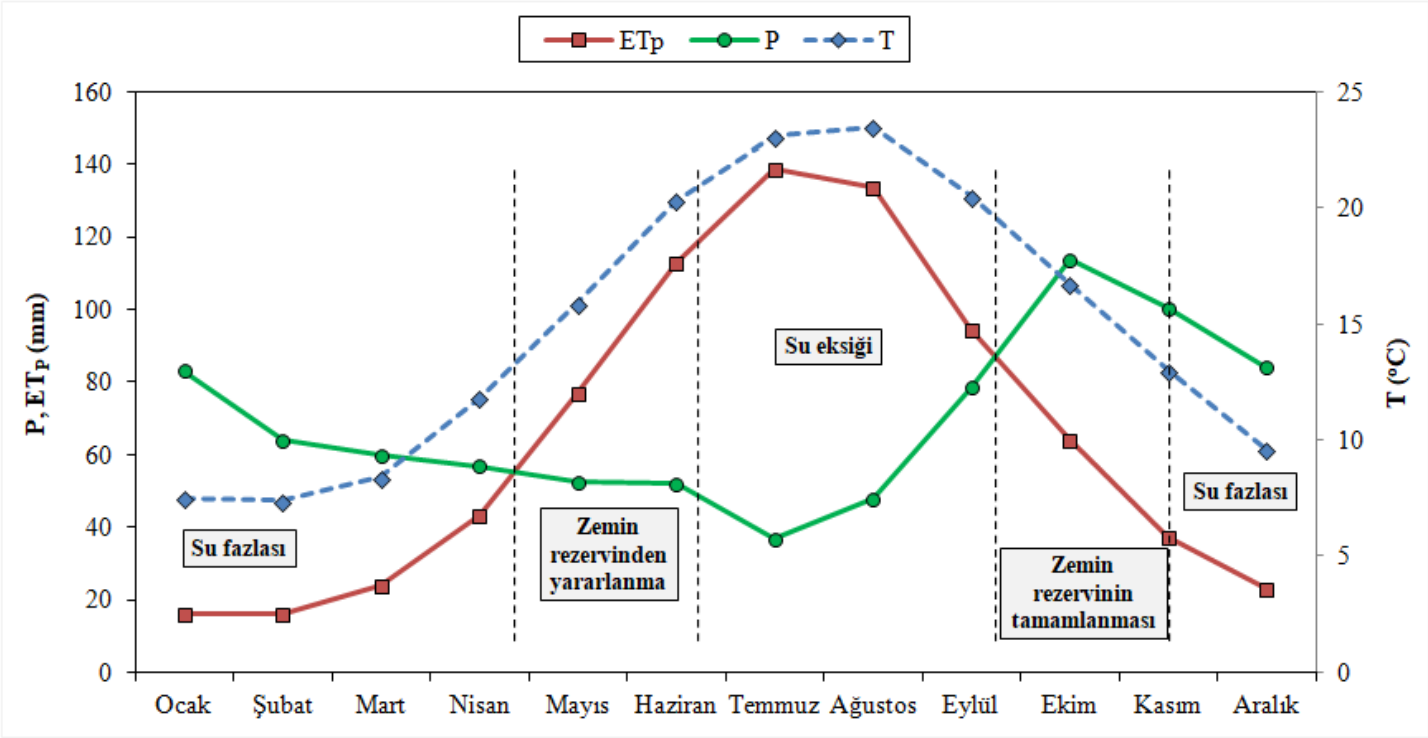
ET_P'nin Üç Yaz Ayına Oranı	Harf
≤ 48	a'
48.10 – 51.90	b'4
52.00 – 56.30	b'3
56.40 – 61.60	b'2
61.70 – 68.00	b'1
68.10 – 76.30	c'2
76.40 – 88.00	c'1
≥ 88.10	d'

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Trabzon ili uzun yıllar aylık ortalama hava sıcaklığı (T) değerleri ve aylık toplam yağış (P) miktarları kullanılarak oluşturulan su bilançosuna ait tablo ve diyagram sırasıyla Tablo 7 ve Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 7. Trabzon ili su bilançosu tablosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık (°C)	7.50	7.40	8.40	11.80	15.90	20.30	23.10	23.50	20.50	16.70	13.00	9.60	14.80
Sıcaklık indisi	1.85	1.81	2.19	3.67	5.76	8.34	10.15	10.41	8.47	6.21	4.25	2.69	65.80
G (enlem düz.)	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.23	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	-
ET_P (mm)	16.23	15.90	23.95	43.40	77.11	112.94	138.70	133.42	94.63	63.84	37.18	22.81	780.11
ET_G (mm)	16.23	15.90	23.95	43.40	77.11	52.00	36.70	47.90	78.50	63.84	37.18	22.81	515.52
Yağış (mm)	83.00	64.00	59.80	56.80	52.50	52.00	36.70	47.90	78.50	113.60	100.30	84.00	829.10
Zemin rezervi (mm)	100.00	100.00	100.00	100.00	75.39	0.00	0.00	0.00	0.00	49.76	100.00	100.00	-
Zem. rez. değ. (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	-24.61	-75.39	0.00	0.00	0.00	49.76	0.00	0.00	-
Su fazlası (mm)	66.77	48.10	35.85	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.12	61.19	288.43
Su eksiği (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.94	102.00	85.52	16.13	0.00	0.00	0.00	264.59
Yüzey akış (mm)	33.39	40.74	29.95	15.66	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.56	46.38	201.03
Nemlilik (%)	4.11	3.04	1.50	0.31	-0.32	-0.54	-0.74	-0.64	-0.17	0.78	1.70	2.68	6.28



Şekil 1. Trabzon ili su bilançosu diyagramı

Ocak ayından başlayıp yaklaşık olarak Nisan ayı sonlarına kadar devam eden dönem boyunca, yağışın (P) potansiyel evapotranspirasyondan (ET_P) daha yüksek olduğu Şekil 1'deki grafiklerde açıkça görülmektedir. Su fazlasının oluştuğu bu dönem boyunca toplam 263.60 mm yağış gerçekleşmiştir. Bu yağış miktarının 99.48 mm büyüklüğündeki bölümü evapotranspirasyon yolu ile atmosfere geri iletilmiştir. Evapotranspirasyondan arta kalan 164.12 mm düzeyindeki su fazlasının 119.74 mm'si yüzey akışa geçmiş, 44.38 mm'si ise derine sızarak yeraltı sularına karışmıştır. Mayıs ayı başından Haziran ayı sonlarına kadar devam eden dönemde, evapotranspirasyon ile kaybedilen su miktarının tamamı yağışla karşılanamamaktadır. Evapotranspirasyonun yağıştan daha yüksek olduğu bu dönemde, yağışla karşılanayan su miktarı zemin rezervinden karşılanmaktadır. Zemin rezervi Haziran ayı sonunda tamamen tüketilmiş duruma gelmektedir. Haziran ayı başından Eylül ayı sonlarına kadar devam eden dönemde, hava sıcaklığındaki artışla doğru orantılı olarak evapotranspirasyon iyice artmaktadır. Yağışın potansiyel evapotranspirasyondan daha düşük olduğu bu dönem boyunca 215.10 mm düzeyinde gerçekleşen yağış, 479.69 mm düzeyindeki potansiyel evapotranspirasyonu karşılamakta yetersiz kalmıştır. Bu nedenle 264.59 mm su eksiği oluşmuştur. Yüzey akış ve derine sızma yolu ile su kaybı olmamıştır. Haziran ayı sonunda tamamen tüketilmiş duruma gelen zemin rezervi, Ağustos ayı sonlarından itibaren yükselme eğilimi gösteren yağışla birlikte artmaya başlamıştır. Ekim ayı sonunda 49.76 mm düzeyine yükselen zemin rezervi, Kasım ayı sonunda 100 mm düzeyine yükselerek tamamlanmıştır. Kasım ayı başından

Aralık ayı sonuna kadar devam eden dönemde, hava sıcaklığındaki azalmaya bağlı olarak evapotranspirasyon minimum düzeylere gerilemektedir. Yağışın potansiyel evapotranspirasyondan yüksek olduğu bu dönem boyunca 184.30 mm düzeyinde gerçekleşen toplam yağışın 59.99 mm'si evapotranspirasyon yolu ile atmosfere geri iletilmiştir. Evapotranspirasyondan arta kalan 124.31 mm düzeyindeki su fazlasının 77.94 mm'si yüzey akışa geçmiştir. Geriye kalan 46.37 mm büyüklüğündeki bölümü ise derine sızarak yeraltı sularına karışmıştır.

Trabzon ilinin uzun yıllar (1927 – 2024) aylık ortalama hava sıcaklığı (T) ve aylık toplam yağış (P) miktarı verileri kullanılarak hazırlanan su bilançosuna göre yağış, potansiyel evapotranspirasyon ve gerçek evapotranspirasyon parametrelerinin yıllık toplam değerleri sırasıyla 829.10 mm, 780.11 mm ve 515.52 mm olarak belirlenmiştir. Yağışın potansiyel evapotranspirasyondan daha yüksek olduğu Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Kasım ve Aralık aylarında toplam 288.43 mm su fazlası, yağışın potansiyel evapotranspirasyondan daha düşük olduğu Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında ise toplam 264.59 mm su eksiği olduğu görülmüştür. Su fazlasının olduğu aylarda toplam 201.03 mm miktarındaki su yüzey akış yolu ile kayıba uğramıştır.

Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre; Trabzon ili yağış etkinlik indeksi (I_m), sıcaklık etkinlik indeksi, kuraklık (I_a) ve yıllık potansiyel evapotranspirasyonun (ET_P) üç yaz ayına (Haziran, Temmuz, Ağustos) oranı indeksi ile bu indekslere bağlı olarak belirlenen iklim özellikleri Tablo 8'de verilmiştir. Yağış etkinlik indeksine göre yarı nemli (C2) iklim sınıfında yer alan Trabzon ilinin, sıcaklık etkinlik indeksine göre 2.Derece mezotermal (B'2) iklim sınıfında olduğu belirlenmiştir. Kuraklık indeksine göre yapılan değerlendirmeye göre ise, yaz aylarında çok kuvvetli yani yüksek düzeyde su eksiği olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 8. Trabzon ili iklim indeks değerleri ve iklim özellikleri

İndeks	Harf	İklim Özelliği
Yağış etkinlik indeksi (I_m = 16.62)	C2	Yarı nemli
Sıcaklık etkinlik indeksi (Yıllık ET_P =780.11 mm)	B'2	2.Derece mezotermal
Kuraklık indeksi (I_a = 33.92)	s2	Su noksanı yaz mevsiminde ve çok kuvvetli olan
Yıllık ET_p'nin üç yaz ayına oranı indeksi (%49.36)	b'4	-

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Trabzon ilinin su bilançosu oluşturularak iklim sınıfı belirlenmiştir. Uzun yıllar aylık ortalama hava sıcaklığı ve aylık toplam yağış miktarı verileri kullanılarak yapılan değerlendirmelere göre, Trabzon genelinde yarı nemli iklim özelliklerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İl genelinde yağışın maksimum düzeylere yükseldiği, buna karşın hava sıcaklığı ve evapotranspirasyonun minimum düzeylere gerilediği kış aylarında su fazlası oluştuğu görülmüştür. Hava sıcaklığı ve evapotranspirasyonun maksimum düzeylere yükseldiği, buna karşın yağışın minimum düzeylere gerilediği yaz aylarında ise su eksiği olduğu gözlemlenmiştir. Yıllık potansiyel evapotranspirasyon miktarının

yaklaşık olarak %50'sinin yaz aylarında (Haziran, Temmuz, Ağustos) gerçekleştiği tespit edilmiştir. Trabzon ili için oluşturulan su bilançosu tablosunun, il genelindeki mevcut su kaynaklarının doğru yönetimi ve geleceğe dönük kullanımlarının önceliklendirilmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, engebeli bir topografyaya sahip olan ilde su fazlası ve yüzey akış miktarlarına bağlı olarak oluşabilecek sel ve taşkınların hangi aylarda ve hangi şiddetlerde meydana gelebileceği ve bununla birlikte su eksiği olan aylarda ihtiyaç duyulabilecek içme suyu, sanayi ve sulama suyu miktarlarının önceden belirlenerek depolanması kapsamında yapılabilecek çalışmalarda su bilançosu tablosunun faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim, (2025). Hava Durumu ve İklim. https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim.aspx?key=B (Erişim tarihi: 10 Ekim 2025).

Bacanlı, Ü. G., & Saf, B. (2005). Kuraklık belirleme yöntemlerinin Antalya ili örneğinde incelenmesi, Antalya yöresinin inşaat mühendisliği sorunları sempozyumu, 22-25 Eylül, Antalya, s.184-196.

Bölük, E., Eskioğlu, O., Çalık, Y., & Yağan, S. (2023) Thornthwaite İklim sınıflandırmasına göre Türkiye İklimi. https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf (Erişim tarihi: 13 Ekim 2025).

Çolak, H. E., & Memişoğlu, T. (2021). Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Karadeniz Bölgesi iklim sınır haritasının CBS ile üretilmesi. *Geomatik Dergisi*, 6(1), 31-43.

De Martonne, E. (1942). Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité. *Annales de Géographie*, 51, 242-250.

Demir, Y., Demir, A. D., Meral, R., & Yüksel, A. (2015). Bingöl Ovası iklim tipinin Thornthwaite ve Erinç indisine göre belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(4), 332-337.

DMİ, (2025). Trabzon ili iklim verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara

Dursun, İ., & Yazıcı, N. (2022). Köppen-Trewartha ve Thornthwaite yöntemlerine göre Isparta yöresi iklim tipinin belirlenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(2), 264-279.

Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. Recueil, travaux de laboratoire géolo-zoologique, Faculté des sciences. *Service botanique. Montpellier*, 7, 3-43.

Köppen, W. (1918), Klassifikation der klimada nach temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle). *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 64,193-203.

Köppen, W., & Geiger, R. (1954). Klima der erde (Climate of the earth). Wall Map 1:16 Mill. Klett-Perthes, Gotha.

Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification. *Geographical Review*, 38(1), 55-94.

Trewartha, G. T. (1968). An introduction to climate. New York: McGraw-Hill.

FİNLANDİYA VE TÜRKİYE MATEMATİK ÖĞRETİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETMEN YETİŞTİRME SÜREÇLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Nisa Nur DALKIRAN [1]/ Ayten Pınar BAL[2]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Adana, Türkiye, nnurdalkiran@gmail.com, 0009-0009-4773-8743

[2]Çukurova Üniversitesi, Matematik eğitimi, apinar@cu.edu.tr, 0000-0003-1695-9876

Özet

Bu çalışma, Finlandiya ve Türkiye'nin matematik öğretim programları ile öğretmen yetiştirme süreçlerini karşılaştırmalı olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. Matematik eğitimi, bireylerin analitik düşünme, problem çözme ve mantıksal akıl yürütme becerilerinin gelişmesinde temel bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda öğretim programlarının içeriği ve öğretmen yetiştirme sistemlerinin niteliği, eğitimde kaliteyi belirleyen iki önemli unsurdur. Finlandiya, eğitimde öğrenci merkezli yaklaşımı, öğretmenlerin mesleki yeterlik düzeyleri ve sistematik öğretmen yetiştirme süreciyle dikkat çekerken; Türkiye, son yıllarda yaptığı reformlarla programlarını güncellemeye çalışmakta ancak uygulamada çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Çalışmada her iki ülkenin matematik öğretim programları; amaçlar, içerik, öğretim yöntemleri ve değerlendirme boyutlarında incelenmiş, öğretmen yetiştirme süreçleri ise giriş koşulları, eğitim süresi, staj uygulamaları ve mesleki gelişim olanakları açısından karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, Türkiye'nin öğretmen yetiştirme süreçlerinde ve program uygulamalarında iyileştirmeler yapılması gerektiği vurgulanmaktadır. Karşılaştırmalı analiz, Türkiye'nin matematik eğitimi alanında daha etkili ve sürdürülebilir politikalar geliştirmesine katkı sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Matematik öğretimi, öğretmen yetiştirme, öğretim programı, karşılaştırmalı eğitim, Finlandiya, Türkiye.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF MATHEMATICS CURRICULUMS AND TEACHER TRAINING PROCESSES IN FINLAND AND TURKIYE

Abstract

This study aims to comparatively analyze the mathematics curricula and teacher education processes of Finland and Turkey. Mathematics education plays a crucial role in the development of individuals' analytical thinking, problem-solving, and logical reasoning skills. In this context, the content of curricula and the quality of teacher education systems are key determinants of educational quality. Finland stands out with its student-centered approach, high professional competence of teachers, and systematic teacher education process. Turkey, on the other hand, has made several reforms in recent years to update its programs but still faces challenges in implementation. In this study, the mathematics curricula of both countries were examined in terms of objectives, content, teaching methods, and assessment dimensions; their teacher education processes were compared in terms of admission requirements, duration of education, internship practices, and professional development opportunities. The findings indicate that improvements are needed in Turkey's teacher education system and in the implementation of curricula. This comparative analysis aims to contribute to the development of more effective and sustainable policies in mathematics education in Turkey.

Keywords: Mathematics education, teacher training, curriculum, comparative education, Finland, Turkey.

1. GİRİŞ

Eğitim sistemleri, bir ülkenin toplumsal, kültürel ve ekonomik gelişmişliğini yansıtan en temel göstergelerden biridir. Bu sebeple, matematik öğretimi çağın gereksinimlerine uygun bireyler yetiştirme açısından önemli bir konumda yer almaktadır. Özellikle 21. yüzyıl becerileri olan problem çözme, analitik düşünme ve modelleme gibi yetkinliklerin kazandırılmasında matematik eğitiminin rolü büyüktür (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2020). Farklı ülkelerin eğitim sistemlerinde matematik öğretiminin tasarım biçimleri bu becerilerin öğrencilere nasıl aktarıldığını doğrudan etkilemektedir.

Bu bağlamda, dünya genelinde başarılı eğitim sistemleri arasında yer alan Finlandiya, öğrenci merkezli yaklaşımı ve öğretmene verilen mesleki eğitim ile dikkat çekmektedir. Finlandiya, uluslararası ölçekte öğrenci başarılarının değerlendirildiği PISA sınavlarında uzun yıllar boyunca üst sıralarda yer alarak, eğitim politikaları açısından birçok ülkeye model olmuştur. Bu başarının temelinde yer alan faktörlerden biri, eğitimin adaletli, kapsayıcı ve birey odaklı bir yapıya sahip olmasıdır. Eğitim sistemi tüm öğrencilere eşit fırsatlar sunmaktadır. Öğrencilere okul öncesinden üniversiteye kadar ücretsiz ve erişilebilir eğitim politikasıyla öne çıkmaktadır.

Finlandiya'da zorunlu eğitim 7 yaşında başlar ve 16 yaşına kadar sürer. Temel eğitim, 9 yıllık bir dönemi kapsar ve ilkokul ile ortaokul arasında ayrım yapılmaz. Bu yapı, öğrenciye pedagojik devamlılık sağlamakta ve bireysel gelişimini destekleyici bir öğrenim ortamı sunmaktadır. Öğretmenler, öğretim sürecinde geniş bir yetkinliğe sahip olup, ders içeriklerini ve yöntemlerini kendi öğrenci gruplarına göre uyarlayabilirler (Niemi, 2021). Öğretmenler sadece bilgi aktaran değil, aynı zamanda öğrenme ortamlarını tasarlayan, öğrenci gelişimini çok yönlü izleyen profesyoneller olarak görevlerini yapmaktadır.

Matematik öğretimi Finlandiya'da yalnızca akademik başarıya odaklı değil, aynı zamanda yaşam becerileri kazandıran bir süreç olarak ele alınır. Öğretim programları, öğrencilerin matematiği anlamlandırmalarını, problem çözmelerini ve günlük yaşamla ilişkilendirmelerini hedeflemektedir. Programlar beceri temelli olup, öğrencilerin mantıksal akıl yürütme, iletişim kurma, modelleme, temsil kullanma ve teknolojiyle çalışma gibi yetkinliklerini geliştirmeye yöneliktir (Finnish National Agency for Education [FNAE], 2016). Değerlendirme sürecinde ise öğrenciler çok boyutlu olarak, süreç değerlendirme, öz değerlendirme ve öğrenci ürün dosyaları gibi yöntemlerle değerlendirilmektedir.

Finlandiya'da matematik öğretmeni yetiştirme süreci de öğretim programıyla paralel olarak araştırma temelli ve yüksek standartlarda kurgulanmıştır. Matematik öğretmeni olmak isteyen bireyler, üniversitelerde beş yıllık bir yüksek lisans programı ile eğitim görürler. Bu programlar teorik bilgi kadar sınıf yönetimi, uygulama, gözlem ve akademik araştırma becerilerini de kapsamaktadır. Öğretmen adayları, öğretim yöntemleri, ölçme-değerlendirme, çocuk gelişimi ve eğitim psikolojisi gibi çok yönlü alanlarda uzmanlaşarak mezun olurlar

(Niemi, 2021). Bu yaklaşım, öğretmenlerin sadece bilgi aktaran değil; eğitim araştırmalarını yürütebilen, uygulamaları eleştirel bir bakışla değerlendirebilen eğitim liderleri olarak yetişmelerini sağlar.

Türkiye'de eğitim sistemi, son yıllarda gerçekleştirilen kapsamlı değişimlerle yeniden yapılandırılmaktadır. 2024 yılında yürürlüğe giren Maarif Modeli Öğretim Programı, bireyin ahlaki, entelektüel ve akademik yönlerini birlikte geliştirmeyi amaçlayan bir yaklaşım sunmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2024). Bu modelde matematik öğretimi, öğrencilerin kavramsal derinliğini, eleştirel düşünme becerilerini ve problem çözme yeterliliklerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Öğrenme süreçleri disiplinler arası ilişkilere, yaşamla bağlantılı senaryolara ve düşünme becerilerine dayalı olarak yapılandırılmıştır (MEB, 2024).

2024 Maarif Modeli matematik öğretim programı, işlem temelli geleneksel yaklaşımdan uzaklaşarak anlamaya, ilişkilendirmeye ve çok yönlü düşünmeye dayalı bir öğretim anlayışını benimsemektedir. Ancak bu modelin etkili bir şekilde uygulanması, öğretmenlerin mesleki yeterlikleriyle doğrudan ilişkilidir. Türkiye'de öğretmen yetiştirme süreci, lisans düzeyinde yürütülmekte ve pedagojik formasyon eğitimi ile desteklenmektedir. Ancak Finlandiya ile karşılaştırıldığında öğretmen adaylarının uygulama deneyimi, araştırma temelli eğitimi ve profesyonel gelişim olanaklarının sınırlı olduğu görülmektedir.

Son yıllarda, Finlandiya ve Türkiye'nin eğitim sistemleri üzerine yapılan karşılaştırmalı çalışmalar, özellikle öğretmen yetiştirme süreçleri ve matematik öğretim programları üzerinde yoğunlaşmıştır. Örneğin, Orhan ve Kuyumcu Vardar (2019), her iki ülkenin yabancı dil öğretmeni yetiştirme sistemlerini karşılaştırarak, Finlandiya'da öğretmenlik uygulamasının dört dönemi kapsadığını ve uygulama okullarında gerçekleştirildiğini, Türkiye'de ise bu sürecin iki dönemle sınırlı olduğunu ve çeşitli okullarda yapıldığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Çınar ve Doğan (2019), Türkiye, Almanya ve Finlandiya'nın öğretmen yetiştirme sistemlerini inceleyerek, Finlandiya'da öğretmen adaylarının daha fazla uygulama deneyimi kazandıklarını ve öğretmen yeterliliklerinin daha kapsamlı değerlendirildiğini vurgulamışlardır. Matematik öğretim programları açısından, Tınaztepe ve arkadaşları (2021), Türkiye ve Finlandiya'nın meslek liselerindeki zorunlu matematik derslerini karşılaştırmış ve Türkiye'nin programının daha kapsamlı olduğunu, Finlandiya'nın ise temel düzeyde bir program uyguladığını belirtmişlerdir. Ayrıca, Kurtulmuş (2023), Türkiye ve Finlandiya'nın ortaokul matematik öğretim programlarını yenilenmiş Bloom Taksonomisi çerçevesinde analiz etmiş ve her iki programın bilişsel süreç ve bilgi boyutlarında benzerlikler ve farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, Finlandiya'nın öğretmen yetiştirme süreçlerinde uygulamaya ve bütüncül değerlendirmeye verdiği önemin, Türkiye'deki sistemle karşılaştırıldığında belirgin farklar oluşturduğunu göstermektedir. Ancak, matematik öğretim programları açısından her iki ülkenin de güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Bu nedenle, daha kapsamlı ve güncel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu sebeple, bu çalışma hem öğretim programları hem de öğretmen yetiştirme sistemleri açısından Finlandiya ve Türkiye'yi karşılaştırarak iki ülkenin güçlü ve gelişime açık yönlerinin ortaya konulmasına katkı sağlayacaktır. Nitel bir araştırma yaklaşımıyla, mevcut öğretim programları içerik yönünden analiz edilecek ve öğretmen yetiştirme süreçleri dokümanlar ve literatür taraması yoluyla değerlendirilecektir. Bu çalışmanın amacı, Finlandiya ve Türkiye'de matematik öğretim programlarının yapısını ve matematik öğretmenlerinin yetiştirilme süreçlerini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Bu kapsamda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranacaktır:

1. Finlandiya ve Türkiye'de matematik öğretim programlarının içerik ve yapısal özellikleri nelerdir?
2. Finlandiya ve Türkiye'de matematik öğretmenleri nasıl yetiştirilmektedir?
3. Matematik öğretim programları ve öğretmen yetiştirme süreçleri açısından iki ülkenin benzerlikleri ve farklılıkları nelerdir?
4. 2024 Türkiye Maarif Modeli, Finlandiya öğretim programıyla kıyaslandığında benzer ve farklı yönleri nelerdir?

2. YÖNTEM

Bu araştırma, Finlandiya ve Türkiye'deki matematik öğretim programlarını ve öğretmen yetiştirme süreçlerini karşılaştırmalı olarak inceleyen nitel bir çalışmadır. Çalışmada, doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi, yazılı materyallerin sistematik biçimde incelenmesi yoluyla yapılan bir veri toplama yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu yöntem, eğitim programlarının içerik yapılarının karşılaştırmalı olarak analiz edilmesinde yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Araştırma, nitel araştırma desenlerinden betimsel analiz yaklaşımı çerçevesinde yürütülmüştür. Betimsel analiz, elde edilen verilerin önceden belirlenen temalara göre yorumlanmasına ve anlamlandırılmasına olanak tanır (Miles & Huberman, 1994). Araştırma soruları doğrultusunda dört ana tema belirlenmiş ve bulgular bu temalar çerçevesinde raporlanmıştır.

Veriler; Finlandiya Ulusal Çekirdek Öğretim Programı (FNAE, 2016), Türkiye 2024 Maarif Modeli Matematik Öğretim Programı (MEB, 2024) ve her iki ülkedeki öğretmen yetiştirme süreçlerine ilişkin resmi belgeler ve güncel akademik yayınlar aracılığıyla elde edilmiştir. Ayrıca öğretmen yetiştirme üzerine yapılmış tez, makale ve raporlardan da yararlanılmıştır.

Dokümanlardan elde edilen veriler, içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Veriler temalara ayrılmış, ardından karşılaştırmalı tablolar oluşturulmuş ve yorumlanmıştır. Geçerlik için uzman görüşü alınmış; güvenirlik için ise kodlayıcılar arası uyum sağlanmıştır.

3. BULGULAR

Bulgular, araştırma soruları doğrultusunda dört ana başlık altında sunulmuştur.

3.1. Matematik Öğretim Programlarının İçerik ve Yapısal Özellikleri

Tablo 1. Öğretim Programlarının İçeriksel Ve Yapısal Özellikleri

Özellikler	Finlandiya (FNAE, 2016)	Türkiye – Maarif Modeli (MEB, 2024)
Temel yaklaşım	Öğrenci merkezli, beceri temelli	Değer temelli, anlam odaklı
Beceriler	Eleştirel düşünme, modelleme, teknoloji kullanımı	Matematiksel muhakeme, akıl yürütme, analitik düşünme
Konu yapısı	Az konu, derinlemesine işleme	Geniş konu yelpazesi, kademeli yapı
Disiplinler arası bağ	Güçlü	Geliştirilmeye açık
Değerlendirme	Süreç odaklı, öz değerlendirme, öğrenci ürünleri	Hem süreç hem sonuç odaklı, açık uçlu sorulara yer verilmekte
Teknoloji entegrasyonu	Yüksek	Artan fakat sınırlı

Tablo 1'de, İki ülkenin matematik eğitim programlarının detaylı karşılaştırılması yer almaktadır. Finlandiya'nın matematik öğretim programı, öğrenci merkezli ve esnek yapısıyla dikkat çekerken, Türkiye'nin 2024 Maarif Modeli daha yapılandırılmış ve merkezi bir anlayışla şekillenmiştir. Finlandiya'da öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre farklılaştırılmış bir öğretim mümkünken, Türkiye'de program daha çok planlı ve sıraya bağlı bir ilerleme göstermektedir. Konu yapısı açısından Finlandiya derinlemesine öğrenmeyi öne çıkarırken, Türkiye daha geniş kapsamlı bir içerik sunar. Disiplinler arası ilişkiler Finlandiya programında sistemli olarak ele alınırken, Türkiye'de bu alan henüz gelişim aşamasındadır. Değerlendirme uygulamaları Finlandiya'da öğrencinin sürecine ve katılımına odaklanırken, Türkiye'de süreç ve sonuç birlikte değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Teknoloji kullanımı her iki ülkede artmakla birlikte, Finlandiya'da daha planlı ve etkili bir biçimde sürdürülmektedir.

3.2. Matematik Öğretmenlerinin Yetiştirilme Süreci

Tablo 2. Öğretmen Yetiştirme Sistemlerinin Karşılaştırılması

Kriter	Finlandiya	Türkiye
Eğitim süresi	5 yıl (yüksek lisans zorunlu)	4 yıl (lisans düzeyi)
Giriş seçiciliği	Yüksek; öğretmenlik için en başarılı öğrenciler seçilir	Orta düzey; YKS puanına göre yerleştirme yapılır
Program yapısı	Araştırma temelli, teori-pratik dengesi yüksek	Ders ağırlıklı, pratik eksikliği yaşanabilir
Uygulama süreci	Okul-temelli, uzun süreli stajlar	Kısa süreli öğretmenlik uygulamaları
Sürekli mesleki gelişim	Zorunlu ve sürekli desteklenir	Gönüllülük esaslı, sistematik değil
Akademik yönelim	Öğretmenler araştırma yapmaya teşvik edilir	Tezli yüksek lisans yapma oranı düşüktür

Tablo 2'de, İki ülkenin matematik öğretmenlerinin yetiştirilme süreçlerinin detaylı karşılaştırılması yer almaktadır. Finlandiya'da öğretmenlik mesleğine hazırlık süreci uzun soluklu ve yüksek seçiciliğe sahiptir. Adaylar yüksek lisans düzeyinde eğitim alır ve bu süreçte araştırma temelli çalışmalara aktif katılım gösterirler. Uygulama süreci, uzun dönemli stajlarla desteklenerek öğretmen adaylarının sınıf içi deneyimlerini pekiştirmelerine olanak tanır. Türkiye'de ise öğretmen eğitimi lisans düzeyindedir ve uygulama dersleri genellikle kısa süreli ve gözlem temellidir. Bu da adayların pedagojik yeterliklerini geliştirmede sınırlı fırsatlar bulmasına yol açabilir. Finlandiya'da mesleki gelişim sürekli ve zorunlu olarak yürütülürken, Türkiye'de bu süreç daha çok bireysel çaba ve gönüllülüğe dayanmaktadır. Bu yapısal farklar, öğretmen niteliği ve mesleki donanım düzeyine doğrudan yansımaktadır.

3.3. Programlar Arasındaki Benzerlikler ve Farklılıklar

Tablo 3. Programlar Arası Tematik Karşılaştırma

Temalar	Benzerlikler	Farklılıklar
Matematiksel düşünme	Her iki programda da ön planda	Finlandiya daha açık uçlu etkinliklerle desteklemektedir
Disiplinler arası ilişki	Türkiye'de yeni yeni vurgulanmaktadır	Finlandiya'da doğal bir parça olarak işlenmektedir
Teknoloji kullanımı	Artan oranda yer almaktadır	Finlandiya entegrasyonu daha sistematik
Değerler eğitimi	Maarif Modeli güçlü değer temelli yaklaşım sunar	Finlandiya nötrdür, etik gelişimi özgürlük temelinde ele alır
Değerlendirme	Süreç odaklı, öz değerlendirme, öğrenci ürünleri	Hem süreç hem sonuç odaklı, açık uçlu sorulara yer verilmekte
Teknoloji entegrasyonu	Yüksek	Artan fakat sınırlı

Tablo 3'de, İki ülkenin eğitim programlarının benzerlik ve farklılıkları yer almaktadır. Her iki ülkenin öğretim programları, matematiksel düşünme ve problem çözme gibi temel becerilere vurgu yapmaktadır. Ancak bu becerilerin öğretiminde kullanılan yöntem ve araçlar farklılık göstermektedir. Finlandiya, açık uçlu ve uygulamaya dönük etkinliklerle bu becerileri desteklerken, Türkiye'de öğretim süreçleri henüz bu düzeyde çeşitlilik sunmamaktadır. Disiplinler arası yaklaşımlar Finlandiya'da öğretim sürecine doğal olarak entegre edilirken, Türkiye'de bu alan yeni yeni yapılandırılmaktadır. Türkiye'de teknolojik araçların kullanımı artmakla birlikte, uygulama çeşitliliği sınırlıdır. Değerler eğitimi konusunda Türkiye programı daha belirgin bir yönelime sahiptir; bu durum, eğitimin kültürel yönünü ön plana çıkarmaktadır.

3.4. Maarif Modeli'nin Finlandiya Programı ile Uyum Düzeyi

Tablo 4. 2024 Maarif Modelinin Uyum Özellikleri

Öğretim İlkesi	Finlandiya ile Benzerlik Durumu
Anlamlı öğrenme	Orta düzey benzerlik; senaryo temelli yapılar ortak
Eleştirel düşünme becerisi	Amaçlanmakta; uygulama eksiklikleri mevcut
Değer temelli eğitim	Maarif Modeli özgün yön; Finlandiya'da doğrudan yer almaz
Öğretmen özerkliği	Düşük düzey benzerlik; Finlandiya'da öğretmen çok daha bağımsız
Esnek yapı ve farklılaştırma	Finlandiya üstün; Türkiye hâlen merkezi yapıdadır
Anlamlı öğrenme	Orta düzey benzerlik; senaryo temelli yapılar ortak

Tablo 4'de, 2024 Maarif Modeli'nin Finlandiya programı ile taşıdığı benzerlik düzeyleri öğretim ilkeleri bağlamında özetlenerek karşılaştırmalı biçimde sunulmuştur. Türkiye'nin yeni öğretim programı, pedagojik açıdan bazı benzerlikler taşısa da, uygulama düzeyinde Finlandiya ile tam anlamıyla örtüşmemektedir. Anlamlı öğrenme, eleştirel düşünme gibi hedefler her iki ülkede yer alsa da, Türkiye'de bu hedeflerin sınıf içi pratiğe yansıması henüz istenilen düzeyde değildir. Öğretmen özerkliği Finlandiya'da oldukça yüksektir; öğretmenler programı kendi pedagojik tercihleri doğrultusunda esnek biçimde uygulayabilmektedir. Türkiye'de ise öğretmenler merkezi yapıya daha bağlıdır ve uygulama alanı sınırlıdır. Esnek program yapısı ve bireyselleştirilmiş öğretim Finlandiya'da daha etkin biçimde yürütülmektedir. Türkiye'nin bu konularda gelişim gösterme potansiyeli olmakla birlikte, uygulamaya yönelik destekleyici düzenlemelerle bu uyumun artırılması mümkündür.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada Finlandiya ve Türkiye'deki matematik öğretim programları ile öğretmen yetiştirme süreçleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bulgular; programların içerik yapısı, öğretim felsefesi, öğretmen yetiştirme modeli ve uygulamadaki pedagojik yönelimler açısından önemli benzerlikler ve farklılıklar barındırdığını ortaya koymuştur.

Her iki ülkede de matematik öğretiminde problem çözme, eleştirel düşünme ve matematiksel muhakeme becerilerine vurgu yapılmaktadır. Ancak Finlandiya'nın öğretim programı, bu becerilerin geliştirilmesini daha esnek, öğrenci merkezli ve disiplinler arası ilişkilerle zenginleştirilmiş bir yapı üzerinden gerçekleştirmektedir (Niemi, 2021; FNAE, 2016). Türkiye'nin 2024 Maarif Modeli ise "anlam temelli öğretim" yaklaşımıyla yenilikçi bir yönelime sahiptir (MEB, 2024). Kurtulmuş (2023) tarafından yapılan analizde de belirtildiği gibi, Türkiye'deki öğretim programları içerik açısından yenilikçi olsa da, uygulama aşamasında yeterli esneklik ve öğretmen özerkliği sağlanamadığında hedeflenen kazanımlar sınırlı kalabilmektedir.

Finlandiya'da öğretmen yetiştirme süreci, yüksek lisans düzeyinde yürütülmekte ve araştırma temelli yaklaşımla desteklenmektedir. Öğretmen adayları sadece bilgi aktarımı değil, pedagojik karar alma ve sınıf içi

strateji geliştirme becerisi de kazanmaktadırlar (Çınar & Doğan, 2019; Niemi, 2021). Türkiye'de ise öğretmen yetiştirme süreci lisans düzeyinde kalmakta ve staj uygulamaları genellikle kısa süreli, gözlem temelli olup öğretmenlik uygulamasını derinlemesine deneyimleme fırsatı sınırlıdır (Orhan ve Kuyumcu Vardar, 2019). Ayrıca Finlandiya'da öğretmenler, öğretim programını uygulama konusunda yüksek düzeyde özerkliğe sahiptir. Bu durum, hem mesleki tatminlerini artırmakta hem de pedagojik yaratıcılığı teşvik etmektedir (Tınaztepe vd., 2021). Türkiye'de ise öğretmen özerkliği hâlen merkezi yapı nedeniyle sınırlıdır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin son yıllarda öğretim programlarında ve öğretmen yetiştirme modellerinde reform niteliğinde adımlar attığı görülmektedir. Ancak Finlandiya örneğinde olduğu gibi sistemsel bütünlük, uygulama derinliği ve öğretmen profesyonelliği gibi unsurların güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda yapılacak çalışalar, Türkiye'nin eğitim kalitesinin artırılmasına önemli katkı sağlayacaktır.

Öneriler

1. Türkiye'de öğretmen eğitimi, yüksek lisans düzeyine çıkarılmalı ve öğretmen adaylarına araştırma temelli bir yaklaşım kazandırılmalıdır.
2. Öğretmen özerkliği artırılmalı, öğretim programlarının yorumlanması ve uygulanmasında öğretmenlere daha fazla alan tanınmalıdır.
3. Uzun süreli okul temelli uygulamalar geliştirilerek öğretmen adaylarının sahaya hazırlığı güçlendirilmelidir.
4. **Yaşam senaryolu problem çözme** etkinlikleri programlara entegre edilerek matematiğin anlamlılığı artırılmalıdır.
5. Finlandiya'dan esinlenilerek, öğretim programları daha esnek, modüler ve öğrencilerin bireysel farklılıklarını gözeten biçimde yapılandırılmalıdır.
6. Teknoloji entegrasyonu ve disiplinler arası yaklaşımlar, öğretmen eğitimi programlarında öncelikli hedef olarak ele alınmalıdır.
7. **Öğrenme toplulukları** kurularak öğretmenlerin deneyim paylaşımı ve mesleki gelişimi desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

Çınar, D., & Doğan, Ö. (2019). Türkiye, Almanya ve Finlandiya'nın öğretmen yetiştirme sistemlerinin karşılaştırılması. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, *35*(1), 171–191. https://doi.org/10.17556/erziefd.403005

Finnish National Agency for Education (OPH). (2022). *National Core Curriculum for Basic Education 2014 (Mathematics Section)*.

Kandırmaz, M., Üredi, P., Doğan, E., & Binici-İlaslan, B. (2023). Farklı ülkelerin öğretim programlarının içerik boyutunun incelenmesi ve yeni bir içerik çerçevesi önerisi. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(3), 1742–1765.

Kurtulmuş, M. (2023). Türkiye ve Finlandiya ortaokul matematik öğretim programlarının yenilenmiş Bloom taksonomisine göre analizi. *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *57*, 221–240. https://openaccess.marmara.edu.tr/entities/publication/bb55426c-f216-4824-ae77-499780833e6

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. sınıflar): Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli [PDF dosyası].

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.

Niemi, H. (2021). Teachers as curriculum developers in Finland: A key to educational success. *European Journal of Curriculum Studies*, *11*(1), 35–48.

Orhan, A., & Kuyumcu Vardar, G. (2019). Türkiye ve Finlandiya'da yabancı dil öğretmeni yetiştirme programlarının karşılaştırılması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *19*(2), 456–472. https://doi.org/10.17240/aibuefd.2019.19.45565-438265

Tınaztepe, C., Kemali, M., & Evcan, S. (2021). Türkiye ve Finlandiya mesleki ve teknik liselerde zorunlu matematik dersi öğretim programlarının karşılaştırılması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *21*(1), 122–138. https://doi.org/10.17240/aibuefd.2021.21.610192-66223

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı). Seçkin Yayıncılık.

2021–2025 YILLARI ARASINDA TÜRKİYE'DE MATEMATİK VE STEM TEMELLİ LİSANSÜSTÜ TEZLERİNİN BETİMSEL ANALİZİ

Nisa Nur DALKIRAN [1]/ Ayten Pınar BAL[2]

[1]Yüksek Lisans Öğrencisi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Adana, Türkiye, nnurdalkiran@gmail.com, 0009-0009-4773-8743,

[2]Çukurova Üniversitesi, Matematik eğitimi, apinar@cu.edu.tr, 0000-0003-1695-9876

Özet

Bu araştırma, 2021–2025 yılları arasında Türkiye'de Matematik Ve Stem temelli yazılmış yüksek lisans ve doktora tezlerini betimsel olarak analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden elde edilen veriler doğrultusunda yayımlanan toplam 42 lisansüstü tez incelenmiştir. Tezler; yayınlandıkları yıl, eğitim düzeyi, konu başlıkları, araştırma yöntemleri, veri toplama araçları, örneklem özellikleri ve analiz teknikleri bakımından sistematik biçimde incelenmiştir. Çalışma, doküman analizi yöntemiyle yürütülmüş ve veriler içerik analizine tabi tutularak temalar altında sınıflandırılmıştır. Araştırma bulgularına göre, incelenen tezlerin büyük çoğunluğunun yüksek lisans düzeyinde olduğu, en sık çalışılan temanın ise STEM uygulamaları üzerine olduğu belirlenmiştir. Araştırma yöntemleri açısından karma yöntem tezlerde en çok tercih edilen yaklaşım olurken; anket, başarı testi ve görüşme formu en yaygın veri toplama araçları olarak öne çıkmıştır. Örneklemlerin büyük bölümü ortaokul öğrencilerinden oluşmakta, araştırma sonuçlarının büyük ölçüde bu düzeyle sınırlı kaldığı gözlemlenmektedir. Veri analiz yöntemleri incelendiğinde ise betimsel istatistiklerin yoğun olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, STEM eğitiminin Türkiye'deki gelişimini daha bütüncül şekilde ele alacak ileri düzey araştırmaların teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar kelimeler: matematik, STEM, FeTEMM, lisansüstü tez, betimsel analiz

DESCRIPTIVE ANALYSIS OF MATHEMATICS AND STEM-BASED GRADUATE THESES IN TURKEY BETWEEN 2021 AND 2025

Abstract

This study aims to descriptively analyze master's and doctoral theses written in Turkey between 2021 and 2025 on mathematics and STEM-based topics. A total of 42 graduate theses published and retrieved from the National Thesis Center of the Council of Higher Education were systematically examined in terms of publication year, education level, research themes, methodologies, data collection tools, sample characteristics, and analysis techniques. The study was conducted using the document analysis method, and the data were subjected to content analysis and categorized under specific themes. According to the research findings, the majority of the theses were at the master's level, and the most frequently studied theme was STEM-related practices and activities. In terms of research methods, mixed-method designs were most commonly preferred, while surveys, achievement tests, and interview forms were the most widely used data collection tools. It was observed that most of the samples consisted of middle school students, indicating a concentration of research outcomes at that educational level. Regarding data analysis techniques, descriptive statistics were predominantly employed. The study concludes that there is a strong need to promote more comprehensive and advanced-level research that holistically addresses the development of STEM education in Turkey.

Keywords: mathematics, STEM, FeTeMM, graduate thesis, descriptive analysis

1. GİRİŞ

Günümüzde bilimsel ve teknolojik ilerlemeler, insan yaşamında köklü dönüşümlere ve yeniliklere yol açmaktadır. Bu hızlı değişim karşısında bireylerin, geleceğin ihtiyaçlarına uyum sağlayabilecek donanımı kazanması artık bir seçenek değil, zorunluluk haline gelmiştir. Özellikle küresel ölçekte artan ekonomik rekabet, sanayi ve teknolojinin farklı boyutlara evrilmesi, yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler ve enerji kaynaklarına olan talebin sürekli artması gibi karmaşık ve çok boyutlu sorunlar, bireylerin sahip olması gereken bilgi ve beceri türlerinde de önemli değişimlere neden olmuştur (Moore, Stohlmann & Roehrig, 2012).

Bu bağlamda, bireylerin değişen dünya koşullarına uyum sağlayabilmeleri, yalnızca akademik bilgiyle değil; analitik düşünme, yaratıcılık, disiplinlerarası ilişki kurma ve problem çözme gibi üst düzey becerilerle donatılmalarıyla mümkün hale gelmektedir. Bu noktada, bilim (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering) ve matematik (Mathematics) disiplinlerini bütüncül bir yapıda bir araya getiren STEM eğitimi, çağın ihtiyaç duyduğu birey profilinin yetiştirilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Türkiye'de FeTeMM olarak da ifade edilen bu model, ilk kez Amerika Birleşik Devletleri'nde bilim ve teknoloji temelli eğitim reformlarının bir parçası olarak gündeme gelmiş ve özellikle okul düzeyinde fen ve matematik derslerinin daha anlamlı, yaşamla bağlantılı ve uygulamaya dönük bir biçimde öğretilmesini hedeflemiştir (Bybee, 2010; Zollman, 2012). STEM yaklaşımı, öğrencilere disiplinler arası düşünme becerisi kazandırarak onları gerçek yaşam problemleriyle baş edebilen, sorgulayan, çözüm odaklı ve üretken bireyler olarak yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Özdemir & Çavaş, 2015; Çorlu, Capraro & Capraro, 2014). STEM yaklaşımı yalnızca kuramsal bilgilerin aktarımını değil, aynı zamanda mühendislik tasarımları ve teknoloji kullanımına dayalı yaratıcı problem çözme süreçlerini de eğitim ortamlarına entegre etmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, son yıllarda STEM eğitimi sadece bir öğretim modeli olarak değil, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik kalkınmayı destekleyen stratejik bir eğitim yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir.

Bu bağlamda STEM, öğrencilerin mühendislik ve teknolojiyle günlük yaşamda karşılaştıkları sorunları fen ve matematik bilgisiyle harmanlayarak çözüm üretmelerine olanak tanır. Şahin ve arkadaşları (2014) bu bütünleşik yaklaşımın, öğrencilerin hem akademik başarılarını artırdığını hem de özgüvenlerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Moore ve arkadaşları da (2012), STEM'in geleneksel disiplin sınırlarını aşarak gerçek yaşam bağlamında öğrenme sağlamaya yönelik olduğunu vurgulamışlardır. Bu yönüyle STEM, yalnızca dört disiplini bir araya getiren bir model olmaktan öte, yaratıcı düşünme, tasarım temelli öğrenme ve işbirlikli problem çözme gibi çağdaş eğitim anlayışlarının da somutlaştığı bir öğrenme paradigması olarak değerlendirilmektedir.

21. yüzyılda ülkeler için bilimsel ve teknolojik gelişmeleri yakalayarak yenilikçi bilgi ve ürünler üretebilmek, küresel rekabet ortamında sürdürülebilir kalkınma için temel bir öncelik haline gelmiştir. Bu hedefe ulaşmada, bireylerin sadece bilgiye erişen değil, bilgiyi anlamlandıran, iş birliği içerisinde çalışabilen, yaratıcı düşünebilen ve karmaşık problemleri çözebilen bireyler olarak yetiştirilmesi kritik önem taşımaktadır (Trilling & Fadel, 2009). Günümüz dünyasında öne çıkan ekonomik ve sosyal sorunlar; dijital dönüşüm, yapay zekâ, enerji krizi, iklim değişikliği ve iş gücünün niteliğine yönelik beklentiler gibi birçok alanda bireylerin çok yönlü ve disiplinlerarası becerilerle donatılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, bireylerin eleştirel düşünme, karar verme, yaratıcı üretkenlik, iletişim, iş birliği ve dijital okuryazarlık gibi "21. yüzyıl becerileri" ile donatılması hem bireysel gelişim hem de toplumsal refah açısından kaçınılmazdır (Partnership for 21st Century Learning, 2015; MEB, 2011).

Bu becerilerin eğitim yoluyla kazandırılmasında etkili olan yaklaşımlardan biri, bilim (fen), teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütüncül biçimde harmanlandığı STEM (FeTeMM) eğitimidir. STEM eğitimi, sadece teorik bilgileri aktarmaktan ziyade, öğrencilere gerçek yaşam problemleri üzerinden çözüm üretme, ürün tasarlama, teknolojiyle etkileşim kurma ve bilimsel düşünceyi uygulamaya dönüştürme fırsatları sunmaktadır (Bybee, 2010; Sanders, 2009). Nitekim, National Science and Technology Council (2013) tarafından yayımlanan raporda, gelecekte öne çıkacak mesleklerin büyük oranda STEM alanlarına dayanacağı ve bu nedenle eğitim sistemlerinin bu doğrultuda yeniden yapılandırılması gerektiği vurgulanmıştır.

Türkiye'de de STEM yaklaşımı son yıllarda eğitim politikalarında yer bulmaya başlamıştır. Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan raporlar (MEB, 2016; 2017; 2018), öğretmen eğitiminden müfredat düzenlemelerine kadar pek çok alanda STEM'in entegrasyonuna yönelik stratejiler geliştirmeyi hedeflemiştir. Bu anlayış 2024 yılında yayımlanan Maarif eğitim modeli ile daha sistematik bir çerçeveye oturtulmuştur. Söz konusu modelde, öğrencilerin akademik, duyuşsal ve sosyal gelişimlerini bütüncül olarak destekleyen disiplinler arası bir yaklaşım benimsenmiş; fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik disiplinleri arasında anlamlı bağlar kurulması teşvik edilmiştir (MEB, 2024a). Model, öğretim programlarının bilgi, beceri, eğilim ve değerler arasında anlamlı ağlar kurmasını esas almakta; öğrenci merkezli, gerçek yaşamla bağlantılı, yaşantı temelli ve bağlam odaklı öğrenme süreçleri ön plana çıkarılmaktadır. Bu yönüyle STEM eğitiminde vurgulanan yaparak-yaşayarak öğrenme, üretkenlik, tasarım temelli düşünme ve proje temelli çalışma gibi yapıların, Türkiye'nin güncel eğitim reformunda önemli bir yer edindiği görülmektedir (Scientix Türkiye, 2024). Öğrenme yaklaşımları arasında proje temelli, sorgulamaya dayalı, iş birliğine dayalı ve eleştirel düşünmeyi geliştiren yöntemlerin açıkça tanımlanması, STEM eğitiminin 21. yüzyıl becerileriyle doğrudan ilişkilendirildiğini göstermektedir (MEB, 2024; Çepni, 2017). Modelde ayrıca, matematiksel muhakeme, bilimsel gözlem, veriye

dayalı karar verme, bilimsel çıkarım yapma gibi alan becerilerine açıkça yer verilerek STEM eğitiminin bilişsel temellerine vurgu yapılmakta; bu becerilerin erken yaşlardan itibaren kazandırılması hedeflenmektedir (Genç Eğitim, 2024). STEM uygulamalarının yaygınlaştırılması amacıyla yalnızca müfredat geliştirme değil, öğretmen eğitimi, ölçme-değerlendirme süreçleri ve materyal tasarımı gibi alanlarda da sistemli çalışmalar yürütülmektedir. Bu çerçevede, Scientix Türkiye gibi ulusal platformlar aracılığıyla öğretmenlere yönelik seminer, çalıştay ve uygulama odaklı eğitim programları düzenlenmekte; öğretim süreçlerinde STEM yaklaşımının etkili biçimde entegrasyonu desteklenmektedir (Scientix Türkiye, 2024). Ayrıca, 10. Kalkınma Planı (Kalkınma Bakanlığı, 2013) 2014 ve 2018 yıllarını kapsayan plan dahilinde yer verilen hedeflerde, üretken, yaratıcı, demokratik değerlere sahip bireylerin yetiştirilmesi temel amaçlardan biri olarak tanımlanmış ve STEM'in bu hedefe ulaşmada önemli bir araç olduğu dolaylı biçimde ifade edilmiştir.

STEM eğitiminin yaygınlaştırılması konusunda yalnızca Millî Eğitim Bakanlığı değil, üniversiteler, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları da çeşitli katkılar sunmaktadır. Örneğin, ODTÜ ve Hacettepe Üniversitesi bünyesinde kurulan STEM eğitim merkezleri, İstanbul Aydın Üniversitesi'nin FeTeMM Okulu girişimi ve TÜSİAD'ın yürüttüğü STEM+A projesi bu alandaki önemli kurumsal çabalardan bazılarıdır. Bu tür iş birlikleri, Türkiye'de disiplinlerarası eğitimin gelişmesi, öğretmenlerin mesleki yeterliklerinin artırılması ve öğrencilerin erken yaşlardan itibaren problem çözme ve inovasyon odaklı düşünce sistemlerine yönlendirilmesi açısından kritik rol oynamaktadır (Akgündüz vd., 2015; Kaya & Doğan, 2016).

Türkiye'de Matematik Ve Stem Temelli yönelik yapılan araştırmalar sistematik bir şekilde incelenmiş ve çalışmaya katkı sağlaması amacıyla kapsamlı bir alan taraması gerçekleştirilmiştir. Literatür incelendiğinde, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitiminin son yıllarda hem dünyada hem de Türkiye'de giderek önem kazandığı görülmektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin disiplinler arası düşünme becerilerini geliştirmeyi, gerçek yaşam problemlerine yenilikçi çözümler üretmelerini ve 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarını amaçlamaktadır (Özbilen, 2018). Türkiye'de STEM eğitimine yönelik farkındalık ve uygulama düzeyini artırmaya yönelik çalışmalar artmış; öğretmen görüşleri, öğrenci tutumları ve disiplinler arası etkinliklerin etkililiği üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Örneğin Bulut (2020), ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarının çeşitli değişkenlere göre incelendiği çalışmasında, öğrencilerin genel olarak STEM'e olumlu tutum geliştirdiğini ve akademik başarıları ile STEM tutumları arasında anlamlı ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde Ceylan ve Karahan (2021), matematik temelli STEM uygulamalarının lise öğrencilerinin matematik tutumları ve bilgileri üzerinde olumlu etkiler yarattığını belirlemişlerdir. Literatürdeki bu artış, STEM temelli uygulamaların matematik eğitimi ile entegrasyonunun önemine işaret etmektedir. Ancak, Türkiye'de STEM ve matematik odaklı akademik tez çalışmalarının yıllara, düzeylere, temalara ve yöntemlere

göre sistematik biçimde incelendiği çalışmalar sınırlıdır. Bu bağlamda, mevcut araştırma 2021–2025 yılları arasında Türkiye'deki yüksek lisans ve doktora düzeyinde hazırlanmış STEM ve matematik temelli tezleri betimleyerek alanyazına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Çalışmada, tezlerin yıllara göre dağılımı, konu içerikleri, araştırma yöntemleri, veri toplama araçları, örneklem büyüklükleri ve veri analiz teknikleri incelenmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen çalışmada aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Matematik Ve STEM Temelli 2021–2025 yılları arasında yazılan tezlerin yıllara göre dağılımı nasıldır?
2. Tezlerin eğitim düzeyine (yüksek lisans/doktora) göre dağılımı nasıldır?
3. Tezlerde çalışılan ana konular nelerdir?
4. Tezlerde kullanılan araştırma yöntemleri nelerdir?
5. Tezlerde kullanılan veri toplama araçları nelerdir?
6. Tezlerde kullanılan örneklem türleri ve büyüklükleri nasıldır?
7. Tezlerde kullanılan veri analiz yöntemleri nelerdir?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Tasarımı

Bu araştırmada betimsel analiz modeli kullanılacaktır. Betimsel analiz, belirli bir olayın veya durumun sistematik bir şekilde gözlemlenip açıklanması ile yapılan yöntemidir. Bu modelde, veriler doğrudan yorumlanmadan, gözlemler ve bulgular olduğu gibi tanımlanır, sıralanır ve sınıflandırılır. Betimsel analiz, yalnızca gözlemlerle sınırlı kalmadan, bu gözlemleri anlamak için verilerin içeriği hakkında detaylı bir tanımlama yapar (Ültay vd., 2021). Bu araştırma için betimsel analiz yöntemi seçilmesinin temel nedeni, matematiksel muhakeme alanındaki tezlerin belirli bir dönemde nasıl geliştiğini gözlemlemek ve tezler arasındaki ilişkileri belirlemektir. Betimsel analiz, araştırmacıların verileri topladıktan sonra detaylı bir şekilde sınıflandırmalarına, verileri kategorilere ayırmalarına ve verilerin dağılımını belirlemelerine olanak tanır. Söz konusu yaklaşım, "Matematik Ve STEM" gibi kapsamlı bir araştırma alanında gerçekleştirilen farklı yüksek lisans ve doktora çalışmalarının çeşitliliğini ve alandaki yönelimleri sistematik bir biçimde analiz etmede etkili bir yöntemdir. Ayrıca, belirli bir dönemde yazılan tezlerin içerikleri, kullanılan yöntemler ve örneklem grupları arasında bir ilişki kurarak, matematiksel muhakeme konusundaki genel araştırma eğilimlerinin nasıl şekillendiğini görmek mümkündür.

Araştırmanın evrenini, 2021–2025 yılları arasında Türkiye'deki üniversitelerde tamamlanmış ve Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi'nde yayımlanan "Matematik Ve Stem" konulu tüm yüksek lisans ve doktora tezleri oluşturmaktadır. Evren kapsamında, tezlerin erişilebilirliği ve akademik niteliği göz önünde

bulundurularak sadece "onaylı ve tam metni mevcut" çalışmalar dikkate alınmıştır. Örneklem belirleme süreci aşağıdaki kriterlerle yapılmıştır.

Veri Kaynağı: YÖK Tez Merkezi'nin "Gelişmiş Tarama" bölümü kullanılarak, "matematiksel muhakeme" anahtar kelimesi ile tarama yapılmıştır.

Filtreleme Kriterleri:

Dil: Yalnızca Türkçe tezler dâhil edilmiştir.

Yayın Durumu: Sadece tam metnine erişilebilir ve onaylanmış tezler seçilmiştir.

Tez Türü: Yüksek lisans ve doktora tezleri ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Zaman Aralığı: 2021–2025 yılları arasında yayınlanan tezler çalışmaya dâhil edilmiştir.

Üniversite Bazlı Sınırlama: Herhangi bir üniversite kısıtlaması yapılmamış, ancak devlet üniversitelerinde tamamlanan tezlerin oranı özel üniversitelere kıyasla daha yüksek olduğundan, bu durum örneklem dağılımını etkilemiştir.

Eksik Veri: Bazı üniversitelerin tez arşivlerinin YÖK sistemine tam entegre olmaması, evrenin tam kapsayıcılığını etkileyebilir.

Dil Kısıtlaması: İngilizce tezlerin dâhil edilmemesi, uluslararası literatürle karşılaştırma yapılmasını sınırlandırmaktadır.

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi, mevcut yazılı materyallerin araştırılmak istenilen olgu ve olaylar çerçevesinde sistematik bir şekilde incelenmesi sürecini kapsar (Yıldırım & Şimşek, 2022). Araştırma kapsamında Türkiye'de 2021–2025 yılları arasında tamamlanan Matematik Ve STEM alanındaki yüksek lisans ve doktora tezleri analiz edilmiştir. Tezler, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi ve ilgili üniversitelerin tez veri tabanları aracılığıyla dijital ortamda toplanmıştır. Erişilen yüksek lisans ve doktora tezleri, belirlenen ölçütler doğrultusunda incelenmek üzere araştırma sürecine eklenmiştir.

Araştırmada kapsamında erişilen tezler betimsel istatistikler ve içerik analizi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Öncelikle, tezlerin yıllara göre dağılımı, çalışılan ana konular, kullanılan araştırma yöntemleri, veri toplama araçları, örneklem türleri ve veri analiz teknikleri gibi değişkenler frekans ve yüzde değerleri uygun tablolar ve çıkarımlar bulgular bölümünde açıklanmıştır. Betimsel istatistikler, elde edilen verilerin sistematik bir şekilde sınıflandırılmasına ve araştırmanın temel eğilimlerinin ortaya konulmasına yardımcı olmaktadır (Büyüköztürk vd., 2023).

Ayrıca, yüksek lisans ve doktora tezleri içerik analizi yöntemi ile derinlemesine incelenmiştir. İçerik analizi, yazılı, sözlü veya görsel iletişim araçlarından elde edilen verilerin belirli kategorilere ayrılarak sistematik

biçimde çözümlenmesi sürecidir (Krippendorff, 2018; Yıldırım & Şimşek, 2022). Uygulanan bu analitik yaklaşım, mevcut veriler içerisindeki önemli temaların ve bunlar arasındaki bağlantıların keşfedilmesine yönelik bir çerçeve sunmayı hedeflemektedir. Araştırmada tezlerde öne çıkan anahtar kavramlar belirlenmiş, ana temalar oluşturulmuş ve bu temalar çerçevesinde tezlerin analizi yapılıp bulgular bölümünde ayrıntılı bir şekilde sınıflandırılmıştır.

Nitel araştırmalarda genellikle geçerlik yani inandırıcılığa önem verilir. Yıldırım ve Şimşek (2021)'e göre geçerlik kavramının temel amacı araştırılan kavramın geçerli ölçümünü sağlamaktır. Başka bir ifadeyle, veri toplama ve analiz sürecinde araştırmacı önyargılarının minimize edilmesi ve verilerin doğal yapısına uygun istatistiksel yöntemlerin uygulanması yoluyla bilimsel olarak sağlam sonuçlar elde edilmesidir. Yıldırım ve Şimşek (2021), güvenirliği; araştırma sürecinin ve elde edilen verilerin şeffaf bir biçimde sunulması sayesinde, benzer koşullarda çalışmayı yürüten diğer araştırmacıların da benzer sonuçlara ulaşabilme olasılığı olarak tanımlamaktadır.

Çalışma sürecinde, bilimsel araştırmalarda uyulması gereken etik ve yayın kuralları dikkatle gözetilmiştir. Çalışma sürecinde akademik dürüstlük ilkeleri gözetilmiş; yararlanılan tüm kaynaklara ilgili bölümlerde ve kaynakçada akademik atıf kurallarına uygun şekilde yer verilmiştir.

3. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde, toplanan verilere yönelik bulgulara yer verilmiştir. Araştırmanın örneklemi, 2021-2025 yılları arasında Matematik Ve STEM konusunda Türkiye'deki Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nde konu çerçevesinde yazılmış yüksek lisans ve doktora tezleri oluşturmuştur. Bu bölümde, araştırmanın alt problemlerine uygun olarak, araştırma süreci içinde elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

3.1 Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı

Matematik ve STEM, alan yazında oldukça yeni bir araştırma alandır. *Tablo 1*'de Matematik ve STEM konusunu ele alan tezlerin yıllara göre dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 1. Matematik ve stem ile ilgili lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımı

Yıl	Tez Sayısı
2021	12
2022	10
2023	9
2024	8
2025*	3

* 2025 yılına ait veriler yılın tamamı kapsanmadığı için eksik olabilir.

Tablo 1 incelendiğinde, matematik ve STEM eğitimi konusunda 2021-2025 yılları arasında Türkiye'de hazırlanan lisansüstü tezlerin yıllık dağılımı incelendiğinde, 2021 yılında 12 tez ile en yük sayıya ulaşıldığı, sonraki yıllarda ise istikrarlı bir düşüş eğilimi gösterdiği (2022'de 10, 2023'te 9, 2024'te 8 ve 2025'te kısmi verilerle 3 tez) görülmektedir. Bu dağılım, 2021'deki yüksek sayının pandemi sonrası dönemde STEM eğitiminin dijital dönüşümle olan ilişkisine artan akademik ilgiden kaynaklanabileceğini düşündürmekte; ancak sonraki yıllardaki azalma, akademik önceliklerin farklı alanlara kayması veya STEM araştırmalarının belirli bir doygunluğa ulaşması gibi faktörlerle açıklanabilir. Öte yandan, 2025 verilerinin sınırlı olması nedeniyle bu yıla ilişkin kesin bir yorum yapılmamakla birlikte, genel eğilim STEM araştırmalarında geçici bir yoğunlaşmanın ardından dengelenme sürecine işaret etmektedir.

3.2 Tezlerin Eğitim Düzeyine Göre Dağılımı

Matematik ve STEM alanında yapılan çalışmaların eğitim düzeylerine göre dağılımı Tablo2'de verilmiştir.

Tablo2. Matematik ve stem ile ilgili lisansüstü tezlerin eğitim düzeyine göre dağılımı

Eğitim Düzeyi	**Tez Sayısı**
Yüksek Lisans	36
Doktora	6

Matematik ve STEM alanında 2021-2025 yılları arasında tamamlanan lisansüstü tezlerin eğitim düzeylerine göre analizi (*Tablo 2*), yüksek lisans tezlerinin (n=36) doktora tezlerine (n=6) kıyasla belirgin şekilde ağırlıkta olduğunu ortaya koymaktadır. Tezlerin büyük çoğunluğu yüksek lisans düzeyindedir. Doktora tezlerinin az olması, STEM konusunun hâlâ gelişmekte olan bir araştırma alanı olduğunu göstermektedir. Yüksek lisans tezlerinin yoğunluğu, STEM'in disiplinlerarası doğası nedeniyle uygulamaya dönük araştırmalara olan eğilimle açıklanabilirken; doktora çalışmalarının azlığı, alandaki uzmanlaşmış akademik kadro, kaynak tahsisi veya uzun vadeli araştırma gereklilikleri gibi yapısal faktörlerle ilişkilendirilebilir. Bu bulgular, STEM eğitimi literatüründeki kuramsal çerçevelerin sınırlılığına dair mevcut eleştirilerle örtüşmekte olup, özellikle doktora düzeyinde çalışmaların artırılması gerekliliğini desteklemektedir.

3.3 Çalışılan Ana Konuların Dağılımı

Matematik ve STEM alanında yapılan lisansüstü tezlerin konusal dağılımı *Tablo3*'te detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 3. Matematik ve STEM Alanında 2010-2025 Yılları Arasında Sıklıkla Çalışılan Konular

Ana Konu	Tez Sayısı
STEM uygulamaları ve etkinlikleri	16
Matematik eğitimi değerleri	6
Kodlama ve dijital araçlar	5
Yaratıcılık ve bilimsel düşünme	4
Öğrenci tutumları ve motivasyon	4
Öğretmen adaylarının eğitimi	4
Ölçme aracı geliştirme	3

2021-2025 yılları arasında Matematik ve STEM alanında yürütülen lisansüstü tezlerin tematik analizi (*Tablo 3*), araştırmaların büyük ölçüde "STEM uygulamaları ve etkinlikleri" (n=16) odaklı olduğunu, bunu sırasıyla matematik eğitimi değerleri (n=6), kodlama ve dijital araçlar (n=5), yaratıcılık/bilimsel düşünme ile öğrenci tutumları/motivasyon ve öğretmen adayları eğitimi (her biri n=4) gibi konuların takip ettiğini ortaya koymaktadır. Bu dağılım, Türkiye'deki STEM araştırmalarının ağırlıklı olarak "uygulama odaklı pedagojik müdahaleler" üzerinde yoğunlaştığını göstermekle birlikte, özellikle STEM eğitiminin felsefi temelleri, kültürlerarası karşılaştırmalar veya politika analizleri gibi kuramsal derinlik gerektiren alanlarda çalışmaların sınırlı kaldığına işaret etmektedir. STEM etkinliklerine yönelik bu yoğun ilginin, Milli Eğitim Bakanlığı'nın müfredat reformları ve TÜBİTAK proje destekleriyle doğrudan ilişkili olduğu düşünülebilir. Öte yandan, ölçme aracı geliştirme çalışmalarının (n=3) nispeten az oluşu, alanda geçerli ve güvenilir yerel ölçek ihtiyacının halen devam ettiğini düşündürmektedir. Bu bulgular, özellikle disiplinlerötesi teorik çerçevelerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. En çok çalışılan konu STEM temelli uygulama ve etkinliklerdir. Bu durum, uygulamaya dönük araştırmalara olan ihtiyacın karşılandığını göstermektedir.

3.4 Kullanılan Araştırma Yöntemleri

Tezlerde kullanılan araştırma yöntemleri analiz edilmiştir ve *Tablo4*'te analizine yer verilmiştir.

Tablo 4. Matematik ve STEM İle İlgili Lisansüstü Tezlerin Araştırma Yaklaşımına Göre Dağılımları

Yöntem Türü	Tez Sayısı
Karma yöntem	15
Nicel yöntem	14
Nitel yöntem	13

Araştırma bulguları, Matematik ve STEM alanında 2021-2025 yılları arasında tamamlanan lisansüstü tezlerin metodolojik eğilimleri incelendiğinde (Tablo 4), karma yöntemin (n=15) nicel (n=14) ve nitel (n=13) yaklaşımlara göre baskınlık gösterdiği görülmektedir. Bu dağılım, STEM araştırmalarında "bütüncül veri yakalama" eğiliminin yükseldiğine işaret etmekte olup, özellikle eğitim uygulamalarının etkililiğini değerlendirmede hem istatistiksel analizlerin hem de katılımcı deneyimlerinin eşzamanlı ele alınması gerekliliğini yansıtmaktadır. Karma yöntemin öne çıkışı, STEM eğitiminin doğası gereği disiplinlerarası karakteriyle uyumlu görünmekle birlikte, nicel ve nitel yöntemler arasındaki dengeli dağılım, alanda "metodolojik çoğulculuk" anlayışının yerleşmekte olduğunu göstermektedir. Bu bulgular ışığında tezlerde en fazla karma yöntem tercih edilmiştir, hem sayısal veriler hem de derinlemesine görüşlerin bir arada ele alınmak istendiğini ortaya koymaktadır.

3.5 Kullanılan Veri Toplama Araçları

Matematik ve STEM alanında yapılan lisansüstü tezlerde kullanılan veri toplama araçları *Tablo5*'te detaylı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 5. Matematik ve STEM İle İlgili Lisansüstü Tezlerin Veri Toplama Araçlarına Göre Dağılımı

Veri Toplama Aracı	Tez Sayısı
Anket / Ölçek	22
Başarı testi	18
Görüşme formu	16
Gözlem	5
Doküman analizi	4

Tablo 5'te görüldüğü gibi Matematik ve STEM alanındaki lisansüstü tezlerde kullanılan veri toplama araçlarının; anket/ölçek (n=22) ve başarı testlerinin (n=18) açık ara en yaygın yöntemler olduğunu ortaya koyarken, bu durum Türkiye'deki STEM araştırmalarının büyük ölçüde nicel ve davranışçı paradigmaya dayandığını, öğrenci başarısı ve tutum ölçümlerinin öncelikli araştırma odağı olduğunu göstermektedir; görüşme formlarının (n=16) makul düzeyde kullanımı karma yöntem eğilimlerine işaret etse de, gözlem (n=5) ve doküman analizi (n=4) gibi nitel tekniklerin oldukça sınırlı kalması, araştırmacıların sınıf içi dinamiklerin doğal ortamında gözlemlenmesi ve eğitim politikalarının eleştirel analizi gibi boyutları yeterince ele almadığını, dolayısıyla STEM eğitiminin sosyokültürel ve politik bağlamının büyük ölçüde ihmal edildiğini düşündürmektedir.

3.6 Kullanılan Örneklem Türleri ve Büyüklükleri

Matematik ve STEM alanındaki lisansüstü tezlerin örneklem analizi Tablo 6 ve Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo6. Matematik ve STEM ile İlgili Lisansüstü Tezlerin Örneklem Türüne Göre Dağılımı

Örneklem Türü	Yaygınlık
Ortaokul öğrencileri	20 tez
Lise öğrencileri	8 tez
Üniversite öğrencileri / öğretmen adayları	10 tez
Öğretmenler	4 tez

Tablo7. Matematik ve STEM ile İlgili Lisansüstü Tezlerin Örneklem Büyüklüğüne Göre Dağılımı

Örneklem Büyüklüğü	Tez Sayısı
0–30	5
31–60	12
61–100	15
101 ve üzeri	10

Ortaokul öğrencilerinin (n=20) açık ara en yoğun çalışılan grup olduğunu, bunu üniversite öğrencileri/öğretmen adayları (n=10), lise öğrencileri (n=8) ve öğretmenlerin (n=4) takip ettiğini ortaya koymaktadır. Bu dağılım, STEM araştırmalarının ağırlıklı olarak "temel eğitim düzeyinde uygulama odaklı" çalışmalara yöneldiğini, buna karşın öğretmen eğitimi ve mesleki gelişim boyutlarının nispeten ihmal edildiğini göstermektedir. Örneklem büyüklüklerinin çoğunlukla 31-100 aralığında (n=27) yoğunlaşması ise, araştırmacıların "yönetilebilir ölçekte" ancak istatistiksel anlamlılık için yeterli büyüklükte gruplarla çalışma eğiliminde olduğunu, fakat 100'ün üzerindeki geniş örneklemlerin (n=10) azlığının, özellikle ulusal düzeyde genellenebilir bulgular üretme kapasitesini sınırlandırdığını düşündürmektedir. Bu profil, STEM eğitimi araştırmalarında yaş gruplarına göre farklılaşan ihtiyaç analizleri ve ölçek ekonomisi sağlayan çok merkezli çalışmalar için gelişim alanı olduğuna işaret etmektedir. En sık ortaokul düzeyi tercih edilmiştir. Örneklem büyüklükleri ise genellikle 30-100 aralığındadır, bu da saha çalışmalarıyla uyumludur.

3.7 Kullanılan Veri Analiz Yöntemleri

Matematik ve STEM alanındaki lisansüstü tezlerde kullanılan veri analiz yöntemlerinin dağılımı *Tablo 8* yer almaktadır.

Tablo 8. Matematik ve STEM ile İlgili Lisansüstü Tezlerin Veri Analizi Yöntemine Göre Dağılımı

Analiz Yöntemi	Kullanım Sıklığı
Betimsel istatistikler	30
t-testi, Mann-Whitney U vb.	22
ANOVA, ANCOVA	10
İçerik analizi	13
Betimsel/nitel analiz	11
Korelasyon/regresyon	5

Araştırmacıların ağırlıklı olarak geleneksel istatistiksel tekniklere yöneldiğini ortaya koymaktadır. SPSS tabanlı nicel analiz teknikleri yoğunlukla kullanılmıştır. Betimsel istatistiklerin (n=30) baskın kullanımı, temel veri özetleme ihtiyacını yansıtırken, parametrik (t-testi, ANOVA vb.) ve nonparametrik (Mann-Whitney U) testlerin yoğunluğu (toplam n=32), araştırmaların büyük ölçüde gruplar arası karşılaştırma odaklı olduğunu göstermektedir. Nitel analizlerde içerik (n=13) ve betimsel analizlerin (n=11) öne çıkması, veri yorumlama süreçlerinin daha çok tematik kodlama ve doğrudan alıntılarla sınırlı kaldığına işaret etmekte; korelasyon/regresyon analizlerinin (n=5) nispeten az kullanımı ise değişkenler arası ilişkisel ve yordamsal çalışmaların alanda henüz yeterince gelişmediğini düşündürmektedir. Bu bulgular, STEM eğitimi araştırmalarında çok düzeyli modelleme, yapısal eşitlik modelleri gibi ileri analiz tekniklerinin yanı sıra söylem analizi veya görsel analiz gibi nitel yöntemlerin de yaygınlaşması gerektiğini ortaya koymaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırma, 2021–2025 yılları arasında Türkiye'de STEM ve matematik temelli hazırlanmış lisansüstü tezlerin betimsel olarak incelenmesini amaçlamaktadır. Bulgular, bu dönemde STEM eğitiminin özellikle matematik disipliniyle ilişkili olarak nasıl bir gelişim seyri izlediğini, hangi tematik alanlara odaklanıldığını, kullanılan yöntemleri ve örneklem özelliklerini ortaya koyarak, mevcut eğilimler hakkında bütüncül bir perspektif sunmaktadır. Elde edilen bulgular, literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında hem örtüşen hem de ayrışan yönler içermektedir. Bu bağlamda, çalışmanın tartışma bölümü, STEM eğitiminin Türkiye'deki akademik yansımalarını hem nicel hem de nitel açıdan değerlendirme fırsatı sunmaktadır.

Araştırmanın ilk bulgusu olan tez sayılarının yıllara göre dağılımı, 2021 yılında belirgin bir artışla zirveye ulaşıldığını, sonraki yıllarda ise azalan bir eğilim sergilendiğini göstermektedir. Bu durum, pandeminin ardından gelen dönemde dijital eğitim pratikleri ve uzaktan öğretim teknolojilerinin STEM eğitimiyle entegrasyonuna duyulan ilginin geçici olarak arttığını, ancak bu ilginin kalıcı bir akademik trende

dönüşemediğini düşündürmektedir. Nitekim Bulut (2020) de STEM'e yönelik olumlu öğrenci tutumlarının teknoloji destekli öğretimle arttığını belirtmiştir. Ancak bu ilginin yıllar içinde azalmış olması, alanın doygunluk noktasına ulaşması, araştırma fonlarının farklı alanlara kayması veya STEM uygulamalarının sınıf içinde yaşanan yapısal zorluklarla karşı karşıya kalması gibi çeşitli nedenlerle açıklanabilir.

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu, tezlerin eğitim düzeyine göre dağılımında yüksek lisans tezlerinin sayıca baskın olmasıdır. Bu durum, STEM eğitiminin henüz akademik anlamda kuramsal derinlik kazanmadığını, daha çok uygulama temelli, saha odaklı, kısa vadeli çalışmalara yönelme eğilimi olduğunu göstermektedir. Özbilen (2018) de benzer şekilde, öğretmenlerin STEM'i pedagojik bir araç olarak benimsediklerini ancak kuramsal düzeyde yeterince desteklenmediğini ifade etmiştir. Doktora tezlerinin sınırlı sayıda olması, özellikle ileri düzey metodolojik çerçeveler ve özgün kuramsal yaklaşımların geliştirilememesi açısından önemli bir boşluğa işaret etmektedir.

Çalışılan konular incelendiğinde, STEM uygulamaları ve etkinliklerinin tezlerde en sık ele alınan tematik alan olduğu görülmektedir. Bu sonuç, STEM eğitiminin daha çok "nasıl uygulanır?" sorusuna odaklandığını, "neden uygulanmalı?" ya da "etkililiği hangi koşullarda değişir?" gibi daha kuramsal ya da eleştirel soruların arka planda kaldığını göstermektedir. Bu eğilim, Ceylan ve Karahan (2021)'ın STEM odaklı matematik etkinliklerinin öğrenci başarısı ve tutumları üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmayla örtüşmektedir. Söz konusu çalışmada da STEM'in pedagojik gücü vurgulanmakla birlikte, bu etkinliklerin kuramsal temellendirilmesine sınırlı yer verildiği görülmektedir. Ayrıca kodlama, yaratıcılık ve öğretmen eğitimi gibi konuların daha az sayıda çalışmada yer alması, alandaki çeşitliliğin henüz yeterli düzeye ulaşmadığını göstermektedir.

Yöntemsel olarak en çok tercih edilen yaklaşımın karma yöntem olması dikkat çekicidir. Bu durum, STEM eğitiminin doğası gereği hem nicel çıktılara (başarı, tutum, beceri gelişimi) hem de nitel gözlemlere (görüşler, deneyimler, süreç değerlendirmesi) ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Ceylan ve Karahan (2021) tarafından yürütülen eylem araştırmasında da bu ikili yapının dengeli biçimde kurgulandığı görülmektedir. Diğer yandan, tezlerde nitel yöntemlerin hâlâ azınlıkta kalması, sınıf içi uygulamaların derinlemesine incelenmesine ve bağlamsal analizlerin yapılmasına olan ihtiyacı gündeme getirmektedir.

Veri toplama araçları incelendiğinde, anket ve başarı testlerinin ön planda olması, araştırmaların daha çok öğrenci performansına ve nicel ölçümlere dayandığını ortaya koymaktadır. Bu da araştırmaların davranışsal paradigmaya yaslandığını düşündürmektedir. Ancak Özbilen'in (2018) öğretmenlerle yürüttüğü nitel çalışmada vurguladığı gibi, STEM uygulamalarındaki başarı yalnızca bilişsel çıktılarla değil, öğretmen yeterlilikleri, materyal erişimi, disiplinler arası iş birliği gibi çok katmanlı bağlamlarla da ilişkilidir. Bu nedenle görüşme,

gözlem ve doküman analizi gibi veri toplama araçlarının daha yaygın kullanımı, alanın derinliğini artırma potansiyeline sahiptir.

Örneklem türleri açısından en çok ortaokul öğrencilerinin tercih edilmesi, STEM'in Türkiye'de daha çok temel eğitim düzeyine hitap eden bir yapı olarak algılandığını göstermektedir. Bu durum, Bulut (2020)'un da belirttiği gibi öğrencilerin bu yaşlarda STEM'e yönelik olumlu tutum geliştirdiklerine işaret eden bulgularla paralellik göstermektedir. Ancak öğretmenler ve öğretmen adayları üzerine yapılan sınırlı sayıdaki tez çalışması, alandaki mesleki gelişim boyutunun göz ardı edildiğini göstermektedir. Nitekim Özbilen (2018), öğretmenlerin STEM'i uygulama konusunda çekinceleri olduğunu belirtmekte ve bu bağlamda öğretmen eğitimi boyutunun güçlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Veri analiz yöntemleri açısından ise betimsel istatistiklerin yoğun kullanımı, alanda ileri düzey analizlere yönelik bir eksikliği ortaya koymaktadır. Parametrik ve non-parametrik testlerin ağırlığı, gruplar arası farklara odaklanan çalışmaların sayıca fazla olduğunu göstermektedir. Korelasyon ve regresyon analizlerinin nadiren kullanılması, değişkenler arası ilişkilerin ve yordayıcı modellerin yeterince araştırılmadığını düşündürmektedir. Nitel tarafta ise içerik ve betimsel analizlerin öne çıkması, yöntemsel çeşitliliğin sınırlı kaldığını göstermektedir. Bu durum, söylem analizi, tematik analiz, görsel veri analizi gibi alternatif yöntemlerin alana entegre edilmesi gerekliliğini gündeme getirmektedir.

Bu araştırma, Türkiye'de STEM ve matematik temelli lisansüstü çalışmaların genel görünümünü ortaya koyarak, bu alandaki metodolojik ve tematik yönelimleri kapsamlı biçimde analiz etmiştir. Elde edilen bulgular, STEM eğitiminin ülkemizde uygulama düzeyinde güçlü bir ilgi gördüğünü, ancak kuramsal ve yapısal temellendirme açısından gelişime açık olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak bu çalışma, STEM ve matematik alanında yapılan lisansüstü araştırmaların mevcut durumunu kapsamlı biçimde ortaya koyarak, gelecek çalışmalara hem içerik hem yöntem açısından yön vermeyi amaçlamaktadır.

Öneriler

1. STEM'in felsefi temelleri, epistemolojik dayanakları ve eğitim politikalarıyla ilişkisine yönelik daha çok çalışma yapılmalıdır.
2. Disiplinler arası araştırmaları teşvik edecek yapılar kurulmalı, doktora düzeyindeki tez sayısı artırılmalıdır.
3. Öğretmen, yönetici ve öğrenci deneyimlerine odaklanan derinlemesine çalışmalar artırılmalı; gözlem ve söylem analizleri gibi yöntemler yaygınlaştırılmalıdır.
4. Yerel bağlama uygun ölçme araçlarının geliştirilmesine öncelik verilmelidir.
5. STEM alanında çalışan öğretmenlerin mesleki gelişim ihtiyaçlarına yönelik uzun soluklu, uygulamalı hizmet içi programlar tasarlanmalıdır.

KAYNAKLAR

*Acar, E. (2024). *Matematiksel modelleme temelli STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerine etkisi* (Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Akgün, A. (2023). *Matematik öğretmen adaylarının STEM tutumları ile yaratıcı problem çözme eğilimlerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Özdemir, S., & Çavaş, P. (2015). *STEM eğitimi raporu*. İstanbul Aydın Üniversitesi, STEM Eğitim Araştırmaları Raporu.

*Akyol, S. (2021). *STEM temelli öğrenmenin ilkokul öğrencilerinin matematik başarılarına etkisi* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

*Arslan, E. (2022). *Matematik öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik öz yeterlik inançlarının incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Aydın, A. (2024). *Matematiksel düşünme becerileri ve STEM eğitimi ilişkisi* (Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Bulut, T. (2020). Ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. Asya Öğretim Dergisi, 8(2), 17–32. https://doi.org/10.47215/aji.713778

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2023). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (30. baskı). Pegem Akademi.

*Bozkurt, D. (2021). *STEM yaklaşımının matematik başarı ve motivasyona etkisi* (Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.

*Can, T. (2023). *Öğretmen adaylarının STEM etkinlikleriyle ilgili görüşleri ve yansımaları* (Yüksek lisans tezi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Cengiz, B. (2024). *STEM kapsamında yapılan bir uygulamanın öğrencilerin matematik başarı düzeyleri ve tutumlarına etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Ceylan, Ö., & Karahan, E. (2021). STEM odaklı matematik uygulamalarının 11. sınıf öğrencilerinin matematik tutum ve bilgileri üzerine etkisi. Anadolu Journal of Educational Sciences International, 11(2), 660–683. https://doi.org/10.18039/ajesi.793601

*Çakır, M. (2022). *Fen ve matematik öğretiminde STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşleri* (Yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Çelik, R. (2021). *STEM etkinliklerinin matematik kaygısı ve başarıya etkisi* (Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74–85.

*Demir, M. (2022). *Matematik öğretiminde kodlama tabanlı STEM uygulamalarının etkisi* (Yüksek lisans tezi, Gaziantep Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Doğan, H. (2023). *Ortaokul öğrencilerinin STEM farkındalıklarının incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Karabük Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

*Duman, S. (2023). *Matematik öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşlerinin analizi* (Yüksek lisans tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Durmuş, F. (2021). *STEM temelli öğretimin matematik başarısı üzerindeki etkisi* (Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Elmas, B. (2025). *Matematik öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik yeterlikleri* (Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Erdem, B. (2023). *STEM uygulamalarının 21. yy becerilerine etkisi* (Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Ersoy, Y. (2023). *Üslü ifadeler konusunda STEM temelli öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına, matematik tutumlarına ve kaygı düzeylerine etkisi* (Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Genç Eğitim. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Görüş ve Öneriler Raporu*. https://gencegitim.com.tr/wp-content/uploads/2024/05/

*Gökçen, S. (2021). *Fen ve matematik eğitiminde STEM uygulamalarına ilişkin lisansüstü tezlerin içerik analizi* (Yüksek lisans tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

*Göçemen, B. (2023). *Matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık, fen okuryazarlığı ve dijital okuryazarlık yeterliklerinin ilişkisi* (Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

*Gülbahar, N. (2023). *Matematik ağırlıklı STEM eğitiminin ilkokul öğrencilerinin matematik başarısına ve tutumlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

*Güneş, Z. (2021). *FeTeMM uygulamalarının çoklu bütüncül yaklaşımla analizi* (Yüksek lisans tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

*Kaçar, Z. (2022). *Matematik eğitimi alanında STEM yaklaşımlı içerik geliştirme* (Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Kalkınma Bakanlığı. (2013). *Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018)*. T.C. Kalkınma Bakanlığı.

Kaya, H., & Doğan, M. (2016). STEM eğitimi ve Türkiye'deki yansımaları. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 6(4), 555–586.

Krippendorff, K. (2018). İ*çerik Analizi: Metodolojisine Giriş.* Sage Yayınları.

*Koçak, E. (2023). *STEM yaklaşımına dayanan çevre eğitiminin öğretmen adaylarının çevre okuryazarlıklarına etkisi* (Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Mandev, F. (2021). *FeTeMM ile ilgili araştırmalar üzerine bir içerik analizi* (Yüksek lisans tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

MEB. (2011). Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2016). STEM eğitim raporu. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2017). STEM öğretmen eğitimi raporu. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2018). Öğretim programları. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

MEB. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*. Millî Eğitim Bakanlığı https://scientix.eba.gov.tr/turkiye-yuzyili-maarif-modeli

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., & Roehrig, G. H. (2012). Integrating STEM across the curriculum. *Technology and Engineering Teacher*, 71(5), 25–30.

National Science and Technology Council. (2013). Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education 5-Year Strategic Plan. Executive Office of the President.

*Öndeş, R. N. (2023). *Matematiksel modelleme odaklı STEM etkinlikleri üzerine sorgulama temelli inceleme* (Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Özbilen, A. G. (2018). STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. Scientific Educational Studies, 2(1), 1–10.

*Özcan, T. (2022). *STEM temelli etkinliklerin matematik başarısına etkisi* (Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Partnership for 21st Century Learning. (2015). *P21 framework definitions*. Washington, DC.

Roehrig, G. H., Wang, H. H., Moore, T. J., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31–44.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.

*Sağlam, İ. (2023). *STEM yaklaşımının ortaokul matematik öğretimine etkisi* (Yüksek lisans tezi, Giresun Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Scientix Türkiye. (2024). *STEM ve öğretmen eğitimi uygulamaları*. https://scientix.eba.gov.tr

*Şahin, A. (2021). *FeTeMM uygulamaları ve öğrenci tutumları* (Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). STEM project-based learning: An integrated approach to teaching science, technology, engineering and mathematics. STEM Education Journal, 1(1), 1–14.

*Şamlı, H. Ö. (2025). *STEM temelli matematik eğitim programının okul öncesi çocuklara etkisi* (Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Taşdelen, E. (2024). *5. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin matematik başarısına katkısı* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.

Thomas, J. (2014). *A review of STEM education research*. Horizon Research, Inc.

*Topal, M. (2022). *Öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları üzerine bir çalışma* (Yüksek lisans tezi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Tuncay, S. (2023). *Matematik öğretiminde STEM uygulamaları üzerine nitel bir araştırma* (Yüksek lisans tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Turan, H. (2022). *STEM temelli matematik öğretimi ile yaratıcı düşünmenin desteklenmesi* (Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Uçar, Z. (2021). *Kodlama temelli STEM eğitiminde matematik başarısı ve tutum analizi* (Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Ültay, E., Akyurt, H., & Ültay, N. (2021). Sosyal Bilimlerde Betimsel İçerik Analizi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi(10),* 188-201. https://doi.org/10.21733/ibad.871703

*Ünal, R. (2024). *STEM etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığına etkisi* (Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Yalçın, M. (2022). *STEM eğitiminin ilkokul düzeyinde matematiksel muhakemeye etkisi* (Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2022). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (13. baskı). Seçkin Yayıncılık.

*Yıldız, F. (2024). *STEM temelli öğrenme ile problem çözme becerilerinin geliştirilmesi* (Yüksek lisans tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Yılmaz, E. (2023). *STEM temelli öğretim uygulamaları üzerine öğretmen görüşleri* (Yüksek lisans tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Yılmaz Bilir, E. (2021). *STEM eğitimi üzerine yapılan lisansüstü tezlerin içerik analizi* (Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Yılmaz, F. (2024). *STEM temelli matematik etkinliklerinin problem çözmeye etkisi* (Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Yücel, B. (2023). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin STEM'e yönelik görüşleri* (Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

*Yüksel, T. (2022). *STEM etkinliklerinin öğrencilerin matematik motivasyonuna katkısı* (Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. School Science and Mathematics, 112(1), 12–19.

ÇOCUKLUK KAVRAMI VE ALGISININ TARİHSEL, DİNSEL VE TOPLUMSAL BOYUTLARI

Yüksek Lisans Öğrencisi, Özlem KILIÇASLAN[1]/ Yüksek Lisans Öğrencisi, Hale Nur DEMİR[2]/ Arş. Gör. Yavuz Selim KARASU[3]

[1]Kırıkkale Üniversitesi, Çocuk Gelişimi Bölümü Kilicaslan397@gmail.com, 0009-0000-7127-5907

[2]Kırıkkale Üniversitesi, Çocuk Gelişimi Bölümü, halenurdemir202@gmail.com, 0009-0000-4729-2248

[3]Kırıkkale Üniversitesi, Çocuk Gelişimi Bölümü, yselimkarasu@kku.edu.tr, 0009-0003-3715-9069

Özet

Bu çalışma, çocukluk kavramının tarihi süreçte nasıl anlamlara geldiğini, dini görüşlerin çocuk kavramını nasıl algıladığını ve farklı topluluklarda çocuk kavramının günümüze kadar gelmesini inceleyen detaylı bir araştırma sunmaktadır. Araştırmanın merkezinde çocuk olup, çocuk algısının ebeveynlik stilleri üzerindeki etkisini tartışmayı amaçlamaktadır. Tarihsel süreçte ve yaşayan toplumlarda çocuk algısının nasıl şekillendiği incelendiğinde çocukların evrensel olarak ele alınmamaktadır. İlk olarak tarihsel incelemelerde Antik Yunan döneminde çocuklar toplum içine dahil edilirken çok eski bir topluluk olan mayalarda ise ebeveyn çocuğuna günde üç kez bakım vermeyle sınırlıdır. İsrail topluluğunda annelik kutsal sayılırken, Araplarda ise kız çocuklarına karşı olumsuz düşünce ve dahi diri diri toprağa gömme gibi davranışlar görülmektedir. Orta Çağ Avrupa'sında ise çocuklar için ayrı bir sınıflandırma yapılmamış; çocuklar 'küçük yetişkinler' olarak görülmüştür. Çocukluk kavramının belirginleşmesi Erken Modern Dönem' den itibaren gerçekleşmiştir. 17. yüzyılda çocuk, *"saflık, tatlılık ve eğlence kaynağı"* olarak görülme fikri yaygınlaşmıştır. 20. Yüzyılda çocuk artık korunması gereken bağımsız birey olarak görülmüştür. Günümüzde ise çocuk artık çok daha fazla ön plana çıkmaktadır. Dinsel açıdan bakıldığında ise İslamiyet, Hristiyanlık ve Yahudilikte çocuk kavramı karşılaştırılmıştır. İslam'da çocuk doğuştan masum ve saf olarak nitelendirilir Hristiyanlıkta çocuk 'günahkâr doğan' olarak görülmüştür. Yahudilikte ise çocuk, saf ve günahsız olarak nitelendirilir. Dinler incelendiğinde üçünün buluşma noktası çocuğun değerli bir varlık olarak görülmesi olurken; yetiştirme, eğitim ve sorumluluk konularında birbirlerinden farklılık göstermelerine vurgu yapılmaktadır. Çocuğun dinine bakıldığında ise çocukların ilk dünyaya geldiğinde bir dine ait olmadıkları, ailelerin ait olduğu dini zamanla benimseyerek davranış ve tutumları bu din etrafında şekillenmektedir. Modern dönemde çocuk hakları söylemi ve "çocuğun üstün yararı" ilkesiyle birlikte tanımlanmıştır. Türk toplumunda ise çocuk algısının, çok katmanlı bir yapı sergilediği; çocuğun hem aile içi sevgi ve fedakârlığın odağı hem de millî kimliğin ve geleceğin taşıyıcısı olarak görüldüğü vurgulanmaktadır. Son bölümde, anne-babaların çocuk yetiştirme tutumlarını nasıl şekillendirdiği tartışılmakta; Türkiye'de ebeveynliğin daha destekleyici yaklaşımları sonucuna ulaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Çocukluk, Çocuk algısı, Dinî perspektifler, Ebeveynlik stilleri, Türk toplumu, Otoritatif ebeveynlik

THE HISTORICAL, RELIGIOUS, AND SOCIAL DIMENSIONS OF THE CONCEPT AND PERCEPTION OF CHILDHOOD

Abstract

This study presents a detailed investigation into how the concept of childhood has been understood throughout history, how religious views perceive the concept of childhood, and how the concept of childhood has evolved across different communities up to the present day. The study focuses on children and aims to discuss the impact of perceptions of childhood on parenting styles. When examining how perceptions of childhood have been shaped throughout history and in living societies, children are not treated universally. First, historical studies show that while children were included in society in Ancient Greece, in the ancient Mayan society, parents were limited to caring for their children three times a day. While motherhood is considered sacred in Israeli society, Arabs have negative views towards girls and even engage in practices such as burying them alive. In Medieval Europe, children were not classified separately; they were seen as 'little adults'. The concept of childhood became more distinct starting in the Early Modern Period. In the 17th century, the idea of children as a "source of innocence, sweetness, and entertainment" became widespread. In the 20th century, children came to be seen as independent individuals who needed protection. Today, children are much more prominent. From a religious perspective, the concept of children in Islam, Christianity, and Judaism has been compared. In Islam, children are described as innocent and pure from birth; in Christianity, children are seen as "born sinful"; and in Judaism, children are described as pure and sinless. When examining religions, the common ground among the three is that children are seen as valuable beings; however, emphasis is placed on their differences in terms of upbringing, education, and responsibility. When looking at the religion of the child, children do not belong to a religion when they first come into the world; they gradually adopt the religion of their families, and their behavior and attitudes are shaped around this religion. In the modern era, children's rights have been defined in conjunction with the principle of "the best interests of the child." In Turkish society, it is emphasized that the perception of children is multi-layered; children are seen both as the focus of love and sacrifice within the family and as the bearers of national identity and the future. The final section discusses how parents shape their child-rearing attitudes, concluding that parenting in Turkey is more supportive, child-centered, and rights-based.

Keywords: Childhood, Perception of children, Religious perspectives, Parenting styles, Turkish society, Authoritative parenting

1. GİRİŞ

Günümüzde çocukluk, biyolojik bir yaş evresinin ötesinde, tarihsel, kültürel, dinsel ve toplumsal bağlamlarda sürekli yeniden tanımlanan bir olgu olarak ele alınmaktadır. Çocukluğun sabit, zamandan ve mekândan bağımsız, evrensel bir gerçeklik değil; her dönemin toplumsal ihtiyaçları, değerleri ve güç ilişkileri doğrultusunda şekillenen bir sosyal inşa olduğu artık geniş kabul görmektedir (Ariès, 2020; James, 2010). Orta Çağ Avrupa'sında çocukların "küçük yetişkinler" gibi konumlandırılması, modern dönemde ise "masum, korunması gereken, özel ilgiye muhtaç" bireyler olarak görülmesi, bu tarihsel dönüşümün çarpıcı örneklerindendir (Ariès, 2020; Hendrick, 2003). Benzer şekilde, dinî öğretiler de çocukluğa ilişkin algıları biçimlendirmiş; İslamiyet, Hristiyanlık ve Yahudilik gibi büyük dünya dinleri çocukları kimi zaman masum ve kutsal bir emanet, kimi zaman günahkâr doğaya sahip ama kurtarılması gereken bireyler olarak tanımlamışlardır (Bunge, 2001; Gil'adi, 1992; Abbasi vd., 2022).

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren çocukluk çalışmaları, sosyoloji, psikoloji, tarih, ilahiyat ve eğitim bilimlerinin kesiştiği disiplinler arası bir araştırma alanı hâline gelmiştir. Yeni çocukluk sosyolojisi yaklaşımı, çocukları yalnızca korunmaya muhtaç pasif nesneler değil, aynı zamanda kendi yaşamlarını ve çevrelerini anlamlandıran, kültürü yeniden üreten aktif öznelere sahip toplumsal aktörler olarak konumlandırmaktadır (James, 2010; Hendrick, 1992). Öte yandan, Birleşmiş Milletler Çocuk Haklarına Dair Sözleşme'nin (1989) kabulüyle birlikte çocuk, küresel ölçekte hak sahibi bir birey olarak tanınmış; "çocuğun üstün yararı" ilkesi, ulusal politikalar ve eğitim sistemleri için temel bir referans noktası hâline gelmiştir (United Nations, 1989). Buna karşın, çocukluğun pratikte nasıl yaşandığı; sınıf, cinsiyet, coğrafya ve kültürel değerler doğrultusunda önemli farklılıklar göstermeye devam etmektedir.

Türk toplumunda çocuk algısı, eski Türk kültürü, İslam medeniyeti, Osmanlı mirası ve Cumhuriyet modernleşmesinin birlikte şekillendirdiği çok katmanlı bir yapı sergilemektedir. Çocuk, tarihsel olarak hem "Allah'ın bir armağanı" ve "soyun devamının garantisi" hem de modernleşme süreciyle birlikte "millî kimliğin taşıyıcısı" ve "geleceğin yurttaşı" olarak tanımlanmıştır (Arı ve Karatepe, 2010; Kağıtçıbaşı ve Ataca, 2005). Kağıtçıbaşı'nın "çocuğun değerine ilişkin çalışmaları, Türkiye'de geleneksel olarak baskın olan ekonomik değer anlayışının zamanla yerini duygusal ve psikolojik değere bıraktığını; çocukların artık daha çok sevgi, mutluluk ve anlam kaynağı olarak görüldüğünü ortaya koymuştur (Kağıtçıbaşı ve Ataca, 2005). Bu dönüşüm, ebeveynlik stillerinde de otoriter, itaat odaklı yaklaşımlardan daha dengeli, destekleyici ve çocuk merkezli tutumlara doğru bir kaymayı beraberinde getirmektedir (Baumrind, 1966; Kağıtçıbaşı, 2007).

Bu çalışmanın amacı, çocukluk kavramını tarihsel süreçteki dönüşümüyle birlikte ele alarak, dinî perspektifler (İslamiyet, Hristiyanlık, Yahudilik), modern çocukluk anlayışı, Türk toplumunda çocuk algısının tarihsel ve

güncel boyutları ve nihayetinde çocuk algısının ebeveynlik stilleri üzerindeki etkilerini bütüncül bir çerçevede incelemektir. Çalışma, önce çocukluğun tarihsel inşasına odaklanmakta; ardından dinlere göre çocuk algısını karşılaştırmalı olarak sunmakta; modern dünyada genel çocuk algısını ve Türk toplumundaki özgül yansımalarını tartışmakta; son olarak çocuk algısının ebeveynlik stillerini nasıl şekillendirdiğini kuramsal ve kültürel referanslarla irdelemektedir. Böylece çocukluğa ilişkin tarihsel, kültürel ve dinî birikimin, günümüz ebeveynlik pratiklerini ve çocuk yetiştirme anlayışlarını nasıl etkilediği ortaya konulmakta; çocuk merkezli, hak temelli ve kültürel bağlamı gözeten bir perspektif geliştirilmesine katkı sunulması hedeflenmektedir.

1.1. Kuramsal Çerçeve

Tarihsel Süreçte Çocukluk Kavramı

Çocukluğun tarihi üzerine yapılan araştırmalar, *"çocukluk"* kavramının sabit ve evrensel bir gerçeklik olmayıp, zaman içinde toplumsal koşullara göre değişen bir *kültürel yorum* olduğunu göstermektedir. Antik Yunan döneminde çocuk ''Toplum içerisine dahil edilerek eğitim verilmesi gereken küçük birer yurttaş'' olarak görülmüşlerdir. (Elkind, 1995). Antik Yunanda çocuklar erkek ve kız çocukları olmak üzere ayrımları yapılmış, o dönemin ünlü filozofu Sokrates ders verirken sadece erkek çocuklarını seçmiştir. (Doğan, 2000). Antik Yunanda halk erkek çocuklarının doğmasını öncelikli olarak tercih etmişlerdir. Bunun sebebi o dönemde hem ailenin başında durma hem çiftlikle ilgilenme gibi düşüncelerin önde gelmesidir (Jenkins, 1993). Farklı dönem ve topluluklarda çocuk ve çocukluk kavramı incelendiğinde karşımıza pek çok topluluk ve tutum çıkmaktadır.

Örneğin, çok eski bir topluluk olan:

Mayalarda gün içerisinde bebeğe 3 defa bakım yapılıyordu. (Lambert, 2008) İsrail toplumunda ise çocuğun temizliğine ayrıca dikkat edilmekte, annelik kutsal bir görev sayılmakta ve çocuğu olmayan İsrail kadınlarına büyük üzüntü duyulmaktaydı. (Marlow, 1977)

Araplar ise çoğu zaman kız çocuklarını diri diri olacak şekilde toprak içine gömmüşlerdir. (Kocaer, 2006,) Orta Çağ Avrupa'sında ise çocukluk, modern anlamda tanımlanmış ayrı bir yaşam evresi olarak görülmemekteydi. Ünlü tarihçi Philippe Ariès, yayımlanan klasik eserinde *"Orta Çağ toplumunda çocukluk fikri mevcut değildi"* diyerek bu duruma dikkat çekmiştir (Aries, 2020). Ariès'ye göre Orta Çağ'da, çocuklar temel bakımı sağlayacak yaşa ulaştıklarında hemen yetişkinler dünyasına katılıyor, toplum içinde *"küçük yetişkinler"* gibi muamele görüyorlardı. Nitekim dönemin resim ve tasvirlerinde çocuklar genellikle yetişkin giysileri içinde, yetişkin yüz ifadeleriyle resmedilmişlerdi; oyuncaklar bile çocukları doğrudan yetişkin rollerine hazırlayan araçlar olarak tasavvur ediliyordu. Çocuk, altı-yedi yaşına dek fiziksel olarak kırılgan kabul edildiği için aile tarafından *tam bir birey sayılmıyor*, bu yaşa gelmeden önce kaybedilen çocuklar hakkında *"küçük olanı*

saymıyorum" şeklindeki ifadeler doğal karşılanıyordu. Bu tutum, çocuk ölümlerinin yüksek olmasına karşı ailelerin duygusal mesafe geliştirerek hayatta kalan çocuklara odaklanmasıyla ilişkiliydi (Aries, 2020).

Ariès'nin tezi oldukça etkili olsa da, sonraki tarihçiler tarafından *eleştirilere uğramıştır*. Örneğin, Ariès'nin sanat eserlerine dayalı genellemelerinin tüm toplum kesimlerini yansıtmayabileceği, çocuklara karşı *ilgi ve sevginin* Orta Çağ'da da mevcut olduğu belirtilmiştir (Burnett ve Burnett, 2013)Nitekim Ariès de *"çocukluk fikrinin yokluğu, çocukların sevilmediği anlamına gelmez"* diyerek, burada kastedilenin çocukluğun ayrı bir yaşam evresi olarak farkındalığının olmayışı olduğunu vurgular (Aries, 2020).Günümüzde tarihçiler Orta Çağ'da modern anlamda olmasa bile çocukların kendine özgü ihtiyaç ve özelliklerinin kısmen de olsa fark edildiğini, tamamen ihmal edilmediklerini belirtmektedir (Burnett ve Burnett, 2013). Bununla birlikte, çocukluk kavramının belirginleşmesi ve çocukların *özgül bir kategori* olarak değer görmesi, ağırlıklı olarak Erken Modern Dönem'den itibaren gerçekleşmiştir.

15. ve 16. yüzyıllarda Rönesans ve Reform hareketleriyle beraber çocuklara bakışta bazı değişimler başlamıştır. Özellikle üst sınıflarda çocuklar için özel kıyafetler dikilmeye başlanması, sanat ve edebiyatta çocuk imgesinin daha masum ve özel bir konumda ele alınması gibi işaretler gözlenmiştir. 17. yüzyılda çocuk, *"saflık, tatlılık ve eğlence kaynağı"* olarak görülmeye başlanmış; örneğin aile içinde çocukların yetişkinlere neşe veren sevimli varlıklar olduğu fikri yaygınlaşmıştır. Bu yüzyılda İngiliz düşünür John Locke gibi isimler, çocuğu *"tabula rasa"* (boş levha) olarak tanımlayarak, doğru eğitimle şekillendirilebilecek masum varlıklar olduğunu savunmuşlardır. 18. yüzyıl ise modern çocukluk kavramının doğuşunda kritik bir dönemdir. Jean-Jacquesll, 1762'de yayımladığı *Émile veya Eğitim Üzerine* adlı eserinde, çocukluğun kendine özgü bir doğası olduğunu, çocuğun *"doğuştan iyi"* olduğunu ve gelişiminin doğasına uygun bir özgürlükle desteklenmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Bu tür düşünceler, dönemin pedagojik yaklaşımında devrim yaratarak çocukların yetişkinlerden farklı ihtiyaç ve hakları olan bir grup olarak değerlendirilmesinin yolunu açtı (Rousseau, 1762; O'Donnell ve Van Tuinan 1979; Zelizer vd., 1985; Steedman, 1990; Hendrick, 2003).

19. yüzyılda sanayileşme ve kentleşmenin yarattığı toplumsal sorunlar, çocukluk kavramının daha da belirginleşmesine zemin hazırladı. Bu dönemde çocuk işçiliğinin yaygınlığı ve çocukların savunmasız koşulları, modern anlamda çocuk hakları ve korunması yönünde farkındalık yarattı. Batı ülkelerinde bir dizi yasal ve toplumsal reform ile çocukluk, özel koruma gerektiren bir dönem olarak yeniden tanımlandı. Bu gelişmeleri şöyle özetleyebiliriz:

- Çalışma Hayatından Çekilme: 19. yüzyıl ortalarından itibaren çocuk işçiliğini sınırlayan yasalar çıkarıldı (ör. 1833 İngiltere Fabrika Yasası). Küçük yaşta çalıştırma kısıtlanarak çocukların çalışma hayatından

çekilmesi sağlandı. Bu, çocukların ekonomik üretici rolünden uzaklaşıp eğitim ve aile ortamında kalmalarına imkân tanıdı.

- Eğitim Zorunluluğu: 19. yüzyıl sonlarına doğru birçok ülkede *zorunlu eğitim* yasaları kabul edildi (ör. 1870'lerde İngiltere'de ve Osmanlı'da sıbyan mekteplerinin yaygınlaştırılması). Böylece çocukların birincil uğraşının eğitim olması hedeflendi. Okullaşmanın artması, çocukluk deneyimini ev ve iş yerinden okul ortamına kaydırdı.
- Hukuki Koruma: 19. yüzyıl sonu ve 20. yüzyıl başında çocukların korunmasına yönelik hukuki adımlar atıldı. Örneğin, suç yaşı ve çocuk adalet sistemi kavramları gelişti; 1850'lerde *"çocuk suçluluğu"* ayrı bir kategori olarak ele alınmaya başlandı. Yine kız çocukları için rıza yaşının yükseltilmesi (Osmanlı'da 1917'de *Mukannen Kararname* ile evlilik yaşı düzenlemesi gibi), çocukları istismardan koruma amacına hizmet etti.
- Sağlık ve Bakım: 19. yüzyıldan 20. yüzyıla geçerken çocuk ölümlerini azaltmaya ve çocuk sağlığını geliştirmeye yönelik adımlar atıldı. Aşılama kampanyaları, pediatri alanının kurulması, anne ve çocuk sağlığı hizmetlerinin yaygınlaşması bu döneme rastlar. Çocukların fiziksel esenliği, toplumsal ilerleme için önemli görülmeye başlandı.

Bu reformlarla birlikte tarihçiler, 19. yüzyıl sonu ve 20. yüzyıl başında *"çocukluğun kutsallaştırılması"* (sacralization of childhood) denen olgunun ortaya çıktığını belirtir. Çocuklar artık ekonomik değer üretmesi beklenen bireyler olmaktan çıkıp, duygusal ve manevi değeri yüksek, korunup beslenmesi gereken varlıklara dönüşmüştür. Örneğin sanayileşme öncesi ailelerde çocuklar erken yaşta çalışıp aile bütçesine katkı sağlarken, 20. yüzyılda *"okullu çocuk"* normu yerleşmiş, çocuklar ailelerinin geleceğe yatırımı ve gurur kaynağı olarak görülmeye başlanmıştır (Shorter, 1976; O'Donnell ve Van Tuinan 1979; Zelizer, 1985; Steedman, 1990; Roberts, 1990; Hendrick, 1992; Hendrick, 2003).

20. yüzyılın özellikle ikinci yarısından itibaren, çocukluk sosyolojisinde yeni yaklaşımlar gelişmiştir. Çocuk artık sadece korunması gereken bir *nesne* değil, aynı zamanda kendi hakları ve özneliği olan bir birey olarak değerlendirilmektedir. 1989 yılında Birleşmiş Milletler *Çocuk Haklarına Dair Sözleşme*'nin kabulüyle, küresel ölçekte çocukluk kavramı hak temelli bir çerçeveye oturmuştur. Bu sözleşme, çocuğu kendi görüşü ve katılım hakkı olan, eğitim, sağlık, oyun, korunma gibi haklara sahip bir kişi olarak tanımlar. Böylece modern toplumlarda çocukluk, *"özel ihtiyaçları olan ayrıcalıklı bir dönem"* olarak kabul görmektedir. Bunun yanı sıra, yeni çocukluk sosyolojisi alanındaki kuramcılar (ör. Allison James, Chris Jenks ve Alan Prout), çocukluğu toplumsal bir kategori olarak inceleyerek çocukların toplumsal yaşamdaki *aktif katılımcı* rolüne dikkat

çekmektedir. Bu yaklaşıma göre çocuklar, kültürü sadece devralan değil aynı zamanda üreten, kendi aralarında ayrı bir akran kültürü oluşturan toplumsal aktörlerdir (Hendrick, 1992).

Elbette modern dünyada çocukluk algısına ilişkin tek bir manzara yoktur. Bir yandan çocuklar tarihte görülmemiş düzeyde koruma ve hakka sahip olurken, diğer yandan medya ve tüketim kültürü çocukluğu *yetişkinleşme baskısı* altında bırakabilmektedir. Medya kuramcısı Neil Postman, 1980'lerde geliştirdiği tezde, televizyon ve dijital medyanın etkisiyle çocuklar ile yetişkinler arasındaki bilgi ve deneyim uçurumunun kapandığını, bunun da *"çocukluğun yok oluşu"* ile sonuçlanabileceğini öne sürmüştür. Postman'a göre geçmişte okuryazarlık gerektiren *yetişkin dünyasına ait sırlar* (cinsellik, ölüm, şiddet vb.), günümüzde televizyon ve internet aracılığıyla çocuklar tarafından kolayca erişilebilir hale gelmiştir. Bu durum, çocukların masumiyetini ve ayrı bir çocukluk kültürünü aşındırmaktadır. Nitekim modern tüketim toplumunda çocuklar, şirketlerin hedef kitlesi haline gelip birer *"küçük tüketici"* olarak görülme riski altındadır. Bazı yazarlar, 20. yüzyılda çocukların hukuken birçok hak kazanmasına rağmen, reklam ve tüketim nesnesi olmaktan tam kurtulamadıklarını eleştirmektedir. Bu eleştiriler, günümüzde çocukluk kavramının hala *dinamik ve tartışmalı* bir alan olduğunu ortaya koymaktadır. Postman, 1995; Hamon, 2006; Damon vd., 2006).

Özetle, tarihsel süreçte çocukluğun algılanışı *yetişkinliğin öncesindeki değersiz bir ara dönem* olmaktan çıkmış, masumiyet, gelişim ve korunma kavramları etrafında şekillenen önemli bir yaşam evresine dönüşmüştür. Bu dönüşümün izlerini hem yasal düzenlemelerde hem eğitim ve aile yapılarında hem de kültürel söylemlerde görmekteyiz. Aşağıda, farklı dinlerin bu kavrama nasıl yaklaştığı incelenerek, çocukluğun anlaşılış biçimindeki çeşitlilikler ortaya konulacaktır.

Dinlere Göre Çocuk Algısı

Toplumların çocuk hakkındaki tutum ve değerleri büyük ölçüde dinî inançlar ve öğretilerden etkilenir. Dünya dinleri, çocukları genelde bir lütuf ve emanet olarak görme konusunda ortak bir zemine sahip olsa da, çocukların ruhani durumu, ahlaki saflığı ve eğitimi konularında farklı doktrinler geliştirmişlerdir. Bu bölümde, İslamiyet, Hristiyanlık ve Yahudilik dinlerinde çocuk kavramının nasıl ele alındığı özetlenmektedir.

İslamiyet'te Çocuk

İslam inancında çocuk, Tanrı'nın bir armağanı ve aileye emanetidir. Kur'an ve hadisler, çocuk sahibi olmayı Allah'ın insana bir lütfu olarak tanımlar. Nitekim İslam düşüncesinde "Çocuklar, Allah'ın size emanetidir" şeklindeki anlayış yaygındır ve bu nedenle ebeveynlerin en temel sorumluluğu, bu emanete iyi bakmak, çocuğu sevgi ve şefkatle büyütmektir. Bir hadis-i şerifte Hz. Muhammed, "Hepiniz çobansınız ve güttüğünüzden mesulsünüz" diyerek anne-babaların çocuklarına karşı sorumluluğunu vurgular (Buhari, Cenaiz, 92; Abbasi *vd.*, 2022). İslâm hukukunda (Şeriat) çocukların hakları geniş bir şekilde tanımlanmıştır. Çocuğun doğumdan

itibaren sağlıklı yaşama hakkı, iyi bir isim hakkı, eğitim hakkı, miras hakkı gibi temel hakları olduğuna dair birçok kaynak vardır (Uluslararası İslam Demografi Merkezi ve UNICEF, 2005). İslam'a göre anne-babalar, çocuğun hem dünyevi eğitimini hem de dinî eğitimini sağlamakla yükümlüdürler; zira her çocuk fıtrat üzere (İslam inancına yatkın ve masum bir hâlde) doğar. Peygamberimizin "Her doğan çocuk İslam fıtratı üzerine doğar; sonra anne-babası onu Yahudi, Hristiyan veya Mecusi yapar" (Buhari, Cenaiz, 92) şeklindeki hadisi, çocuğun doğuştan günahsız ve tertemiz olduğu düşüncesini ortaya koyar. Bu bakış açısıyla İslam, çocukları günahsız ve sorumsuz kabul eder; ergenlik çağına erişene dek işledikleri fiiller dinî bakımdan sorumluluk doğurmaz. İslam hukukunda bülûğ çağı (ergenlik) öncesi çocukların hiçbir dinî mükellefiyeti yoktur ve yaptıkları hatalardan dolayı ahlaken sorumlu tutulmazlar.

İslam'ın çocuklara atfettiği bu masumiyet konumu literatürde sıkça vurgulanır: "Çocuklar İslam'da günahsız ve suçsuz bireyler olarak görülür" (Abbasi *vd.*, 2022). Dolayısıyla ebeveynlerin görevi, bu fıtrî saflığı korumak, çocuğu kötülüklerden uzak tutmak ve iyiye yönlendirmektir. İslâm geleneğinde çocuğun ahlaki ve manevi gelişimi, ebeveynlerin en önemli vazifelerinden sayılır. Nitekim Kur'an'da pek çok ayette anne-babalara çocuklarını terbiye etmeleri ve korumaları emredilir. Örneğin Lokman Suresi'nde Hz. Lokman'ın oğluna öğütleri aktarılır; bu, çocuk eğitimine dair Kur'an'daki anlamlı örneklerdendir.

İslam kültüründe çocuklar aynı zamanda rahmet ve bereket kaynağı olarak da değerlendirilir. Hz. Muhammed'in çocuklara karşı sevgi dolu tutumu –torunları Hz. Hasan ve Hüseyin'i sık sık övüp onlara sevgi göstermesi– sahabelerce aktarılan önemli örneklerdir. Bir hadis-i şerifte "Küçüklerimize merhamet etmeyen bizden değildir" buyurularak, çocuklara şefkat göstermenin dinin merkezi değerlerinden biri olduğu belirtilmiştir. İslam tarihinde de çocukların korunması hususunda çeşitli uygulamalar görülür. Örneğin, bulunmuş yetim çocukların bakımını üstlenmek (lükata olan çocuğu sahiplenmek) sevaplı bir iş sayılmış; sütannelik kurumu ile kimsesiz veya anne sütünden mahrum bebeklerin emzirilmesi sağlanmıştır. Orta Çağ İslam toplumlarında, Ariès'nin iddiasının aksine, çocukluğun ayrı bir dönem olduğuna dair bir bilinç olduğu bazı araştırmacılarca ifade edilmektedir. Nitekim tarihçi Avner Gil'adi'nin çalışmaları, İslâm medeniyetinde çocukluğun ayrı bir yaşam evresi olarak tanındığını ve çocuğun kişilik gelişiminde dinî ve ahlâkî eğitimine büyük önem verildiğini göstermektedir (Gil'adi, 1992; Cunningham, 1994). Özetle, İslam'a göre çocuk, doğuştan temiz, masum ve korunmaya muhtaç bir varlıktır; anne-baba bu emaneti en iyi şekilde yetiştirmekten hem toplumsal hem de dinî açıdan sorumludur (Cunningham, 1994; Abbasi *vd.*, 2022).

Hristiyanlıkta Çocuk

Hristiyan teolojisinde çocuk kavramı tarihsel olarak iki ana uç arasında salınmıştır: "günahkâr doğa" ve "masum melek" anlayışı. Erken dönem Hristiyan düşüncesini derinden etkileyen Aziz Augustinus (MS 4. yy),

asli günah doktrinini geliştirirken çocukların dahi bu günahla doğduğunu, dolayısıyla ruhlarının kurtuluşu için vaftizin şart olduğunu savunmuştur. Augustinus'a göre çocuk, ahlaki olarak nötr değildir; doğuştan gelen günah eğilimi nedeniyle adeta "küçük bir günahkâr" sayılabilir. Nitekim Hristiyanlıkta bebeklerin vaftiz edilmesi uygulaması bu inancın sonucudur: Vaftiz, çocuğu asli günahtan arındıran bir ritüel olarak görülür. Orta Çağ boyunca, özellikle Katolik öğretilerde çocuklar "moral açıdan eksik ve zayıf iradeli" varlıklar olarak değerlendirilmiş, yaklaşık 7 yaş civarında akıl baliğ (rışd) sayılan çocukların dinsel eğitim ve terbiyeye başlaması gerektiği öğütlenmiştir. Çocukluğun bu dönemde akılsızlık ve olgunlaşmamışlık çağı olduğu, bu nedenle çocukların ciddi dinî ve ahlâkî kararlarda söz sahibi olamayacağı düşüncesi hâkimdi. Örneğin Orta Çağ'da çocuklar ibadetlerde tam sorumluluk taşımaz, ancak 7 yaşından sonra Kilise'nin öğretilerine hazırlanmaları beklenirdi.

Öte yandan, Hristiyanlıkta çocuklara ilişkin bir diğer önemli motif de masumiyet ve Cennet Krallığı'na yakınlık temasıdır. İncil'de İsa'nın "Bırakın çocuklar bana gelsin, Cennet onlar gibilerindir" (Matta 19:14) şeklindeki sözü, çocukların masumiyetini ve Tanrı'nın gözündeki özel yerini vurgular. Bu ve benzeri ifadeler, çocukların saf, iman etmeye yatkın ve inanç konusunda örnek alınması gereken bir yönü olduğunu ima etmektedir. Orta Çağ dışında da bazı Hristiyan düşünürler çocukluğu olumlu bir perspektiften ele almıştır. Örneğin Cizvit geleneğinde çocuk eğitimi önemli bir yer tutmuş, çocukların ruhsal formasyonu için özel pedagojik yöntemler geliştirilmiştir. Reform ve sonrasında Protestan gelenek içinde çocuk algısı bir parça değişmiştir. Martin Luther gibi Reform liderleri her ne kadar asli günah doktrinini sürdürseler de, çocukların erken yaşta Kitab-ı Mukaddes öğretileriyle tanışmasına büyük önem vermişlerdir. 18. ve 19. yüzyıllara gelindiğinde ise Hristiyan teolojide çocukluk daha romantik ve idealize bir şekilde ele alınmaya başlanır. Özellikle Aydınlanma sonrası ve Romantik çağda, Friedrich Schleiermacher (1768–1834) gibi ilahiyatçılar, çocuğun saf duygu dünyasını Tanrı ile özel bir yakınlık hâli olarak yorumlamışlardır. Schleiermacher, çocuklukta gözlenen masumiyet ve içtenliğin, olgun bir Hristiyanın Allah'a duyduğu teslimiyetin en saf formu olabileceğini dile getirmiştir (DeVries, 2001). 20. yüzyıl Katolik ilahiyatçılarından Karl Rahner ise çocuğu "sonsuz olana açık bir varlık" olarak tanımlamış; çocukluk deneyimini, insanın Tanrı'ya açıklığının paradigmatik bir örneği şeklinde değerlendirmiştir (Hinsdale, 2001). Bu gibi yaklaşımlar, Hristiyan düşüncede çocukluğu pozitif ve hatta kutsal bir emanet düzlemine yerleştirmiştir.

Modern Hristiyan düşüncesinde yaygın görüş, çocukların masum oldukları kadar eğitilebilir ve yönlendirilebilir olduklarıdır. Dolayısıyla Hristiyan ebeveynliğinde temel hedef, çocuğun vaftizle arındırılmış masum doğasını, sevgi ve disiplin dengesiyle erdemli bir yaşama yöneltmektir. Bir yandan çocuklar Tanrı'nın hediyesi sayılır ve kilise topluluğunun en savunmasız üyeleri olarak korunmaları gerektiği vurgulanır; diğer yandan "Terbiye

değneğini esirgeyen, oğlundan nefret ediyor demektir" diyen Süleyman'ın Özdeyişleri'ndeki ifade (Özd. 13:24), disiplinli eğitimin önemini hatırlatır. Bu çerçevede Hristiyan gelenek, çocuk yetiştirmede sevgiyle uygulanan disiplin anlayışını teşvik eder.

Özetle, Hristiyanlıkta tarihsel olarak çocuk algısı iki ucu barındıran bir spektrum çizmiştir: Augustinus'un çizdiği "ahlâkî açıdan eksik (günahkâr) çocuk" imajından, Schleiermacher ve Rahner'in dile getirdiği "ruhani potansiyeli yüksek, hatta ilahî aşkınlık sembolü çocuk" imajına kadar farklı vurgular yapılmıştır (Roderick, 2014). Günümüz ana akım Hristiyan yaklaşımı ise çocukları ne bütünüyle günahkâr ne de büsbütün masum görür; onların Tanrı'nın suretinde yaratılmış değerli varlıklar olduğunu, fakat aynı zamanda rehberliğe ve kurtarıcıya ihtiyaç duyduklarını kabul eder. Bu ikili anlayış, Hristiyan toplumlarda çocuk eğitimine hem sevgi hem de disiplin boyutuyla yaklaşılmasına yol açmıştır (Bunge ve Wall, 2009).

Yahudilikte Çocuk

Yahudi geleneğinde çocuklar hem aile hem de topluluk için Tanrı'nın bir lütfu ve geleceğin teminatı olarak görülür. Tevrat ve Talmud'da çocuk sahibi olmak büyük bir nimet sayılır; "Çocuklar RAB'bin verdiği bir mirastır, rahmin meyvesi bir ödüldür" diye belirtilir (Mezmurlar 127:3). Yahudilik, çocukluğu saflık, neşe ve sevinç dönemi olarak tanımlar ve çocukların günahsız olduğunu vurgular. Talmud'da geçen "Çocukların nefesi günahtan muaftır" sözü bu bakışı yansıtır (Babil Talmudu, Şabbat 119a; r, 2023). Bir başka deyişle, Yahudi inancına göre belli bir yaşa (yaklaşık ergenlik çağına) kadar çocuklar ahlâken sorumlu tutulmazlar; yaptıkları hatalar çocukluk saflığı içinde değerlendirilir. Bu nedenle Yahudi hukukunda Bar Mitsva (erkekler için 13 yaş) ve Bat Mitsva (kızlar için 12 yaş) törenleri, çocuğun dinî sorumluluk çağına girişini simgeler. Bu törenlere kadar çocukların dinî vecibelerden sorumlu olmadığı, Tanrı'nın onları masum saydığı kabul edilir.

Yahudi geleneği, çocukların eğitimine fevkalade önem verir. Tevrat'ın Tesniye (Yasa'nın Tekrarı) kitabında yer alan "Bu sözleri çocuklarına öğret" emri (Tesniye 11:19), ebeveynlerin en temel görevlerinden birinin çocuklarına Tanrı'nın yasalarını ve değerlerini öğretmek olduğunu ortaya koyar (Rosen, 2023). Bu nedenle tarih boyunca Yahudi toplumlarında aile içi eğitim ve dinî eğitim kurumları (örneğin heder denilen çocuklara yönelik din okulları) güçlü bir şekilde gelişmiştir. Her Yahudi ebeveyn, çocuklarını erdemli, Tora'ya bağlı bir Yahudi olarak yetiştirmeyi dinî bir yükümlülük sayar. Özdeyişler 22:6'daki "Çocuğa gideceği yolu öğret, yaşlandığında da ondan ayrılmaz" öğüdü sıkça hatırlatılır. Bu perspektifle bakıldığında Yahudilik'te çocuk, potansiyeli olan bir öğrenci ve gelecekte Tanrı'nın emirlerini yürütecek bir yetişkin adayıdır; anne-babalar ise birer ilk öğretmendir.

Yahudi geleneğinde çocuklara atfedilen bir diğer önemli rol de geleceğin garantörü olmalarıdır. Yahudi tarihi boyunca yaşanan sıkıntılar (sürgünler, soykırımlar vb.) nedeniyle her nesil, bir sonraki nesli kutsal emaneti

devralacak garantörler olarak görmüştür. Midraşik bir anlatıda, İsrailoğulları'na Tevrat verilirken Tanrı'nın onlardan "iyi kefil" istediği, halkın da çocuklarını kefil gösterdiği dile getirilir: "Çocuklarımız bizim garantörümüz olsun" demişler ve Tanrı da bunu kabul etmiştir (Rosen, 2023). Bu hikâye, çocukların Yahudi geleneğini geleceğe taşıyacak en değerli varlıklar olduğunu simgesel biçimde ortaya koyar.

Aile içinde çocuklar, Tanrı'nın emaneti sayıldığından ebeveynler çocuklarına kaba davranmaktan kaçınmaya teşvik edilir. Talmud'da "Çocukluk bir gül demetidir" denilerek çocukluk döneminin güzelliği övülür ve anne-babalara şefkatli olmaları öğütlenir (Rosen, 2023). Bununla birlikte, Yahudi kültürü disipline de vurgu yapar. Özdeyişler'deki "Değneğini esirgeyen, oğlundan nefret ediyor demektir" (Özd. 13:24) ifadesi, uygun sınırlar ve disiplin uygulanmazsa çocuğun zarar göreceği düşüncesini yansıtır. Buradaki "disiplin", yine sevgi çerçevesinde, çocuğun iyiliği için rehberlik etmek anlamında anlaşılır.

Sonuç olarak Yahudilikte çocuk algısı oldukça olumlu ve gelecek odaklıdır: Çocuklar saf ve günahsız kabul edilir, toplumun devamlılığı ve kutsal geleneğin taşıyıcısı olarak görülür. Onlara verilecek eğitim ve sevgi, hem dünyevi mutluluk hem de dinî görev olarak değerlendirilir. Bu denli değer verilen çocukların Yahudi toplumlarında itina ile yetiştirildiği; çocuk sahibi olamamanın tarihsel olarak büyük üzüntü kaynağı olduğu ve geniş aile yapısı içinde çocukların merkezi bir yere sahip olduğu bilinmektedir (Rosen, 2023).

Çocuğun Dini

Çocuklar ilk olarak dünyaya geldiklerinde herhangi bir dine ait değildirler ya da dini bilgileri yoktur. Yani çocuk doğduğunda dinini bilmez. Çocuğunu dünyaya getiren aile hangi dini benimsiyor ve ibadet ediyorsa çocuk da zamanla o dinin bir parçası haline gelir ve ait olduğu din hakkında bilgi sahibi olmaya başlar. Aile çocuğun dini anlamda bilgi edindiği ilk yerdir. (Kurt, 2009:4).

Çocuk ailesinden dinini öğrendikçe tutum ve davranışları da dini etrafında şekillenecektir. Wach'ın düşüncesine göre ''insanların edindiği dinleri, davranışları ve tutumları çocukken ebeveynlerinden aldıkları dini eğitimle bağlantısı'' olduğudur. (Bayyiğit, 2011:57).

Çocuk İmajı

Çocuklara dair toplumsal imajlar tarihsel, kültürel ve dinsel birikimlerle şekillenmiş ve bu imajlar çocukları masum, kötü, minyatür yetişkin gibi kalıplar içerisinde değerlendirmiştir (Clarke, 2004; Elkind, 1999). Özellikle 20. yüzyıla dek egemen olan bu imgeler arasında "masum çocuk" en yaygın olanıdır. Bu imajda çocuk, yetişkine bağımlı, korunmaya muhtaç ve yetersiz biri olarak algılanır (Sorin, 2005).

Sorin'in (2005) sınıflamasına göre, çocuk imajları daha da çeşitlendirilmiştir. Bu imajlar arasında:

- Şefkatli/mesih çocuk: Başkalarını korumayı üstlenen, ahlaki sorumluluğa sahip çocuk.
- Çiğ gibi büyüyen çocuk: Potansiyeli yüksek ama kontrolsüz gelişen çocuk.

- Kontrolden çıkmış çocuk: Kendine zarar verebilecek davranışlar sergileyen çocuk.
- Eğitime devam eden yetişkinimsi çocuk: Sürekli gelişmeye açık birey olarak görülür.
- Mülk olarak görülen çocuk: Özellikle eğitim sisteminde çocukların pasif nesneler olarak konumlandırılmasıyla ilgilidir.

Sorin (2005), ayrıca "katılımcı çocuk imajı"nı ön plana çıkararak çocuğun aktif katılımcı bir birey olarak görülmesi gerektiğini belirtir. Bu yaklaşımda çocuklar, kendi hayatlarını anlamlandırma sürecine dâhil edilirler.

Olumsuz Çocuk İmajları ve Etkileri

Toplumda sıkça karşılaşılan bir diğer olumsuz imaj ise "kötü çocuk"tur. Bu bakış açısı, çocuğu günahkâr ve kurtarılması gereken biri olarak tanımlar (Jenks, 2005). Aynı şekilde "kurban çocuk imajı" da çocukların güçsüz, korunmasız ve ihmal edilen bireyler olarak görülmesinin sonucudur.

Lowe'un (2012) çalışması ise çocukları oyun eğilimi üzerinden sınıflandırır ve dört temel yapıya ayırır:

1. Oyuncu çocuk: Oyunu merkezine alan ve oyunla iletişim kuran çocuk.
2. Bilgisiz çocuk: Yetişkin bilgisinden uzak, doğruyu yanlışı ayırt edemeyen.
3. İhtiyacı olan çocuk: Korunmaya muhtaç ve desteğe ihtiyaç duyan.
4. Yetersiz çocuk: Yetişkinlerin yönlendirmesine ihtiyaç duyan, özgüveni düşük birey.

Bu imajlar hem eğitim politikalarını hem de ebeveynlik tutumlarını doğrudan etkileyen yapılar üretmektedir (Avcı ve Pekince, 2019).

Çocukluk Anlayışında Dualist Yaklaşım

Çocukluk kavramı, "olma" ve "oluş" ikilemi bağlamında da ele alınmaktadır. "Olma" yaklaşımı çocukluğu sabit ve edilgen bir yapı olarak görürken, "oluş" yaklaşımı çocuğun sürekli gelişen ve aktif bir birey olduğunu savunur (Upchurch, 2008; James, 2010; Ryan, 2012). Bu ayrım çocukların eğitimde ve sosyal yaşamda nasıl konumlandırılacağını belirler.

Günümüzde Genel Çocuk Algısı

Günümüz dünyasında çocuk algısı, önceki yüzyıllardaki kazanımların etkisiyle hak merkezli ve çocuk yanlısı bir çerçevede şekillenmektedir. Uluslararası sözleşmeler, ulusal yasalar, pedagojik yaklaşımlar ve medyanın etkisiyle "çocuğun üstün yararı" kavramı evrensel bir ilke haline gelmiştir. Modern toplumlarda ideal olarak çocuk, sadece ailenin değil, bütün toplumun koruması altındaki bir birey olarak görülür. Birleşmiş Milletler *Çocuk Haklarına Dair Sözleşme* (1989), bu çağdaş algının temelini oluşturarak hemen her ülke tarafından onaylanmıştır. Bu sözleşmeye göre çocuklar, yetişkinlerden ayrı ve özel olarak ele alınması gereken bir gruptur; kendilerine has hakları (yaşama, gelişme, katılım, korunma hakları vb.) ve ihtiyaçları vardır. Devletler ve

toplum, çocukların fiziksel, zihinsel, duygusal ve sosyal gelişimini en iyi şekilde sağlamakla yükümlüdür (United Nations, 1989).

Eğitim, günümüz çocukluk anlayışının merkezindedir. Çocukların hemen her ülkede belirli bir yaşa kadar eğitim alması zorunludur ve bu hak ihlal edilmemesi gereken temel bir haktır. UNESCO verilerine göre küresel ölçekte ilköğretim çağındaki çocukların yaklaşık %90'ı artık okula gitmektedir. Bu durum tarihsel olarak benzersizdir; zira geçmişte çocukların önemli bir kesimi hiç eğitim almadan yetişkin hayata atılmaktaydı. Eğitim yoluyla çocuklar, toplumun etkin bir parçası olmaya hazırlanırken, aynı zamanda çocukluk dediğimiz dönemi yaşıtlarıyla birlikte oyun ve öğrenmeyi bir arada deneyimleyerek geçirmektedir. Gerçekten de *bir asır önce çoğu çocuk okula hiç gidemiyorken, bugün dünya genelinde ilkokul çağındaki çocukların 9'da 10'u okula devam etmektedir* (Ortiz-Ospina, 2025).

Sağlık ve bakım standartları da günümüzde çocuk algısının bir parçasıdır. Çocuk ölümlülüğü oranları son yüzyılda dramatik biçimde azalmış; çocuk sağlığı, bilimsel çalışmaların ve kamu politikalarının öncelikli konularından biri haline gelmiştir. Aşı programları, pediatrik bakımın yaygınlaşması, anne-bebek beslenmesi konusundaki bilinç gibi etkenlerle, çocuklar artık çok daha sağlıklı büyüme şansına sahiptir. Birçok ülkede çocuklara yönelik özel sağlık sigortaları, beslenme programları, psikolojik danışmanlık hizmetleri gibi uygulamalar mevcuttur. Bunlar, çocuğun kırılgan ve özel ilgiye muhtaç olduğu yönündeki çağdaş inancı yansıtır.

Medya ve popüler kültür, modern çocukluk algısını hem yansıtır hem de şekillendirir. Bir yandan çizgi filmler, çocuk kitapları, oyuncak endüstrisi, çocukların hayal gücü ve yaratıcılığına hitap eden zengin bir kültürel evren sunmaktadır; diğer yandan ticari bakış çocukları birer tüketici olarak hedef almaktadır. Günümüzde pek çok çocuk, önceki nesillerin hayal bile edemeyeceği sayıda oyuncak, dijital cihaz ve eğlence seçeneği ile büyümektedir. Bu durum, çocukluğun içerik olarak zenginleştiği, ancak aynı zamanda ticarileştiği bir tabloyu beraberinde getirmektedir (Postman, 1982). Özellikle televizyon ve internet, çocukların dünya hakkında çok erken yaşta bilgi sahibi olmalarına yol açmaktadır. Çocuklar, küresel kültürün etkisiyle daha 8–10 yaşlarında ergen tavırları sergileyebilmekte, geleneksel anlamdaki masum çocukluk süresi kısalabilmektedir. Medya teorisyeni Neil Postman, "çocukluğun yok oluşu" tezinde bu olguya dikkat çekerek, çocukluğun masumiyet döneminin medya tarafından aşındırıldığını öne sürmüştür (Postman, 1982). Bununla mücadele için pek çok ebeveyn ve uzman, çocukların ekran maruziyetini sınırlamaya, onları yaşlarına uygun etkinliklerle çocukluklarını yaşamaya teşvik etmektedir.

Çocuk hakları bilinci günümüzde hem uluslararası hem yerel düzeyde oldukça gelişmiştir. Çocuk istismarına, ihmaline veya zorbalığına karşı toplumlar daha duyarlıdır. Örneğin bir okulda veya ailede çocuğa kötü muamele

varsa, bunun bir hak ihlali olduğu ve hukuki müdahale gerektiği genel kabul görmektedir. Çocuk işçiliği, çocuk evliliği gibi uygulamalar uluslararası alanda kınanmakta ve azaltılmaya çalışılmaktadır. UNICEF ve Save the Children gibi kuruluşlar, dünya çapında çocuk haklarının uygulanmasını izlemekte, hükümetlere bu konuda tavsiyelerde bulunmaktadır.

Bununla birlikte, dünyadaki tüm çocuklar bu ideal koşullara sahip değildir. Günümüzde dahi milyonlarca çocuk savaş, yoksulluk, mültecilik gibi sebeplerle eğitim, sağlık ve temel güvenlik haklarından mahrum büyümektedir. Bu durum, modern çocukluk algısının bir ikilem noktasıdır: Bir yanda tarihte hiç olmadığı kadar çok çocuk mutlu, sağlıklı ve eğitimli bir şekilde yetişirken; diğer yanda çeşitli coğrafyalarda çocuklar hâlâ istismar edilmekte, çalıştırılmakta veya çatışmalara sürüklenmektedir. Yani çocukluk, küresel ölçekte eşit yaşanan bir deneyim değildir. Bu nedenle günümüz sosyoloji ve insan hakları çalışmalarında, çocukluk olgusu sınıf, coğrafya ve kültür farklılıkları bağlamında da ele alınmaktadır. Örneğin, gelişmiş ülkelerdeki "prenses/prens çocukluk" olgusuna karşın az gelişmiş ülkelerde "kaybolan çocukluk" olgusu birlikte var olmaktadır.

Sonuç olarak modern dönemde genel çocuk algısı, çocuğu sevgi ve özenle büyütülmesi gereken, haklara sahip bir birey olarak tanımlar. "Çocuğun yüksek yararı" her karar ve uygulamada gözetilmesi gereken bir ilke kabul edilir. Çocukluk, bir insanın şekillendirici yılları olarak değerlendirildiği için, bu dönemde verilen iyi eğitim ve sevgi dolu bakım hem bireyin geleceği hem toplumun iyiliği için yatırımdır. Günümüzdeki bu hâkim algı büyük oranda evrensel kabul görse de, farklı toplumların kendi kültürel değerleriyle birleşerek özgün biçimler alır. Bu bağlamda, şimdi Türk toplumunda çocuk algısının tarihsel ve güncel özelliklerine yakından bakalım.

Türk Toplumunda Çocuk Algısı

Türk toplumunda çocuk her zaman aile ve toplumsal yaşamın merkezi unsurlarından biri olmuştur. Tarihî süreç içinde Türklerde çocuk algısı, hem eski Türk geleneklerinin hem de İslâm kültürünün etkisiyle biçimlenmiş; Cumhuriyet dönemiyle birlikte modern pedagojik anlayışlarla harmanlanmıştır.

Tarihsel olarak, Orta Asya bozkırlarında yaşayan eski Türk topluluklarında çocuk sahibi olmak büyük bir prestij ve mutluluk kaynağıydı. Eski Türk destanlarına ve sözlü kültüre bakıldığında, çocuğu olmayan ailelerin "kısır ağaç" gibi görüldüğü, hatta çocuğu olmamanın bir nevi talihsizlik sayıldığı anlaşılır (Arı ve Karatepe, 2010). Dede Korkut Hikâyeleri gibi önemli Türk destanlarında evlat sahibi olmak Tanrı'nın bir lütfu olarak betimlenmiş; özellikle erkek evlat soyun devamı için elzem kabul edilmiştir (Arı ve Karatepe, 2010). Ancak bu noktada dikkat çekici bir husus, eski Türklerde babanın çocuk üzerindeki haklarının sınırsız olmadığıdır. Bazı araştırmalar, Türk toplum geleneğinde babanın otoritesinin yanı sıra çocukların da aile içinde belli haklara sahip olduğunu; örneğin belirli bir yaştan sonra evlenme veya meslek seçimi gibi konularda aile büyüklerinin

çocukların rızasını gözettiğini belirtmektedir (Arı ve Karatepe, 2010). Bu, ataerkil yapıya rağmen çocuğa değer veren ve onu ailenin önemli bir ferdi sayan bir tutuma işaret eder.

Türklerin İslamiyet'i kabulüyle birlikte (10. yüzyıl civarı) çocuk algısı, İslâmî değerlerle zenginleşmiştir. Orta Çağ Türk-İslam toplumlarında çocuklara verilen önem, Avrupa'ya kıyasla oldukça yüksekti. Örneğin Selçuklu ve Osmanlı toplumlarında çocuklar buluğ çağına kadar özel bir ilgiyle yetiştirilir, ilk 6–7 yıl masumiyet dönemi olarak görülür ve bu dönemde çocukların her türlü kötü muameleden korunması gerektiği telkin edilirdi (Merdin, 2023). Osmanlı'da "sıbyan mektebi" denilen mahalle okulları 5–6 yaşındaki çocuklar için yaygındı ve çocukların eğitimine erken yaşta başlanırdı. "Çocuk terbiyesi" üzerine dönemin nasihatnâmeleri incelendiğinde, sevgiyle disiplin dengesinin önerildiği; çocuğa değer vererek yaklaşmanın öğütlendiği görülür (Merdin, 2023). Ünlü seyyah Evliya Çelebi, Osmanlı toplumunda çocuklara karşı genel tavrı överek, çocukların "şımarıklık derecesine varan" bir hoşgörüyle sevildiğini aktarır. Bunun yanında, Osmanlı ailesinde babanın belirgin bir otoritesi mevcut olup çocuğun geleceğine dair kararların büyük oranda ebeveyn tarafından verildiği de bir gerçektir. Yani Osmanlı/Türk geleneğinde çocuk bir yandan korunan ve sevilen bir varlık, diğer yandan itaat etmesi beklenen bir aile ferdi ikiliği içinde büyütülmüştür.

Türk toplumunda çocuk algısındaki önemli kırılmalardan biri, Batılılaşma ve modernleşme hareketleri döneminde yaşanmıştır. II. Meşrutiyet (1908) ve Cumhuriyet'in ilk yıllarında (1920'ler–1930'lar) çocuk, ülkenin çağdaşlaşma projesinin bir parçası olarak ele alınmıştır. Bu dönemde eğitime büyük yatırım yapılmış, "Türk çocuğu" imgesi millî kültürün taşıyıcısı ve modern Türkiye'nin geleceği olarak sıkça vurgulanmıştır. Mustafa Kemal Atatürk'ün "Bugünün küçükleri, yarının büyükleridir" sözü, çocuklara verilen önemi ve onlara duyulan güveni simgelemektedir. 23 Nisan'ın Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı olarak armağan edilmesi – dünyada çocuklara ithaf edilmiş ilk bayram olması açısından– dikkat çekicidir. Bu karar, Cumhuriyet Türkiye'sinin çocuklara verdiği değerin sembolik bir göstergesidir. Atatürk ve dönemin inkılapçı kadroları, cehaleti yenmek ve modern bir ulus inşa etmek için çocukların iyi yetiştirilmesine kritik bir rol atfetmişlerdir. Bu bağlamda, 1920'ler ve 30'larda çocuk dergileri, çocuk koruma cemiyetleri (Himaye-i Etfal gibi) ve çocuklara yönelik tasarruf sandıkları ortaya çıkmıştır. Tüm bunlar, Türk toplumunda çocuk algısının "geleceğin teminatı, millî servet" olarak şekillendiği bir dönemi yansıtır.

Günümüz Türk toplumunda çocuk algısı, geleneksel değerler ile modern yaşamın gereklerinin etkileşimi sonucunda melez bir karakter göstermektedir. Geleneksel olarak Türk aile yapısı çocuk merkezlidir; anne-babalar çocukları için fedakârlığı doğal bir görev addeder. Hâlen geniş aile içinde büyüyen çocuklar, dede-nine sevgisiyle tanışmakta; aile büyükleri çocuğun bakım ve eğitimine aktif katkı sağlamaktadır. Türk kültüründe "Çocuğun sözü dinlenmez, baş köşeye oturtulur" misali, hem itaat hem de el üstünde tutma durumu bir arada

gözlenir. Örneğin birçok ebeveyn, çocuklarının maddi ihtiyaçlarını karşılamada, onları sevindirmede cömert davranırken; aynı zamanda "Sözümü dinleyeceksin" diyerek ebeveyn otoritesini hissettirir. Bu ikili tutum, Türk ebeveynlik stilinin belirgin bir özelliğidir.

Aile araştırmalarına göre, Türkiye'de ebeveynler çocuk yetiştirirken genelde koruyucu ve ilgili bir tutum sergilerler, ancak bu tutum bazen otoriter kontrol ile iç içe geçebilir (Merdin, 2023). Çiğdem Kağıtçıbaşı gibi araştırmacıların yürüttüğü "Çocuğun Değeri" çalışmaları, Türk ailelerinin geleneksel olarak çocukları özellikle manevi/duygusal değer nedeniyle istediklerini, ekonomik getirinin artık ikincil hale geldiğini bulgulamıştır. 1970'lerde daha fazla çocuk sahibi olmak yaşlılık güvencesi ve aile ekonomisine katkı sağlama düşüncesiyle ilişkilendirilirken; 2000'lere gelindiğinde ebeveynler çocuk sahibi olmayı daha çok sevgi, neşe ve "hayatın anlamı" gibi psikolojik değerlerle açıklamaktadır (Kağıtçıbaşı ve Ataca, 2005). Kağıtçıbaşı ve Ataca'nın üç kuşak boyunca yaptıkları karşılaştırmalı çalışma, Türkiye'de son 30 yılda çocukların psikolojik değerinin keskin biçimde arttığını, ekonomik değerinin ise azaldığını göstermiştir (Kağıtçıbaşı ve Ataca, 2005). Bu bulgu, modern Türk toplumunda çocuk algısının artık "evin küçük işçisi" yerine "evin neşe kaynağı ve sevgili evladı" yönüne evrildiğini göstermektedir.

Günümüzde Türk ebeveynleri çocuklarının eğitimine geçmişe nazaran çok daha fazla yatırım yapmaktadır. Okul öncesi eğitimden itibaren çocukların iyi okullara gitmesi, yabancı dil öğrenmesi, spor veya sanatla ilgilenmesi gibi konular birçok ailenin önceliğidir. Yapılan nitel bir araştırmada, genç kuşak Türk ebeveynlerinin çocuk yetiştirme yöntemlerinin çeşitlendiği; ebeveynlerin daha bilinçli ve araştırmacı bir tavır sergilediği bulunmuştur (Merdin, 2023). İnternet ve kitaplardan faydalanarak "en iyi ebeveynlik" tarzını yakalamaya çalışan bu kuşak, kendi ebeveynlerine göre daha demokratik iletişim kurma eğilimindedir. Aynı araştırmada, eski kuşakların çocukları "faydalı bir evlat" olarak görme ve aileye katkısını önemseme eğiliminin, genç kuşakta yerini "mutlu ve kendine yeten bir birey" yetiştirme hedefine bıraktığı belirtilmiştir (Merdin, 2023). Bununla birlikte, kuşaklar arası devamlılık da söz konusudur: Türk toplumunda geleneksel terbiye yöntemleri (örneğin çocuğa sınır koyma, büyüklerin yanında saygılı olma öğretisi vb.) hâlen etkisini sürdürmektedir (Merdin, 2023).

Çocuk Algısının Ebeveynlik Stilleri Üzerine Etkisi

Ebeveynlerin çocuklara dair algıları ve inançları, onların çocuk yetiştirme tutumlarını (ebeveynlik stillerini) doğrudan etkilemektedir. Psikoloji literatüründe Diana Baumrind'in klasik sınıflandırması, ebeveynlik stillerini üç ana başlıkta tanımlar: Otoriter (authoritarian), İzin verici (permissive) ve Otoritatif (authoritative). Daha sonra araştırmacılar bu sınıfa İhmalkâr (neglectful veya kayıtsız) stilini de eklemiştir. Bu stiller arasındaki fark, ebeveynin çocuğa gösterdiği sevgi/ilgi düzeyi ile kontrol/disiplin düzeyinin bileşiminden kaynaklanır

(Baumrind, 1966; Maccoby ve Martin, 1983). Örneğin otoriter stil, yüksek kontrol ve düşük şefkat ile tanımlanırken; izin verici stil yüksek şefkat fakat düşük kontrol ile karakterizedir. Otoritatif stil ise hem yüksek ilgi/şefkat hem de makul düzeyde kontrolü bir araya getirir ve literatürde genellikle en olumlu sonuçları veren stil olarak değerlendirilir (Baumrind, 1966). İhmalkâr stil ise hem ilginin hem kontrolün düşük olduğu, en olumsuz kabul edilen tutumdur.

Bir ebeveynin bu stillerden hangisine yakın davrandığı, büyük ölçüde çocuğa ilişkin temel inançlarına bağlıdır. Örneğin "Çocuk söz dinlemezse adam olmaz" diye inanan ve çocuğu itaat etmesi gereken bir varlık olarak gören bir ebeveyn, muhtemelen otoriter bir yaklaşım benimseyecektir. Bu ebeveyn, sıkı disiplin ve kurallarla çocuğu şekillendirmeye çalışır, hatalarda cezayı ön plana çıkarır. Zira algısı, çocuğun kendi başına doğruyu bulamayacağı; yetişkin yönlendirmesi olmadan olgunlaşamayacağı yönündedir. Bu inanç özellikle geleneksel toplumlarda yaygındır ve Türk kültüründe de tarihsel olarak güçlüdür. Nitekim yaşlı kuşaklarda öğretmene "Eti senin, kemiği benim" diyerek çocuk teslim etmek veya "Kızını dövmeyen dizini döver" gibi atasözleri, bu otoriter anlayışın yansımaları olarak değerlendirilebilir.

Buna karşın "Çocuklar birey olarak saygıyı hak eder, kendi kararlarını da verebilirler" şeklinde bir algıya sahip olan ebeveyn, izin verici ya da otoritatif tarzda davranmaya yatkındır. Buradaki kritik ayrım, ebeveynin çocuğun bireyselliğine değer verirken sınır koyma konusunda nasıl bir tutum aldığıdır. Eğer ebeveyn, çocuğun hazır olmadığı kadar özgürlük sahibi olması gerektiğini düşünerek kural koymaktan kaçınırsa *izin verici* stile kayar. Fakat hem çocuğun bağımsızlığını destekleyip hem de gelişimine uygun sınırlar koyup rehberlik ederse, bu *otoritatif* stildir. Otoritatif ebeveynler genelde sevgi dolu fakat kararlı; açık iletişim kuran fakat gerektiğinde sınır çizen bir denge yakalarlar. Bu stil, günümüz psikoloji literatüründe çocukların özgüven, sosyal yeterlik ve akademik başarı gibi olumlu çıktılar göstermesiyle ilişkilendirilmiştir (Baumrind, 1966).

Kültürel değerler, ebeveynlik stilinin şekillenmesinde önemli bir çerçeve sunar. Her toplum, çocuk yetiştirmeye dair "ebeveyn etnoterorileri" (ana-babalık etno-teorileri) denilen, kültüre özgü inanç sistemlerine sahiptir (Harkness ve Super, 1994). Örneğin bireyciliğin baskın olduğu Batı toplumlarında ebeveynler, çocuklarını özgürlük, özerklik ve rekabetçilik ruhuyla yetiştirmeye meyillidir. Bu değerler, ebeveynlikte daha demokratik ve çocuk merkezli uygulamaların ortaya çıkmasına zemin hazırlar. Çocuğun erken yaşta kendi odasına sahip olması, kendi isteklerini dile getirmesine izin verilmesi, aile kararlarına katılımının teşvik edilmesi gibi uygulamalar bu inancın ürünüdür. Sonuçta bu değerlerle büyüyen çocuklarda özgüvenli ve bağımsız bireyler olmaları yönünde bir beklenti oluşur.

Buna karşılık kolektivist (toplulukçu) kültürlerde (örneğin Doğu Asya, Orta Doğu veya Akdeniz toplumları) itaat, saygı ve aileye bağlılık gibi değerler ön plandadır. Bu toplumlarda ebeveynler, çocuklarından uyumlu,

terbiyeli ve aile büyüklerine karşı hürmetkâr olmalarını bekler. Dolayısıyla ebeveynlik stilleri de daha otoriter veya otoritatif çizgide olabilmektedir. Ancak burada önemli bir nokta, aynı otorite düzeyinin farklı kültürlerde farklı anlamlar taşıyabileceğidir. Araştırmalar, otoriter gibi görünen bazı davranışların kolektivist kültürlerde çocuk tarafından sevgi ve ilgi göstergesi olarak algılanabildiğini göstermiştir. Örneğin Türk veya Japon kültüründe ebeveynin çocuğunu sürekli denetlemesi, Batılı bir bakışla "aşırı kontrolcü" bulunabilir; oysa bu toplumlarda çocuklar bu durumu "ilgilenilmek" ve "sevilmek" olarak yorumlayabilir. Nitekim bir çalışma, "kolektivist bir kültürde ebeveyn kontrolünün normal karşılanabileceğini ve çocuk tarafından bir reddedilme olarak algılanmayabileceğini" ortaya koymuştur (Kağıtçıbaşı, 2007). Bu bulgu, kültürel bağlamın ebeveynlik stilinin etkilerini nasıl değiştirdiğine dair önemli bir örnektir.

Türk toplumunda geleneksel aile yapısı, anne-babayı çocuk üzerinde otorite sahibi kılarken, aynı zamanda ebeveyn-çocuk bağını duygusal açıdan çok güçlü kurar. Bu nedenle Türk ebeveynlik pratiği, Batı literatüründeki kategorilere birebir uymayabilir. Kağıtçıbaşı, Türkiye gibi dönüşüm geçiren toplumlar için "otoriter ama sevecen" (otoriter fakat sevgi dolu) diye tanımlanabilecek bir profil olduğunu belirtmiştir. Gerçekten de pek çok Türk anne-baba, disiplin konusunda katı olsa da, bunu çocuğuna sevgisini ifade eden jestlerle dengeler; örneğin azarladığı çocuğu kısa süre sonra bağrına basar, ihtiyaçlarını fedakârca giderir. Bu karışık profil, dışarıdan bakınca otoriter görünse bile altında yatan motivasyon çocuğun iyiliğini istemek ve onu hayata hazırlamak olduğundan, çocuk üzerindeki etkileri çok olumsuz olmayabilir. Hatta bazı araştırmacılar, Türk çocuklarının bu tarz bir aile ortamında kendilerini güvende hissettiklerini; ebeveyn kontrolünü sevgiyle karışık algıladıklarını öne sürmektedir (Kağıtçıbaşı, 2007).

Elbette günümüz şehirli Türk ailelerinde otoritatif stile yönelim giderek artmaktadır. Anne-babalar artık çocuklarının psikolojik ihtiyaçlarına daha duyarlıdır ve empati temelli bir iletişim kurmayı hedeflemektedir. Örneğin çocuğun fikrini dinlemek, ona seçenekler sunmak, yaptığı hatanın neden yanlış olduğunu anlatarak öğretmek gibi yaklaşımlar yaygınlaşmaktadır. Bu değişimde artan eğitim düzeyi, uzmanların (psikolog, pedagog vb.) tavsiyelerinin medya aracılığıyla yayılması ve küresel ebeveynlik trendlerinin (pozitif disiplin, bağlanma odaklı ebeveynlik gibi) etkisi vardır (Merdin, 2023). Nitekim bir çalışmada, genç kuşak Türk anneleri arasında "bağlanma ebeveynliği" (attachment parenting) gibi yaklaşımların popülerlik kazandığı; bebeğe sürekli fiziksel temas, çocuğun duygularına duyarlılık gibi uygulamaların benimsendiği bulunmuştur (Merdin, 2023). Bu, klasik otoriter yaklaşımdan belirgin bir sapmayı göstermektedir.

Çocuk algısının ebeveynlik stiline etkisini özetlemek gerekirse: Ebeveynler, çocuklarını nasıl görürlerse öyle yetiştirirler. Eğer çocuk zayıf, şekil verilmesi gereken "ham bir varlık" olarak algılanırsa, ebeveyn daha buyurgan ve kontrol edici olacaktır. Eğer çocuk değerli ve özgün bir birey olarak algılanırsa, ebeveyn daha

demokratik ve destekleyici davranacaktır. Bu açıdan, çocuk algısındaki tarihsel ve kültürel dönüşümler ebeveynlik yaklaşımlarını da dönüştürmektedir. Örneğin Türk toplumunda çocuğun algısının ekonomik değerden duygusal değere kayması, ebeveynlikte çocuğun mutluluğuna daha fazla odaklanılmasını sağlamıştır (Kağıtçıbaşı ve Ataca, 2005). Yine "çocuğun farklı bir birey olduğu" bilincinin yaygınlaşması (önceki bölümde değinilen genç kuşak algısı) ebeveyn-çocuk iletişimini güçlendirmektedir (Merdin, 2023).

Ancak burada mükemmel bir tablo çizmek yanıltıcı olur; zira ebeveynlerin kendi yetişme tarzları, kişilik özellikleri ve sosyoekonomik stresleri de stillerini etkiler. Örneğin çok baskıcı bir ailede büyümüş bir ebeveyn ya aynı yöntemi tekrar edebilir ya da tam tersine çocuğuna aşırı özgürlük tanıyarak kendi geçmişine tepki verebilir. Bu noktada çocuk algısı kadar, ebeveynin özdüşünümü (kendini değerlendirmesi) ve bilinçli tercihi de devreye girer. Modern psikoloji, ebeveynlere "çocuğunuzu tanıyın, onun ihtiyaçlarına kulak verin" şeklinde özetlenebilecek tavsiyelerde bulunmaktadır. Yani katı kalıplar yerine duruma ve çocuğa göre esneyebilen, uyarlanabilir bir ebeveynlik önem kazanmaktadır. Burada nihai hedef, çocuğun hem mutlu hem disiplinli hem özgür düşünceli hem de sorumluluk sahibi bir birey olarak yetişmesidir.

SONUÇ

Çocukluk kavramı ve çocuk algısı, insan toplumlarının aynası niteliğindedir. Tarihsel perspektiften bakıldığında, çocukluğun sabit bir gerçeklik değil; toplumsal koşullara ve kültürel yargılara bağlı olarak sürekli yeniden tanımlanan bir dönem olduğu anlaşılmaktadır (Ariès, 1962). Orta Çağ'da adeta "görülmeyen" bir evre olarak kabul edilen çocukluk, modern çağda hakları ve özel ihtiyaçları tanınan kutsal bir emanet haline gelmiştir. Dinî öğretiler ise bu algıya ahlaki ve manevi boyutlar katmış, çocukların masumiyeti veya günahkârlığı, eğitimi ve aile içindeki konumuna ilişkin güçlü normatif çerçeveler sunmuştur (Giladi, 1992; Rahner, 1965).

İslam dini çocukları masum ve emanet olarak değerlendirirken (Abbasi et al., 2022), Hristiyanlık çocukları hem kurtarılması gereken bireyler hem de "cennete layık masumlar" olarak görmüş; Yahudilik ise çocukları saf ve kutsal bir miras olarak tanımlamıştır (Bunge, 2001). Bu doktrinler, farklı toplumlarda çocuk yetiştirme pratiklerini doğrudan etkilemiştir (Cunningham, 1994).

Modern dünyada çocuk algısı büyük ölçüde çocuk hakları ve "çocuğun üstün yararı" ilkesi etrafında şekillenmektedir (United Nations, 1989). Bununla birlikte, uygulamada kültürel ve bölgesel farklılıklar dikkat çekici biçimde devam etmektedir. Türk toplumunda ise çocuk algısı, geleneksel değerlerle modern pedagoji arasındaki sentezle biçimlenmiş ve çocuk, hem ailenin sevgisiyle büyüyen bir göz bebeği hem de topluma kazandırılması gereken bir emanet olarak konumlandırılmıştır (Kağıtçıbaşı ve Ataca, 2015). Bu algı, Türk aile

yapısında zaman içinde otoriter tutumların yerini daha dengeli, destekleyici yaklaşımlara bırakmasına yol açmıştır (Ataca, 2006).

Ebeveynlik stillerine ilişkin araştırmalar, çocuk algısındaki değişimin çocuk yetiştirme biçimlerine doğrudan yansıdığını göstermektedir. Diana Baumrind'in sınıflandırdığı otoriter, izin verici ve otoritatif stiller (Baumrind, 1967), çocuğa dair algının bir yansıması olarak değerlendirilmektedir. Ebeveyn çocuğu zayıf ve şekillendirilmesi gereken bir varlık olarak görüyorsa otoriter; değerli ve birey olarak görüyorsa otoritatif bir stil benimseme eğilimindedir (Bornstein, 2012). Türkiye'de son yıllarda ebeveyn eğitim programlarının ve çocuk psikolojisine dair yayınların artması da bu bilinç değişiminin göstergesidir (Kağıtçıbaşı ve Ataca, 2015).

Sonuç olarak, çocukluk kavramına bakışımız ve çocuklara atfettiğimiz değer hem geçmişimizin bir yansıması hem de geleceğimizin bir belirleyicisidir. Çocukları hak sahibi bireyler olarak gören toplumlar, çocuk dostu hukuki ve sosyal düzenlemelerle kalkınmalarını pekiştirirken; onları "küçük yetişkinler" olarak gören toplumlar çocuk işçiliği ve istismar gibi sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır (Postman, 1982). Çocuk, geleceğin toplumsal mimarisinin temel taşıdır; onu nasıl şekillendirirsek geleceğimizi de öyle inşa etmiş oluruz. Bu doğrultuda ebeveynlik, kültür, din ve bilim arasında bir köprü işlevi görür ve daha iyi bir toplumun temelleri burada atılır.

Unutulmamalıdır ki, bir toplumun uygarlık seviyesinin en gerçek ölçütü çocuğa verdiği değerdir (Bunge, 2001).

KAYNAKLAR

Abbasi, M. U. R., Saeed, M., Shah, H. M., Muda, I., Abderrazak, Z., & Ahmed, N. F. (2022). Rights of children in Islamic perspective and child abuse in Pakistani society: Causes and remedies from Islamic teachings. *Journal of Legal, Ethical and Regulatory Issues, 25*(6), 1–7.

Arı, B., & Karatepe, E. (2010). Dede Korkut hikâyelerinde kadın ve çocuk eğitimi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7*(14), 275–284.

Ariès, P. (1962). *Centuries of childhood: A social history of family life*. Vintage Books.

Ariès, P. (2020). Centuries of childhood. In *Toward a sociology of education* (pp. 37–47). Routledge.

Ataca, B. (2006). Turkish family structure and function. In U. P. Gielen & J. L. Roopnarine (Eds.), *Families in global perspective* (pp. 169–183). Pearson Education.

Avcı, N., & Pekince, D. (2019). Çocuğun sosyal bir yapı olarak görülmesi üzerine bir değerlendirme. *Çocuk ve Toplum Dergisi, 2*(1), 45–60.

Baumrind, D. (1966). Effects of authoritative parental control on child behavior. *Child Development, 37*(4), 887–907.

Baumrind, D. (1967). Child care practices anteceding three patterns of preschool behavior. *Genetic Psychology Monographs, 75*(1), 43–88.

Bayyiğit, M. (2011). Gençlik ve Din, Yediveren Kitap, Konya.

Bornstein, M. H. (Ed.). (2012). *Handbook of parenting: Volume 1: Children and parenting* (2nd ed.). Psychology Press.

Bunge, M. J. (Ed.). (2001). *The child in Christian thought*. Eerdmans Publishing.

Bunge, M. J., & Wall, J. (2009). Christianity. In D. Browning & M. J. Bunge (Eds.), *Children and childhood in world religions: Primary sources and texts* (pp. 103–166). Rutgers University Press.

Burnett, P. J., & Burnett, J. (2013). *Destiny obscure: Autobiographies of childhood, education and family from the 1820s to the 1920s*. Routledge.

Clarke, A. (2004). *Children: A contemporary myth?*. Polity Press.

Cunningham, H. (1994). *Children and childhood in western society since 1500*. Longman.

Damon, W., Lerner, R. M., Kuhn, D., & Siegler, R. S. (Eds.). (2006). *Handbook of child psychology, cognition, perception, and language*. John Wiley & Sons.

Darling, N., & Steinberg, L. (1993). Parenting style as context: An integrative model. *Psychological Bulletin, 113*(3), 487–496. https://doi.org/10.1037/0033-2909.113.3.487

DeVries, D. (2001). "Be converted and become as little children": Friedrich Schleiermacher on the religious significance of childhood. In M. J. Bunge (Ed.), *The child in Christian thought* (pp. 323–348). Eerdmans.

Doğan, İsmail, (2000). Akıllı Küçük- Çocuk Kültürü ve Çocuk Hakları Üzerine Sosyo-kültürel Bir İnceleme, 1. Baskı, İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Elkind (1995). Çocuk ve Toplum-Çocuğun Toplumsallaşması, Çev: Nazife Güngör, İstanbul, Gündoğan Yayıncılık.

Elkind, D. (1999). *The hurried child: Growing up too fast too soon* (3rd ed.). Perseus Books.

Giladi, A. (1992). *Children of Islam: Concepts of childhood in medieval Muslim society*. Macmillan.

Hamon, R. (2006). Cultural Lessons in Sexuality: Comparison of Parent-child Communication Styles in Three Cultures. In *International Family Studies* (pp. 43-70). Routledge.

Harkness, S., & Super, C. M. (1994). The development of parental ethnotheories: A framework for cross-cultural research. In P. M. Greenfield & R. R. Cocking (Eds.), *Cross-cultural roots of minority child development* (pp. 61–79). Lawrence Erlbaum.
Hendrick, H. (1992). Children and Childhood *ReFresh* 15.
Hendrick, H. (2003). *Children, childhood and English society, 1880-1990*. Cambridge: Cambridge University Press.
Hinsdale, M. A. (2001). Infinite openness to the infinite: Karl Rahner's contribution to modern Catholic thought on the child. In M. J. Bunge (Ed.), *The child in Christian thought* (pp. 406–445). Eerdmans.
James, A. (2010). *Constructing childhood: Theory, policy and social practice*. Palgrave Macmillan.
Jenkins, E. K. (1993). "The Relationship Between Student Learning Style And Performance On Various Test Question Formats". Journal of Education for Business, 68:175-185.
Jenks, C. (2005). *Childhood* (2nd ed.). Routledge.
Kağıtçıbaşı, Ç. (2007). *Family, self, and human development across cultures: Theory and applications* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum.
Kağıtçıbaşı, Ç., & Ataca, B. (2005). Value of children and family change: A three-decade portrait from Turkey. *Applied Psychology: An International Review, 54*(3), 317–337.
Kağıtçıbaşı, Ç., & Ataca, B. (2015). Value of children, family change, and implications for the care of the elderly. *Cross-Cultural Research, 49*(4), 374–392. https://doi.org/10.1177/1069397115598139
Kocaer, Ü. (2006). Hekim ve hemşirelerin çocuk istismarı ve ihmaline yönelik farkındalık
Kurt, A. (2009). "Dindarlığı Etkileyen Faktörler", Uludağ Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 18(2): 1-26.
Lambert, T. (2008). A Brief History of Children. A World History Encyclopedia web sitesinden 25
Lowe, K. (2012). Children's representations in popular media and implications for identity formation. *Journal of Early Childhood Studies, 6*(2), 87–101.
Maccoby, E. E., & Martin, J. A. (1983). Socialization in the context of the family: Parent–child interaction. In P. H. Mussen (Series Ed.) & E. M. Hetherington (Vol. Ed.), *Handbook of child psychology: Vol. 4. Socialization, personality, and social development* (pp. 1–101). Wiley.
Marlow, D.R. (1977). Textbook of Pediatric Nursing, London: W.B. Saunders Co.
Merdin, E. (2023). Farklı kuşakların hayatında çocuğun yeri. *Early Childhood Education Researches, 1*(1), 36–52.
O'Donnell, J. P., & Van Tuinan, M. (1979). Behavior problems of preschool children: Dimensions and congenital correlates. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *7*(1), 61-75.
Ortiz-Ospina, E. (2025, October 31). A century of progress in access to primary education. *Our World in Data*. https://ourworldindata.org
Postman, N. (1982). *The disappearance of childhood*. Delacorte Press.
Postman, N. (1995). *The end of education: Redefining the value of school.* New York: Vintage
Prout, A. (2011). Taking a step away from modernity: Reconstructing the meaning of childhood. *Childhood, 18*(2), 185–199. https://doi.org/10.1177/0907568210369316
Rahner, K. (1965). *Theological investigations: Volume IV*. Herder & Herder.
Roberts, R. (1990). *The classic slum: Salford life in the first quarter of the century*. Penguin UK.
Roderick, E. (2014). The child in Christian thought (Book review). *Humanum Review, Inaugural Issue*.

Rosen, D. (2004). How children are valued in the Jewish tradition. *Aleinu Campaign*. https://aleinucampaign.org

Rousseau, J. J. (1762). *Jean-Jacgues Rousseau Emile or On Education*. Рипол Классик.

Ryan, K. (2012). The changing face of childhood in postmodern culture. *Childhood & Society, 17*(1), 34–42.

Sağlam, M., & Aral, N. (2016). Tarihsel süreç içerisinde çocuk ve çocukluk kavramları. *Çocuk ve Medeniyet Dergisi, 1*(2), 45–59.

Shorter, E. (1977). The making of the modern family. *Science and Society*, *41*(3).

Sorin, R. (2005). Changing images of childhood: Reconceptualising early childhood practice. *International Journal of Transitions in Childhood, 1*, 12–21.

Steedman, C. (1990). *Childhood, culture and class in Britain: Margaret McMillan, 1860-1931*. Virago.

Stortz, M. E. (2001). "Where or when was your servant innocent?": Augustine on childhood. In M. J. Bunge (Ed.), *The child in Christian thought* (pp. 78–102). Eerdmans.

T.C. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı. (2013). *Türkiye'de aile yapısı araştırması*. ASAGEM Yayınları.

United Nations. (1989). *Convention on the Rights of the Child*. United Nations General Assembly.

Upchurch, M. (2008). Being versus becoming: The dialectics of developmental psychology. *Theory & Psychology, 18*(5), 611–632. https://doi.org/10.1177/0959354308093391

Zelizer, V. A. (1985). *Pricing the priceless child: The changing social value of children*. Basic Books.

Zelizer, Viviana A. Rotman. (1985). *Pricing the priceless child: The changing social value of children* (Vol. 24). New York: Basic Books.

2013 VE 2024 OKUL ÖNCESİ EĞİTİM PROGRAMLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ BAĞLAMINDA BİR İNCELEME

Yüksek Lisans Öğrencisi Zehra Koyuncu[1] Yüksek Lisans Öğrencisi Elif Şule Canol[2]
Arş. Gör.Yavuz Selim Karasu[3]
[1]Kırıkkale Üniversitesi, çocuk gelişimi bölümü, zehrakync75@gmail.com, 0009-0001-1327-3716
[2]Kırıkkale Üniversitesi, çocuk gelişimi bölümü, elifsulecanol99@gmail.com, 0009-0006-9775-6948
[3]Kırıkkale Üniversitesi, çocuk gelişimi bölümü, yselimkarasu@kku.edu.tr, 0000-0003-3715-9069

Özet

Bu çalışma, Türkiye'de okul öncesi eğitimin 2013 ve 2024 öğretim programları bağlamında geçirdiği dönüşümü karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Araştırmanın amacı, 2013 yılı okul öncesi eğitim programı ile 2024 yılında uygulamaya konan Türkiye Yüzyılı Maarif Modelindeki okul öncesi eğitim programını karşılaştırmalı olarak inceleyerek Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programı kapsamında geliştirilen beceri temelli, değer odaklı yeni okul öncesi programının; 2013 tarihli okul öncesi eğitim programının kazanım–gösterge temelli yapıdan nasıl farklılaştığını çok boyutlu olarak ortaya koymaktır. Araştırmada nitel bir yaklaşım benimsenmiş, doküman analizi yöntemiyle iki program yapısal, içeriksel ve felsefi boyutlarıyla karşılaştırılmıştır. Her iki program ayrı ayrı incelenerek; (1) Eğitim felsefesi ve genel amaçlar, (2) Öğrenme alanları ve yapısal bileşenler, (3) Değerler, eğilimler ve sosyal – duygusal öğrenme becerileri, (4) Aile katılımı, öğretmen rolü ve öğrenme ortamları, (5) Değerlendirme yaklaşımı ve program döngüsü başlığı altında beş ana temada değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, 2013 programının daha çok gelişim alanlarına dayalı, süreçte çocuğun etkin katılımını esas alan bir yapı sunduğunu; 2024 modelinin ise "beceri", "erdem-değer-eylem" ve "okuryazarlık" bileşenleriyle disiplinler arası ve bütüncül bir çerçeve sunduğunu göstermektedir. Yeni modelde erken okuryazarlık, dijital farkındalık, sosyal-duygusal öğrenme, sürdürülebilirlik ve kültürel değerler öğrenme sürecinin temel bileşenleri hâline getirilmiştir. Ayrıca açık hava öğrenme ortamları, aile katılımı, farklılaştırılmış öğretim ve beceri temelli değerlendirme uygulamaları ön plana çıkmıştır. Sonuç olarak, Türkiye'de okul öncesi eğitimin paradigma düzeyinde bir dönüşüm yaşadığı; bilgi odaklı yapıdan beceri, değer ve bütüncül gelişim eksenli bir anlayışa geçiş yapıldığı belirlenmiştir. 2024 maarif model okul öncesi eğitim programının felsefi ve pedagojik düzeyde uluslararası literatürde yaşanan değişim ve eğilimlere paralellik sağladığı görülmüştür. Akademik alanda yapılan çalışmaların artırılması, maarif modelin uyum ve uygulama süreçleri için hizmet içi eğitimlerin artırılması, öğretmen görüşlerine yer verilen araştırmaların arttırılması, açık alan ve doğa temelli öğrenme için okullarda fiziki yapıların oluşturulması ve yaygınlaştırılması önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Okul öncesi eğitim, Beceri temelli program, Erken çocukluk, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, Değer eğitimi

2013 VE 2024 OKUL ÖNCESİ EĞİTİM PROGRAMLARININ KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ TÜRKİYE YÜZYILI MAARİF MODELİ BAĞLAMINDA BİR İNCELEME

Abstract

This study examines the transformation of preschool education in Turkey in the context of the 2013 and 2024 curricula in a comparative manner. The aim of the research is to examine the 2013 preschool education curriculum and the preschool education curriculum implemented in 2024 under the Turkey Century Education Model in a comparative manner, revealing how the new skill-based, value-oriented preschool program developed under the Turkey Century Education Model preschool education program differ from the achievement-indicator-based structure of the 2013 preschool education program in a multidimensional way. A qualitative approach was adopted in the study, and the two programs were compared in terms of their structural, content, and philosophical dimensions using document analysis. Each program is examined separately; (1) Educational philosophy and general objectives, (2) Learning areas and structural components, (3) Values, attitudes, and social-emotional learning skills, (4) Family involvement, teacher role, and learning environments, (5) Assessment approach and program cycle. The findings show that the 2013 program offered a structure based more on areas of development, focusing on the child's active participation in the process, while the 2024 model offered an interdisciplinary and holistic framework with the components of “skills,” “virtue-value-action,” and “literacy.” In the new model, early literacy, digital awareness, social-emotional learning, sustainability, and cultural values have been made fundamental components of the learning process. Additionally, outdoor learning environments, family involvement, differentiated instruction, and competency-based assessment practices have come to the fore. As a result, it has been determined that early childhood education in Turkey has undergone a paradigm shift, transitioning from a knowledge-focused structure to an approach centered on skills, values, and holistic development. It has been observed that the 2024 Maarif Model preschool education program aligns with the changes and trends in the international literature at the philosophical and pedagogical levels. Recommendations include increasing academic research, enhancing in-service training for the adaptation and implementation processes of the Maarif model, increasing research that incorporates teacher opinions and various educational scales, and establishing and expanding physical structures in schools for open-space and nature-based learning.

Keywords: Early chilhood education, Skill-based curriculum, Türkiye Century Maarif Model, value education, holistic development

1. GİRİŞ

Türkiye de ilk olarak okul öncesi eğitim programı taslağı 1953 yılında tasarlanmış ve kabul edilmiştir. Günümüze gelene kadar geçen süre içinde öğrencilere yönelik uygulanan eğitim programları her toplumda olduğu gibi Türkiye de de değişen ekonomik, kültürel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak yapılan bilimsel araştırmalar ve pedagojik gelişmeler ışığında değişim göstermektedir. Özellikle okul öncesi eğitim, bireyin yaşam boyu öğrenme sürecinin temellerini oluşturması bakımından bu dönüşümün en hassas basamağını temsil etmektedir. Türkiye'de Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) 2013 yılında yayımladığı Okul Öncesi Eğitim Programı, çocuğun gelişim alanlarına dayalı kazanım ve göstergeler çerçevesinde yapılandırılmış; öğrenme sürecinde oyun, etkin katılım ve bütüncül gelişim ilkelerine vurgu yapılmıştır. Bu program, Piaget'nin bilişsel gelişim kuramı, Vygotsky'nin sosyal etkileşim yaklaşımı ve Bronfenbrenner'in ekolojik sistem kuramı gibi gelişimsel paradigmaları temel alarak, çocuk merkezli ve yapılandırmacı bir anlayışı benimsemiştir (Bronfenbrenner, 1979; Vygotsky, 1978). Nitekim 2013 programında öğretmen rehber, çocuk ise kendi öğrenmesinin aktif öznesi olarak tanımlanmış; öğrenme ortamlarının esnek ve çocuğun bireysel farklılıklarına duyarlı biçimde düzenlenmesi vurgulanmıştır (Özdemir vd.,2021).

Aradan geçen on yılda, dünyada erken çocukluk eğitimi, bilişsel becerilerin yanı sıra sosyal-duygusal öğrenme, dijital okuryazarlık, sürdürülebilir yaşam farkındalığı ve kültürel değer aktarımı gibi çok boyutlu hedefleri içeren bütüncül bir yönelime evrilmiştir (OECD, 2023; Pianta vd., 2021). Bu eğilim doğrultusunda Türkiye, 2024 yılında "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli" çatısı altında okul öncesi öğretim programını yeniden yapılandırmıştır. Yeni program, sadece gelişim alanlarını değil; alan becerileri, kavramsal beceriler, sosyal-duygusal öğrenme becerileri, eğilimler, değerler ve okuryazarlık boyutlarını da kapsayan çok katmanlı bir öğrenme sistemi öngörmektedir (MEB, 2024).

2013 programı çocukların "ne öğrendiği" sorusuna odaklanırken; 2024 programı "nasıl öğrendiği ve bu öğrenmeyi yaşamına nasıl dönüştürdüğü" sorusuna yanıt aramaktadır. Diğer bir ifadeyle, bilişsel bilgi edinimi merkezli yapıdan beceri temelli, davranışa dönüştürülebilir bilgi anlayışına geçilmiştir. Bu yaklaşım, 21. yüzyıl becerileri çerçevesiyle uyumlu olarak, çocukların düşünme, iletişim, iş birliği ve problem çözme kapasitelerini güçlendirmeyi amaçlamaktadır (Durlak vd., 2011; Partnership for 21st Century Learning, 2019).

Bu çalışmada, Türkiye'de okul öncesi eğitimin tarihsel gelişimi içinde önemli iki dönüm noktası olarak görülen 2013 ve 2024 programları karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır. Araştırmanın temel amacı, yeni modelin hangi yönleriyle önceki programdan ayrıştığını, hangi yönleriyle süreklilik gösterdiğini ve bu dönüşümün erken çocukluk eğitimine nasıl yansıdığını belirlemektir. Bu kapsamda, iki programın felsefi temelleri, öğrenme

alanları, değer yaklaşımı, öğretmen rolleri, aile katılımı, değerlendirme ve öğrenme ortamları açısından sistematik bir analiz yapılmıştır.

2. YÖNTEM

Bu araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi deseniyle yürütülmüştür. Doküman analizi, araştırma konusuyla ilgili yazılı belgelerin sistematik biçimde incelenmesi yoluyla verilerin çözümlenmesini amaçlayan bir nitel araştırma yaklaşımıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu yöntem, eğitim programları gibi resmî dokümanların içerik ve yapısal özelliklerini karşılaştırmak için sıklıkla kullanılmaktadır (Creswell 2013). Araştırmanın odak noktası, 2013 Okul Öncesi Eğitim Programı (MEB, 2013) ile 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı (MEB, 2024) arasındaki temel farkları ve benzerlikleri sistematik olarak ortaya koymaktır.

2.1. Veri Kaynakları:

Araştırmanın birincil veri kaynaklarını iki ulusal resmî program belgesi oluşturmaktadır:

1. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (2013). Okul Öncesi Eğitim Programı.
2. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı.

Bu programlar, MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından yayımlanmış olup, Türkiye'deki tüm okul öncesi kurumlarında uygulamaya yönelik temel doküman niteliği taşımaktadır. Buna ek olarak, karşılaştırmanın kuramsal çerçevesini desteklemek amacıyla Bronfenbrenner (1979), Pianta, Barnett ve Justice (2021), Durlak ve arkadaşları (2011) gibi erken çocukluk eğitimi ve sosyal-duygusal öğrenme alanındaki uluslararası çalışmalardan yararlanılmıştır. Ayrıca 2013 programının uygulanmasına ve etkilerine ilişkin değerlendirmeler içeren akademik araştırmalar incelenmiştir (Başaran ve Ulubey, 2018).

3. BULGULAR

Bu bölümde, 2013 Okul Öncesi Eğitim Programı ile 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı, felsefesi, amaçları, öğrenme alanları, değer ve sosyal-duygusal bileşenleri, aile katılımı, öğretmen rolü ve değerlendirme süreçleri bakımından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bulgular beş ana tema altında sunulmaktadır.

3.1. Programların Felsefesi ve Genel Amaçları

2013 tarihli Okul Öncesi Eğitim Programı, gelişimsel yaklaşım temelli bir model olarak çocuğun fiziksel, bilişsel, dil, sosyal-duygusal ve özbakım gelişiminin desteklenmesi hedeflenmiştir. Programın genel felsefesi, çocukların "merkezde olduğu" bir öğrenme ortamı oluşturarak onların etkin katılımını sağlamak üzerine kurulmuştur. Bu anlayışta öğretmen bir rehber, çocuk ise kendi öğrenmesinin aktif öznesi olarak tanımlanmıştır. Çocukların bireysel farklılıkları, gelişim hızları ve çevresel koşullar dikkate alınarak öğrenme ortamlarının

esnek biçimde düzenlenmesi gerektiği vurgulanmıştır (Çiftçi, 2015; Samancı ve Uçan, 2017; Ceylan ve Yiğitalp, 2018). Nitekim Tican-Başaran ve Ulubey'in (2018) 2013 programına ilişkin değerlendirmesinde de programın büyük ölçüde belirlenen standartları karşıladığını, ancak aile katılımı ve rehberlik boyutlarında uygulamada istenen düzeye ulaşılamadığını ortaya koymuşlardır.

2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı ise "beceri temelli", "erdem-değer-eylem çerçeveli" ve "okuryazarlık temelli" yeni bir yaklaşımı benimsemiştir. Bu modelin temel felsefesi, çocuğun yalnızca gelişim alanlarıyla değil, aynı zamanda bilgi, beceri, eğilim ve değer bütünlüğü içinde yetişmesini öngörmektedir (MEB, 2024). Program, "erdemli insan" idealini merkeze alarak çocukların bilişsel yeterliliklerinin yanında karakter, sorumluluk ve toplumsal duyarlılık yönlerinin de gelişimini hedeflemektedir.

2013 programı çocuk gelişiminin "doğal akışı"na odaklanırken, 2024 programı "bütüncül insan yetiştirme"ye vurgu yapmaktadır. Yeni model, eğitimi yalnızca akademik değil, ahlaki, sosyal, kültürel ve estetik boyutlarıyla ele almaktadır. Bu durum, OECD'nin (2023) erken çocukluk eğitiminde vurguladığı "holistik öğrenme" ve "iyi olma hâli" ilkeleriyle de paralellik göstermektedir. Bu bağlamda, 2013 programı daha çok "çocuğun gelişimini destekleyen", 2024 programı ise "çocuğu geleceğe hazırlayan" bir felsefi yönelime sahip olduğu görülmektedir. 2024 modeli, 21. yüzyıl becerilerini (yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve iş birliği) millî ve manevi değerlerle aynı çerçevede bütünleştirmesi bakımından özgün bir yapı sunmaktadır (Partnership for 21st Century Learning, 2019).

3.2. Öğrenme Alanları ve Yapısal Bileşenler

2013 programında öğrenme alanları beş temel gelişim alanı altında toplanmıştır: (1) Bilişsel gelişim, (2) Dil gelişimi, (3) Sosyal-duygusal gelişim, (4) Motor gelişim, (5) Özbakım becerileri. Her bir gelişim alanı için "kazanımlar" ve bu kazanımlara bağlı "göstergeler" belirlenmiştir. Öğretmen, günlük planında bu kazanımlardan uygun olanlarını seçip etkinliklerle ilişkilendirmektedir. Programın yapısı etkinlik temelli ve esnek bir düzene sahiptir (MEB, 2013).

2024 Maarif Modeli ise yapıyı tamamen farklılaştırmıştır. Program, "alan becerileri", "kavramsal beceriler", "sosyal-duygusal öğrenme becerileri", "eğilimler", "okuryazarlık becerileri" ve "erdem-değer-eylem çerçevesi" olmak üzere altı temel bileşenden oluşmaktadır (MEB, 2024). Alan becerileri yedi disiplini içermektedir: Türkçe, Matematik, Fen, Sosyal, Sanat, Müzik, Hareket ve Sağlık.

Bu yeni yapı, 2013'teki gelişim alanlarının işlevini korumakla birlikte, onları "disiplinler arası beceri kümeleri"ne dönüştürmüştür. Örneğin, bilişsel gelişim alanı artık Matematik, Fen ve Sosyal alan becerileri altında; dil gelişimi ise Türkçe alan becerisi ve Erken Okuryazarlık başlıkları altında yer almaktadır. Bunun yanında, 2024 programı "öğrenme çıktısı" ve "alt öğrenme çıktısı" kavramlarını tanımlayarak, her bir beceri

alanını gözlenebilir performans göstergeleriyle ilişkilendirmiştir. Bu sayede öğretmenlerin çocukların öğrenme süreçlerini daha somut ve izlenebilir biçimde değerlendirmesi hedeflenmiştir (MEB, 2024).

Programın bu yönüyle Bloom'un (1956) bilişsel alan basamaklarına, Bruner'in (1964) keşfetmeye dayalı öğrenme modeline ve Vygotsky'nin (1978) "yakınsal gelişim alanı" kavramına dayandığı söylenilebilir. 2024 modelinde, öğrenme ortamları yalnızca sınıfla sınırlı değildir; "okul dışı öğrenme merkezleri" ve "açık hava etkinlikleri" programın temel unsurları arasına alınmıştır. Dolayısıyla, 2013 programı gelişimsel alanları merkeze alırken, 2024 programı alan becerileri ve bütüncül öğrenme ekosistemi yaklaşımıyla yapılandırılmıştır.

3.3. Değer Eğitimi, Eğilimler ve Sosyal-Duygusal Öğrenme

2013 programında "değer eğitimi" doğrudan ayrı bir başlık altında yer almasa da; iş birliği, paylaşma, empati, sorumluluk gibi kavramlar sosyal-duygusal gelişim alanı kapsamında ele alınmıştır. Öğretmenlerin etkinlik planlarında bu değerlere dolaylı olarak yer vermesi önerilmiştir.

2024 programı ise bu yaklaşımı köklü biçimde genişletmiştir. Yeni modelin merkezinde yer alan "Erdem–Değer–Eylem Çerçevesi", okul öncesi dönemden itibaren karakter eğitiminin sistematik biçimde yürütülmesini hedeflemektedir. Programda adalet, merhamet, sabır, yardımseverlik, saygı, temizlik, vatanseverlik gibi toplam 20 değer açık biçimde tanımlanmıştır (MEB, 2024).

Bunun yanı sıra, "sosyal-duygusal öğrenme becerileri" ayrı bir bileşen olarak eklenmiştir. Bu beceriler üç alt başlıkta sınıflanmıştır:

- Benlik becerileri (öz farkındalık, öz düzenleme, içsel motivasyon),
- Ortak/birleşik beceriler (iş birliği, empati, iletişim),
- Sosyal yaşam becerileri (toplumsal sorumluluk, yardımlaşma, problem çözme).

Bu yapı, Durlak ve arkadaşlarının (2011) geliştirdiği sosyal-duygusal öğrenme modeliyle örtüşmektedir ve erken çocuklukta psikolojik sağlamlık ile duygusal iyi oluşu güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca 2024 programı "eğilimler" kavramını tanımlayarak çocukların öğrenmeye yönelik tutumlarını (merak, keşfetme isteği, estetik duyarlılık, sosyal sorumluluk, entelektüel merak) sistematik biçimde değerlendirmeye dâhil etmiştir. Bu, 2013 programında bulunmayan özgün bir bileşendir. Sonuç olarak, 2013 programı değerleri dolaylı biçimde aktarırken, 2024 programı bu unsurları hem bilişsel hem davranışsal düzeyde yapılandırmış ve "erdemli birey" yetiştirme felsefesini erken yaşa taşımıştır.

3.4. Aile Katılımı, Rehberlik ve Öğrenme Ortamları

2013 programında aile katılımı; aile bilgilendirme toplantıları, ev etkinlikleri, okul-aile iş birliği projeleri biçiminde ele alınmıştır (MEB, 2013). Ailenin, çocuğun gelişimini desteklemede önemli bir paydaş olduğu vurgulanmışsa da süreç çoğunlukla öğretmenin planladığı bilgilendirme etkinlikleriyle sınırlı kalmıştır.

2024 Maarif Modeli bu alanı genişleterek "aile/toplum katılımı etkinlikleri"ni programın temel bileşeni hâline getirmiştir. Programda "Aile Eğitimi İhtiyaç Belirleme Formu" ve "Aile Katılımı Tercih Formu" gibi sistematik araçlar yer almaktadır. Böylece ailenin yalnızca bilgilendirilen değil, sürecin aktif katılımcısı hâline gelmesi hedeflenmiştir. Ayrıca okul öncesi eğitimin rehberlik ve psikolojik danışma boyutu, 2024 programında açık biçimde tanımlanmış ve "çocuğun iyilik hâlini destekleme" kavramı merkeze alınmıştır (MEB, 2024).

Yeni modelde, öğrenme ortamları yalnızca fiziksel mekânlar olarak değil; bilişsel, duygusal ve sosyal açıdan zenginleştirilmiş çevreler olarak tasarlanmıştır. Özellikle "açık hava öğrenme merkezleri"nin kurulması önerilmekte, doğa temelli öğrenme ve hareketli yaşam becerileri vurgulanmaktadır. Bu yaklaşım, açık havada öğrenme pedagojisi (outdoor pedagogy) ile örtüşmektedir. Nitekim doğa temelli eğitim uygulamalarının, çocukların bilişsel, sosyal-duygusal, fiziksel, dil ve öz bakım alanlarındaki gelişimlerini desteklediği; çocuklarda çevre bilinci, şefkat ve doğaya saygı gibi erdemleri pekiştirdiği araştırmalarda ortaya konmuştur (Karaoğlu,2024). Yeni program, çocukları kapalı sınıf ortamı dışına çıkararak doğal ortamlarda keşfederek öğrenmelerini teşvik etmektedir. Bu doğrultuda orman okulu, doğa eğitimi gibi alternatif erken çocukluk eğitim yaklaşımlarının prensipleri programa entegre edilmiştir.

3.5. Değerlendirme Yaklaşımı ve Öğretmen Rolü

2013 programında değerlendirme, öğretmen gözlemlerine ve gelişim raporlarına dayalı olarak yürütülmekteydi. Süreç odaklı ve nitel bir değerlendirme benimsenmekteydi; çocukların gelişimsel ilerlemeleri "Anekdot Kayıt Formu" ve "Gelişim Gözlem Formu" gibi araçlarla takibi yapılmaktaydı (MEB, 2013). Ölçme-değerlendirme daha çok tanımlayıcı ve yoruma dayalı biçimde gerçekleştiriliyordu.

2024 programında ise "üç boyutlu değerlendirme sistemi" tanımlanmıştır: (1) Çocuğa yönelik değerlendirme, (2) Programa yönelik değerlendirme, (3) Öğretmene yönelik değerlendirme. Bu sistemin amacı, yalnızca öğrenme çıktılarının değil, öğrenme sürecinin de izlenmesidir. Ayrıca "Beceri Gözlem Formu", "Beceri Edinim Raporu" ve "Aylık Plan Kontrol Çizelgesi" gibi yeni araçlarla değerlendirme süreci yapılandırılmış ve standartlaştırılmıştır (MEB, 2024).

Öğretmen rolü açısından 2013 programı, öğretmeni rehberlik eden, gözlem yapan ve planlayıcı bir konumda ele almaktaydı. 2024 programı ise öğretmeni bir öğrenme tasarımcısı ve değer modeli olarak tanımlamaktadır. Öğretmenden yalnızca etkinlik planlaması değil, zenginleştirilmiş bir öğrenme ekosisteminin bütüncül yönetimi beklenmektedir. Bu bağlamda 2024 modeli, öğretmenleri çocukların sadece bilişsel gelişimi için değil, karakter ve değer gelişimi için de aktif rol almaya teşvik etmektedir.

Genel olarak bu bulgular, Türkiye'de okul öncesi eğitim paradigmasının 2013–2024 yılları arasında kazanım temelli yaklaşımdan beceri temelliye; bilgi odaklı içerikten değer odaklı ve bütüncül gelişim eksenli bir yapıya

doğru evrildiğini göstermektedir. Öğretmenlerin rolü de bu dönüşümde merkezi hale gelmekte; programın başarılı uygulanabilmesi için öğretmenlerin yeni yaklaşımı benimsemesi ve gerekli yeterliklerle donatılması kritik görülmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın bulguları, Türkiye'de okul öncesi eğitimin 2013–2024 yılları arasında gelişim alanı merkezli yaklaşımdan beceri ve değer merkezli yaklaşıma doğru evrildiğini göstermektedir. 2013 programı, çocuğun gelişim alanlarını dengeli biçimde desteklemeyi hedeflerken; 2024 Maarif Modeli bu temeli koruyup onu "erdemli birey", "aktif öğrenen" ve "yaşam boyu öğrenmeye açık yurttaş" vizyonuyla bütünleştirmiştir. Bu dönüşüm, okul öncesi eğitimi yalnızca bilişsel hazırlık evresi olmaktan çıkarıp, bireyin kimlik, değer, beceri ve eğilimlerinin şekillendiği bir gelişim alanı hâline getirmektedir. Özellikle TYMM'nin "Erdem-Değer-Eylem" yapısı, karakter eğitimi ile akademik öğrenme arasında köprü kurmayı amaçlamaktadır (TYMM Ortak Metin, MEB, 2024). Ayrıca, beceri odaklı öğretim süreçlerinde kullanılan ölçme değerlendirme araçları—örneğin Beceri Gözlem Formu gibi araçlar—öğretmenlere sistematik bir izleme olanağı sunmayı hedeflemektedir (TYMM İzleme Raporu, İlke Vakfı, 2024).

2013 ve 2024 okul öncesi eğitim programlarının karşılaştırmalı incelenmesi, Türkiye'de erken çocukluk eğitiminde paradigmatik bir dönüşüm yaşandığını ortaya koymaktadır. Bu dönüşüm yalnızca içeriksel değil, aynı zamanda felsefi ve pedagojik düzeydedir. 2013 programı yapılandırmacı, gelişimsel ve çocuğa görelik ilkelerine dayanırken; 2024 programı, bu ilkeleri korumakla birlikte, beceri temelli, değer odaklı ve kültürel bütünlüğü esas alan yeni bir yönelim benimsemiştir (MEB, 2013; MEB, 2024).

Bu değişim, uluslararası literatürde de gözlenen eğilimlerle paralellik göstermektedir. Son yıllarda erken çocukluk programlarında "akademik hazırlık" yerine "bütüncül beceri gelişimi"nin ve "iyi olma hâli"nin öncelenmesi yaygınlaşmıştır (OECD, 2023). 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim ve iş birliği gibi üst düzey yetkinliklerin, okul öncesi dönemden itibaren desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Partnership for 21st Century Learning, 2019). 2024 Maarif Modeli'nin alan becerileri, kavramsal beceriler ve okuryazarlık becerilerini erken yaş düzeyine uyarlaması, bu açıdan çağdaş uluslararası standartlarla uyumlu biçimdedir.

Bununla birlikte, 2024 programı yalnızca bilişsel ve sosyal becerileri değil, aynı zamanda erdem ve karakter gelişimini de sistematik biçimde ele almaktadır. "Erdem–Değer–Eylem Çerçevesi"nin okul öncesi düzeye indirilmesi, çocukların davranışsal öğrenme süreçlerine ahlaki ve kültürel bir boyut kazandırmaktadır. Bu yönüyle program, Bandura'nın (1986) sosyal öğrenme kuramında vurgulanan model alma ve gözlem yoluyla

öğrenme ilkeleriyle örtüşmektedir. Değer eğitimi, günlük etkinliklerin doğal akışına gömülü olarak, öğretmenin tutumları ve sınıf kültürü üzerinden aktarılmaktadır.

2013 programı bilişsel gelişimi "ne öğrendi?" sorusuyla ele alırken, 2024 modeli "öğrendiğini nasıl davranışa dönüştürüyor?" sorusuna yanıt aramaktadır. Bu dönüşüm, Bloom'un (1956) bilişsel alan taksonomisinden Marzano'nun (2001) duyuşsal ve üstbilişsel öğrenme boyutlarına geçişini andırır biçimde, öğrenmeyi eylem, değer ve niyet düzeyine taşımaktadır. Bu anlamda Maarif Modeli'nin "beceri + eğilim + değer" üçlüsüne dayalı yapısı, erken çocuklukta öğrenmenin çok boyutluluğunu yansıtmaktadır.

Öte yandan, programın uygulamaya yansıması bakımından bazı potansiyel zorluklar da tartışılabilir. Öncelikle, 2024 modelinin getirdiği çok katmanlı beceri yapısı, öğretmenlerden yüksek düzeyde pedagojik yeterlik ve planlama becerisi gerektirmektedir. "Alan becerileri", "kavramsal beceriler" ve "okuryazarlık bileşenleri" arasındaki ilişkilerin doğru kurulabilmesi için öğretmenlerin disiplinler arası düşünme becerilerinin yanı sıra çocukları iyi gözlemleme ve değerlendirme becerilerinin güçlendirilmesi gerekir (Pianta vd., 2021). Ayrıca, erdem ve değer eğitimini uygulamada biçimsel etkinliklere indirgememek; bu değerleri çocukların günlük yaşantılarında gözlenebilir davranışlara dönüştürebilmek için öğretmenlerin tutum ve davranışlarıyla model olma işlevini etkin biçimde sürdürmeleri önem taşır (Lickona, 2012).

Bir diğer tartışma noktası, 2024 programının "okuryazarlık becerileri" kapsamında dijital, kültürel, görsel ve sürdürülebilirlik okuryazarlığına yer vermesidir. Bu yaklaşım, çocukları dijital çağın gereklerine uyumlu biçimde yetiştirmeyi hedeflerken, aynı zamanda kültürel ve millî değerlerin korunmasını da amaçlamaktadır. Bu denge, erken çocukluk döneminde teknolojik farkındalık ile kültürel aidiyet arasındaki ilişkiyi yeniden tanımlamaktadır (Livingstone ve Blum-Ross, 2020).

Aile katılımı açısından bakıldığında, 2024 programının getirdiği yenilikler aileleri eğitimin merkezi paydaşı kılmaktadır. "Aile Eğitimi İhtiyaç Belirleme Formu" gibi araçlarla ebeveynlerin sürece etkin katılımı ve geri bildirim sağlaması mümkün hale gelecektir. Bu durum, Bronfenbrenner'in (1979) ekolojik sistem kuramı çerçevesinde değerlendirildiğinde, çocuğun içinde bulunduğu aile ve toplum sistemi ile okul arasında güçlü bir öğrenme ağı kurulmasına destek sunacaktır.

Genel olarak, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM), 2013 programına kıyasla daha çağdaş, bütüncül ve kültürel olarak temellenmiş bir çerçeve sunmaktadır. Ancak bu modelin sahadaki başarısı, öğretmen yetiştirme sisteminin güçlendirilmesi, yerinde pilot uygulamaların desteklenmesi ve sürekli mesleki gelişim fırsatlarının sağlanmasıyla mümkündür. Eğitim politikası yapıcıları, yeni programın hedeflediği dönüşümün sürdürülebilir olabilmesi için öğretmen eğitimini hem politika hem uygulama düzeyinde yeniden ele alma gerekliliğini vurgulamaktadır (TYMM İzleme Raporu). Bu yaklaşımın altını çizen literatürde, uygulama süreçleri ve altyapı

desteği yeterince iyileştirilmeden, böylesine kapsamlı bir modelin etkili biçimde hayata geçirilmesinin güç olacağına dair uyarılar da bulunmaktadır (TYMM İzleme Raporu, 2024).

Literatüre ve yapılacak çalışmalara katkı sağlaması amacıyla elde edilen bulgulara dayalı öneriler aşağıda sunulmaktadır:

1. **Bütüncül Program Yapısı:** 2024 programının çok katmanlı ve bütüncül yapısı korunmalı, ancak uygulamada öğretmenlerin aşırı bürokratik yük altına girmesini önlemek için sadeleştirilmiş rehberler ve dijital planlama araçları geliştirilebilir.

Literatürde, eğitim programlarının karmaşıklığının öğretmen yükünü artırabileceği, sadeleştirilmiş arayüzlerin ve dijital araçların bu yükü azaltabileceği yönünde görüşler yer almaktadır (TYMM İzleme Raporu, İlke Vakfı, 2024).

2. **Öğretmen Eğitimi:** Öğretmen yetiştirme sürecinde, beceri temelli planlama, gözlem temelli değerlendirme ve değer eğitimi entegrasyonu konularına daha fazla yer verilmelidir. Hizmet öncesi eğitimde öğretmen adaylarına 2024 programının vizyonu aktarılmalı; hizmet içi eğitimlerde de aktif öğrenme, açık hava etkinlikleri ve farklılaştırılmış öğretim konularında destek sağlanmalıdır. Nitekim bir araştırma, öğretmenlerin TYMM'ye ilişkin görüşlerini incelerken, "yenilikçi ve öğrenci merkezli yaklaşımlar öngörülse de uygulanabilirlik ve öğretmenlerin adaptasyonu konusunda bazı endişeler" dile getirdiğini saptamıştır (Duyul vd., 2025)

3. **Aile Katılımı:** Aile katılımı uygulamaları, yalnızca formlarla sınırlı kalmayıp, velilerin çocuklarıyla ortak etkinlikler yapmasını teşvik edecek şekilde zenginleştirilmelidir. Örneğin okul temelli atölye çalışmaları, ev ziyaretleri ve dijital platformlar üzerinden aile-etkinlik paylaşımları yaygınlaştırılabilir. Bu öneri, okul öncesi eğitimin sosyal bağını güçlendirmeye yönelik kuramsal literatürle uyumludur (örneğin okul-aile iş birliği ilkeleri, gelişimsel yaklaşım literatürü).

4. **Açık Hava ve Doğa Temelli Öğrenme:** Okul öncesi kurumların fiziki planlamasına açık hava öğrenme alanları dâhil edilmelidir. Doğa ile etkileşimi artıran bahçe düzenlemeleri, okul bahçelerinin öğrenme merkezlerine dönüştürülmesi ve orman okulu gezileri gibi uygulamalar rutin hâle getirilmelidir. Bu tür etkinliklerin çocukların motor gelişiminin yanı sıra psikolojik sağlamlıklarını da desteklediği gösterilmiştir. TYMM'nin taslak metinlerinde "çevre okuryazarlığı" ve sürdürülebilirlik vurgusu yer almakta, yeni modelin çevre eğitimi boyutu incelenmektedir (Ateş, 2025).

5. **Değer Eğitimi Yaklaşımları:** Değer eğitimi, soyut kavramlar üzerinden değil, günlük yaşam örnekleri ve rol model davranışlar üzerinden yürütülmelidir. Öğretmenlerin sınıf içinde adil ve kapsayıcı bir iklim oluşturarak değerleri yaşantı yoluyla aktarması teşvik edilmelidir.

Bu yaklaşım, TYMM'nin Erdem-Değer-Eylem paradigmatiğiyle doğrudan bağlantılıdır (MEB, 2024).

6. **Program Değerlendirme ve Geri Bildirim:** Yeni programın uygulanması sırasında, öğretmenlerden ve yöneticilerden düzenli geri bildirim toplanarak program döngüsü içinde gerekli güncellemeler yapılmalıdır. Süreç odaklı değerlendirme araçlarının kullanımında ortaya çıkan zorluklar izlenmeli, gerekli görülen durumlarda sadeleştirmeye gidilmelidir.

İlke Vakfı İzleme Raporu, TYMM uygulamalarının izlenmesi ve raporlama sürecini vurgulamaktadır (TYMM İzleme Raporu, İlke Vakfı, 2024).

7. **Dijital ve Kültürel Okuryazarlık:** Dijital teknoloji kullanımı erken yaşta dengeyle ele alınmalıdır. Ekran süresinden çok dijital üretkenlik ve dijital okuryazarlık becerilerine odaklanılmalı; kültürel okuryazarlık ise oyunlar, masallar ve yerel materyaller aracılığıyla desteklenmelidir. Böylece çocuklar hem çağın gerektirdiği dijital becerileri kazanırken hem de kendi kültürel kimliklerini sağlam bir temel üzerinde geliştirebilirler.

Zira TYMM'nin "Okuryazarlık Becerileri" bileşeni, süreç bileşenleriyle öğrencilere kazandırılması amaçlanan dijital becerileri ve sistem düşüncesi perspektifini içermektedir (TYMM Beceriler Sayfası, MEB).

Sonuç olarak, 2024 Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, Türkiye'nin erken çocukluk eğitiminde yeni bir vizyon ortaya koymaktadır. Program, çocukların sadece akademik başarısını değil, erdemli, üretken ve topluma katkı sunan bireyler olarak yetişmesini de hedeflemektedir. Bu dönüşümün kalıcı ve etkili olabilmesi için öğretmen eğitiminin ve okul altyapılarının dönüşüme paralel biçimde geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Modelin sahada başarıya ulaşması, öğretmenlerin yeni yaklaşıma yönelik inanç ve yeterliklerinin desteklenmesine, uygulama süreçlerinin yakından izlenip gereken iyileştirmelerin yapılmasına bağlıdır (TYMM İzleme Raporu, İlke Vakfı, 2024). Eğitim paydaşlarının iş birliğiyle, Türkiye okul öncesi eğitiminde bilgi odaklı paradigmadan beceri, değer ve bütüncül gelişim odaklı bir paradigma geçiş süreci güçlendirilerek sürdürülebilir kılınabilir.

KAYNAKLAR

Ateş, H. (2025). Türkiye yüzyılı maarif modeli okul öncesi ve ilkokul eğitim-öğretim programlarının çevre eğitimi ve sürdürülebilirlik perspektifinden incelenmesi. *International Social Sciences Studies Journal, 11*(5), 871-883. https://doi.org/10.5281/zenodo.15535672

Başaran, S. T., & Ulubey, Ö. (2018). 2013 Okul öncesi eğitim programının değerlendirilmesi. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES), 51*(2), 1-38. https://doi.org/10.30964/auebfd.417643

Baz, B. (2024). Türkiye yüzyılı maarif modeli'nin sınıf öğretmenlerinin görüşleri bağlamında incelenmesi. *Eğitim Felsefesi ve Sosyolojisi Dergisi, 5*(2), 106-123. https://doi.org/10.29329/jeps.2024.1105.2

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. McKay.

Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Harvard University Press.

Bruner, J. S. (1964). The course of cognitive growth. *American psychologist*, *19*(1), 1.

Ceylan, R. & Yiğitalp, N. (2018). Aile katılımlı ve aile katılımsız sosyal beceri eğitiminin çocukların sosyal becerilerine etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6*(6), 1119- 1127.

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). SAGE Publications.

Çiftçi, H. A. (2015). *Sosyal-duygusal gelişim değerlendirme ölçeği: 48-66 aylık çocuklar için uyarlama çalışması.* [Yüksek lisans tezi. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü].

Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development, 82*(1), 405–432. https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x

Duyul, S., Duyul, Y., Kesman, M., & Kesman, M. (2025). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Konusunda Öğretmen Görüşleri. *Ulusal Eğitim Dergisi, 5*(3), 20262.

Ertek Eroğlu, B., Eker, Z., & Eker, C. (2025). Türkiye yüzyılı maarif modeli okul öncesi eğitim programının hassas beceriler açısından incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 24*(2), 897-909. https://doi.org/10.17755/esosder.1574163

İLKE Vakfı EPAM. (2023). *İLKE politika önerileri 3: Okul öncesi eğitim* (M. B. Aydın, K. R. Mumcuoğlu, S. Tiryakiol, Z. Yalçıntaş & S. Topaloğlu, Eds.).

Karaoğlu, S. (2024). Türkiye'de okul öncesi öğretmenlerinin ve çocuklarının doğa temelli eğitim deneyimleri [Nature-based education experiences of pre-school teachers and children in Türkiye]. *E-International Journal of Pedandragogy (E-IJPA), 4*(2), 101–116. https://doi.org/10.7051/e-ijpa.130

Kocalar, E., & Bay, E. (2020). 2013 Okul öncesi eğitim programının karakter eğitimi açısından değerlendirilmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21*(3), 1304-1319. https://doi.org/10.17679/inuefd.780300

Koçin, B., & Tuğluk, M. N. (2020). 2013 Okul öncesi eğitim programının 21. yüzyıl becerileri açısından incelenmesi. *Ulakbilge, 49*, 621-649. https://doi.org/10.7816/ulakbilge-08-49-01

Lickona, T. (2012). *Character matters: How to help our children develop good judgment, integrity, and other essential virtues* (10th anniversary ed.). (Orijinal baskı 1991) — (Not: Orijinal yayın yılı 1991'dir, 2012 baskısı güncellenmiş sürümdür).

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry.* Sage.

Livingstone, S., & Blum-Ross, A. (2020). *Parenting for a digital future: How hopes and fears about technology shape children's lives*. Oxford University Press.

Marzano, R. J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives.* Corwin Press.
Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013). *Okul öncesi eğitim programı*. Millî Eğitim Bakanlığı.
Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programı*. Millî Eğitim Bakanlığı.
Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *TYMM Ortak Metin ve Öğretim Programları* [Ortak metin]. https://tymm.meb.gov.tr/ortak-metin
OECD. (2023). *PISA in Focus 2023 / Education at a Glance 2023: OECD indicators* (bkz. "Bir Bakışta Eğitim 2023").
Özdemir, D., Eruzun, H. M. ve Kuru, N. (2021). 1952'den 2021'e Türkiye'deki okul öncesi eğitim programlarında sosyal-duygusal gelişim. *JRES, 8(2),* 314-335. https://doi.org/10.51725/etad.944339
Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st century learning: Definitions and P21 practices*.
Pianta, R. C., Barnett, W. S., & Justice, L. (2021). *Handbook of early childhood education*. Guilford Press.
Samancı, O. ve Uçan, Z. (2017). Social skill education in children. *Journal of Graduate School of Social Sciences, 21*(1), 281-288.
Vygotsky, L.S. (1978) *Mind in Society: the development of higher psychological processes*, edited by M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner and e. Souberman (Cambridge, MA, MIT Press).
Yıldırım, A., & Şimsek, H. (1999). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. baskı).

DRINKING TIME AND SOWING TEARS: CONCEPTUAL METAPHORS AND BLENDS OF EXISTENTIAL REGRET IN THE TURKISH ARABESK SONG "HABERİMIZ YOK"

Doç. Dr. M. Fatih ADIGÜZEL[1]
[1]**Mersin Üniversitesi. Dilbilim/ Linguistics. mfatihad@gmail.com, ORCID**: 0000-0002-6962-0078

Abstract

This study applies Conceptual Metaphor Theory (CMT) and Conceptual Blending Theory (CBT) to analyze the metaphorical and blended conceptual structures in the Turkish Arabesk song "Haberimiz Yok," performed by Müslüm Gürses, with lyrics composed by Halit Çelikoğlu. Utilising Lakoff and Johnson (1980) for CMT and Fauconnier and Turner (2002) for CBT, our research examines how the song's theme of oblivious regret and self-dissolution is cognitively formed through entrenched mappings and real-time blends. The cognitive and literary analysis identifies some quite systematic conceptual metaphors such as LIFE IS A JOURNEY, THE SELF IS A DISSOLVABLE SOLID, EMOTIONS ARE CROPS, which function as single-scope blends and provide input spaces for more complex double-scope conceptual blends. A focal example in the lyrics is *"Zamanı içmişiz"* (*"We've drunk away the [allotted] time"*), an instantiation of the novel metaphor TIME AS A FINITE DRINKABLE LIQUID, an extension of the well-entrenched metaphor TIME IS A RESOURCE. This finiteness, marked by the accusative case in Turkish on the word *zaman* as *zamanI (the allotted time)*, highlights the speaker's almost depletion of his definite, allotted lifespan, and elicits a poignant sense of regret for the unaware exhaustion of one's predestined existential allotment. These mappings interact within blends in the song like the speaker's mirror confrontation with "*ömür*" (his lifespan so far, approaching the end) and self-dissolution in sorrow, producing emergent meanings of self-consumption, fatalism, and belated awareness that go well beyond the descriptive scope of CMT alone—not because CMT is insufficient, but because blending builds upon and extends the insights of metaphor theory (Fauconnier & Turner, 2002). Reflecting the complementarity of CMT and CBT, the study demonstrates the cultural realisation of universal cognitive mechanisms in Turkish Arabesk expression. Our findings reveal that conceptual metaphors and blending examples together express existential themes of intoxication, erosion, and regret in the lyrics, reflecting the emotional and philosophical depth of Turkish fatalism.

Keywords: Cognitive poetics, Conceptual Metaphor Theory, Conceptual Blending Theory, Turkish song lyrics, conceptual integration, time metaphors, fatalism, Arabesk

1. INTRODUCTION

Metaphor and blending are fundamental cognitive operations that structure human understanding, emotion, and creativity (Kövecses, 2020). As innovative products of literary expertise, song lyrics are emotionally charged and culturally resonant forms of language and cognition, thus providing an ideal domain for observing such mechanisms as metaphors and blends. This paper conducts a cognitive linguistic analysis of "Haberimiz Yok" ("We Didn't Even Realize"), a famous Turkish Arabesk song that encapsulates the experience of existential waste and belated realization of one's derelict condition.

The paper employs Conceptual Metaphor Theory (CMT), positing systematic mappings between concrete and abstract domains (Lakoff & Johnson, 1980), and Conceptual Blending Theory (CBT), which models the selective, dynamic fusion of elements from different mental spaces in real time (Fauconnier & Turner, 2002), so as to demonstrate how these cognitive frameworks complement and mutually reinforce each other in decoding the idiosyncratic conceptual architecture of the song's lyrics. While CMT identifies stable, conventional metaphors that serve as cognitive scaffolding, CBT extends this foundation by modelling emergent novelty and emotional irony through the selective projection and compression of multiple metaphoric inputs. As Fauconnier and Turner (2002, pp. 174–175) argue, "blending builds upon and extends the insights of metaphor theory"—many metaphors function as single-scope blends, yet the most creative and emotionally charged effects, such as those in poetry and song, emerge from double-scope integration. This study illustrates how such mappings are dynamically recombined in blends to produce novel meanings of self-intoxication, dissolution, and tragic self-awareness, as expressed by the lyrics of the song.

A focal example is the lyric "Zamanı içmişiz" ("We've drunk away the [allotted] time"), which instantiates the novel metaphor TIME IS A FINITE DRINKABLE LIQUID—an innovative elaboration of the conventional TIME IS A RESOURCE mapping. **Time, a frequently metaphorised domain, is conventionally conceptualized as SPACE, MOTION, or RESOURCE** (Lakoff & Johnson, 1980; Lakoff, 1993; Evans, 2004; Radden & Dirven, 2007; Hamdi, 2023; Konnova & Babenko, 2019), though its construal is culturally variable. In this song, the accusative-marked *zaman-ı* in the metaphorical verb phrase "*zamanı iç-*" (i.e. drink the (allotted) time) highlights a specific, bounded lifespan, which turns what is typically an abstract or quantifiable resource into something sensually consumed—an act of unaware self-intoxication that encapsulates the Arabesk feeling of existential fatalism. In this process of creative extension, the song's lyrics fuse the conventional metaphor, TIME IS A RESOURCE, with the visceral, embodied act of drinking. This fusion creates a novel conceptual blend, which in turn gives rise to emergent meanings of waste, dissolution, and belated awareness not present in the original concepts alone. These potent, emergent meanings thus reveal how universal cognitive schemas such as those

structuring the experience of time are culturally adapted and emotionally intensified in Turkish Arabesk to articulate its characteristic themes of tragic self-destruction and regret.

In summary, this paper aims to provide a cognitive linguistic analysis of the Turkish Arabesk song "Haberimiz Yok" by employing Conceptual Metaphor Theory and Conceptual Blending Theory. It shows how conventional metaphors and novel double-scope blends jointly shape the song's themes of existential regret and oblivious self-destruction. It sheds lights on culturally specific elaboration of universal cognitive mechanisms in expressing the distinctive fatalistic emotional world of Arabesk.

2. METHODOLOGY

The analysis applies a qualitative cognitive linguistic approach to the lyrics of the Arabasek song "Haberimiz Yok." A single-song case study design is employed, which is methodologically valid in cognitive poetics and cultural linguistics as the approach has the capacity to reveal deep conceptual patterns within a bounded cultural product of poetics. "Haberimiz Yok" was selected for a cognitive and literary analysis for its metaphorical richness, high representativeness within Arabesk, and cultural salience as an expression of Turkish fatalistic existentialism in its optimism-laden lyrics.

For metaphor identification, Conceptual Metaphor Theory (CMT) framework was employed, which was operationalized by means of linguistic indicators in the lyrics (e.g., metaphorical verbs such as ***içmek*** *(**drink**-time)*, ***erimek*** *(the speaker-**melt**)*, ***ekmek*** *(**sow**-tears)*, ***harcanmak*** *(the speaker-**be wasted**)*, imageability of source domains, and entailment structures linking physical experience to abstract meaning. For blended concepts, Conceptual Blending Theory (CBT) analysis was utilised to model how these metaphors or other concepts blend into emergent mental spaces, what **vital relations** were involved in the blending network (Fauconnier & Turner, 2002). This two-tiered cognitive analysis gives the paper both structural rigor and interpretive depth, and illustrates the fact that entrenched metaphors and novel blends jointly construct culturally grounded cognition in Arabesk discourse.

3. FINDINGS

3.1. Salient Conceptual Metaphors in the Song

3.1.1. LIFE IS A JOURNEY

- *"Yanlış yol seçmişiz, haberimiz yok."* ("We've chosen the wrong path, and we didn't even realise."). LIFE IS A JOURNEY is a well-known conceptual metaphor where life choices are mapped onto paths. The lyrics just quoted imply the belated realisation of the speaker's choice of a misguided direction or path in life and its irreversible consequences.

- *"Boş yere koşarken hayat yolunda."* ("While running in vain on the road of life.") As an entailment of the LIFE IS A JOURNEY is metaphor, this "running" motion schema "on the road of life" can be mapped onto futile striving for our aims in life. Within the Arabesk frame, this otherwise universal metaphor carries a specific cultural weight indeed. It evokes common feelings of displacement, futile strife, and entrapment on a fateful journey devoid of a definite destination. These motifs are key to the themes of urban alienation that is often perceived in Arabesk culture.

3.1.2. TIME IS A FINITE DRINKABLE LIQUID

In Conceptual Metaphor Theory (CMT), *time* is recognised as one of the most common abstract domains, cognitively structured through metaphoric mappings from concrete, embodied experience to make the abstract concept comprehensible (Lakoff & Johnson, 1980; Grady, 1997). These conceptual mappings are not arbitrary, but often based on primary metaphors, with links arising from basic correlations between perception, movement, and temporal experience (Grady, 1997; Kövecses, 2005). Although based on universal embodied experience, these mappings differ across cultures in some aspects like orientation and elaboration (Kövecses, 2010; Gibbs, 2011). Time is conceptualised in several ways in cognitive semantics: A common one is through the metaphor TIME IS SPACE, which arranges the concept of time spatially, so we say the past is behind and the future is ahead of us. This may, however, reverse in some cultures like Aymara (Kövecses, 2005). Another way it is conceptualised is via the metaphor TIME IS MOTION, framing time dynamically, so it either passes a stationary observer or a landscape is traversed by a moving self, which reflects embodiments of motion and event sequencing (Lakoff & Johnson, 1980). *Zaman akıp gidiyor* ("time flows away") or *toplantı yaklaşıyor* ("the meeting is approaching") are two examples from Turkish for this dynamic, framing time or events as moving relative to a stationary ego. Still another common metaphor is TIME IS A RESOURCE, which conceptualises time as a limited, valuable entity that can be saved, spent, or wasted. This framing reflects Western industrial values which turn time from a divine gift into a commercial asset (Konnova & Babenko, 2019). To exemplify this, Turkish expressions like *vakit nakittir* ("Time is cash/money") and *zamanını boşa harcama* ("Don't waste your time") can be mentioned, which frame time as a spendable resource, promoting thriftiness.

A culturally specific novel conceptual metaphor was identified in the song: TIME IS A FINITE DRINKABLE LIQUID. It is instantiated in the lyric *"Zamanı içmişiz, haberimiz yok"* ("*We've drunk away the [allotted] time*, and we didn't even realise"). The accusative case marker "ı" at the end of the word (*zaman-ı*) marks definiteness; it implies not generic time as in "drink time" but a specific, allotted quantity as in "drink the time"—semantically close to one's *ömür* (lifespan) mentioned elsewhere in the lyrics. The speaker's delayed realisation of having

"drunk away" the allotted time marks an existential awakening that coincides with the waning of life itself, portraying the passage of time as an internal, irreversible act of self-consumption. Through this mapping of TIME AS A FINITE DRINKABLE LIQUID, time is reinterpreted not as something spent or wasted externally but as something unknowingly absorbed by the victim. That is like a slow-acting agent of oblivion or an act of subtle self-intoxication that numbs awareness of one's own gradual existential decay. This innovation extends the conventional TIME IS A RESOURCE schema from external spending to internal, involuntary passive ingestion, resonating deeply with Arabesk's fatalistic worldview and its portrayal of suffering in love (Aksan & Kantar, 2007, 2008; Adıgüzel, 2020).

3.1.3. THE SELF IS A MATERIAL SUBSTANCE

- *"**Harcanıp gitmişiz**, haberimiz yok."* ("***We've been wasted away***, and we didn't even realise"). Here the self is imagined as a finite, consumable material entity—an exhaustible asset whose intrinsic worth is irreversibly depleted through futile emotional and existential overexertion. The verb *harcanmak* ('to be spent/wasted') draws on the domain of material economy, casting the person as a depletable resource whose ontological capital is squandered in the temporal economy of suffering. The recurring phrase *haberimiz yok* marks this depletion as an oblivious process, giving form to the Arabesk schema of belated awareness and irreversible loss. In this way, the metaphor outlines a cognitive model of self-expenditure as gradual ontological erosion, which maps emotional labour onto material decay.
- *"Gözlerden dökülen gözyaşlarında / **Eriyip gitmişiz**, haberimiz yok."* ("*In the teardrops falling from our eyes* / ***We've melted away***, and we didn't even realise"). The imagery now shifts from spending to dissolution: the self, once a solid substance, now begins to liquefy within its own emotional medium–tears. Through *erimek* ('to melt') physical decay merges with emotional overflow, picturing tears as both metonymic expression of sorrow and corrosive agent of one's own erosion. This yields a closed recursive circle—the self produces the solvent (tears) that progressively effaces their existence, and evokes a terminal phase of gradual existential decline where identity flows away in the very fluid it secretes. The refrain *haberimiz yok* again frames the process as unconscious, reinforcing a coherent cognitive model of emotional intensity (crying) functioning as both catalyst and channel of passive self-annihilation.

  Taken together, the two metaphoric mappings build a systematic material ontology of the self. First, it is expended as currency; then it dissolves like matter. Each stage amplifies Arabesk's fatalistic narrative of reflexive, oblivious erasure, where awareness of erosion arrives too late.

3.1.4. EMOTIONS ARE CROPS

- ***"Gözyaşı ekmişiz*, haberimiz yok." ("*We've sown tears*, and we didn't even realise.")** In this line, **emotional experience is framed through the agricultural schema of cultivation:** feelings are something that one plants, tends, and harvests. From a cognitive perspective, continuous emotional labour corresponds to the cyclical processes of sowing and reaping sorrow. The verb *ekmek* ('to sow') is directly taken from the source **domain of agriculture,** which translates emotional effort into the language of physical labour and time-bound investment. Yet the metaphor introduces a tragic inversion: the "seed" sowed is not hope or vitality, but *gözyaşı* ('tears'), which signifies a metonymic seed of sorrow and emotional suffering. Through this mapping, the **productive cultivation** fuses with the **emotional domain of futility and loss**, and the two domains produce a counterintuitive blend in which the very act of nurturing becomes the growth (source) of further pain.
- Once again, the refrain *haberimiz yok* encodes a tone of **belated awareness**, reinforcing the Arabesk schema of fated suffering (*çile*). The mapping thus builds a **recursive model of emotional causality:** what is sown in feeling is reaped as grief. Within the broader conceptual system of the song, the metaphor expands the **material ontology of the self** into an agriculture frame–an **emotional economy**, in which affective labour inevitably reproduces its own pain.

3.2. Conceptual Blends in the Song

3.2.1. Mirror Confrontation Blend

Corresponding Lyrics: "***Ömürle yüz yüze geldik aynada*** */ Harcanıp gitmişiz, haberimiz yok.*" ("***We came face-to-face with our lifespan in the mirror*** /[Turns out] *We've been wasted away, and we didn't even realise.*")

In this scene, the singer encounters more than his reflection; he faces the embodied image of his own lifespan (*ömür*)—a temporal essence that has visibly worn down. The mirror acts as the site where the self confronts accumulated erosion of life, observing in his reflection both aging and existential exhaustion. The Turkish concept *ömür* carries more than the simple notion of "life" as duration; it evokes the entirety of lived vitality, time, and personal essence, now nearly depleted. The lyric line thus stages an existential confrontation between the present self and its temporal residue. The subsequent declaration for what he sees in the reflection like *"We've been wasted, and we didn't even realise"* reveals a belated awakening to self-destruction. The pronoun *we* in the lyric operates as an emphatic plural of "I", which rhetorically extends the self to encompass others sharing the same Arabesk fate of emotional exhaustion and sorrow. Through this blend, the song fuses self-perception with existential reckoning, and produces emergent meanings of tragic irony, belated awareness, and

self-directed fatalism. This moment, in which the speaker confronts his own worn appearance in the mirror, directly connects to the depletion of "the allotted time" in the TIME metaphor, compressing a lifetime of unaware consumption into a sudden awareness of loss.

In cognitive semantic terms, this scene builds a dynamic conceptual integration network which is consistent with the four-space model of Conceptual Blending Theory, in which elements from distinct mental spaces combine to generate novel, emergent meanings. The contents of the four mental spaces, most importantly, the blended space with its emergent structure, are provided below.

- **Input Space 1 (Self-Reflection Frame):** Grounded in embodied experience and everyday perception, this mental space conjures the ordinary and familiar act of gazing into a mirror—a scene that is simultaneously seeing and being seen. The mirror has the key role of mediating between self and image, and turning a routine glance into self-observation. What appears in the reflection is not only a visual replica of the self but a reminder of time's passage and the ruin it inscribes on the body. The space thus activates deeply literary associations of self-recognition, transformation, and the discomfort of confronting one's own temporal residue. In Arabesk poetics, this reflective act becomes more than visual; it is an affective and cognitive encounter with the self as both subject and object of decay.
- **Input Space 2 (Confrontation Frame)**: This space recruits the cultural and literary frame of confrontation—of two entities meeting in direct, often inevitable tension. The Turkish expression *yüz yüze gelmek* ("to come face-to-face") connotes a moment of psychological reckoning which goes beyond physical proximity, one that evokes tension, defeat, or self-accountability. In Arabesk culture, this confrontation reflects fatalistic acceptance (*kader*) and the inevitability of confronting one's destiny.
- **Generic Space**: This space establishes the shared schematic framework which links the two input frames. That is, it abstracts their common relational structure: *a direct, visual, emotionally intense encounter between two entities connected by identity and opposition*. Common elements are the act of facing, visibility, recognition, and confrontation. Vital relations such as Analogy (mirror gaze as duel), Identity (self as both the observer and the observed), and Time (the reflection as the accumulated sum of life) establish the groundwork for cross-space mappings and enable emergent novel meanings.
- **Blended Space and Emergent Structure:** In the blended space, elements selectively projected from both input spaces merge and create a coherent, novel scenario. The mirror from Input 1 becomes a psychological arena of confrontation projected from Input 2, while the speaker's reflection is personified as *ömür:* the lived lifespan which is now a hostile representation of decay, regret, and loss. Vital relations such as Cause–Effect (past expenditure of lifetime yielding present depletion) and Time (an entire lifespan compressed into a

single moment of recognition) are fused into Uniqueness, creating a hybrid entity: the self engaged in duel with its own temporal double.

- **The emergent structure** is a viewpoint blend (Turner, 2015) where abstract past and embodied present converge in a flash of existential clarity, dramatizing belated self-realization as tragic self-confrontation. This emergent meaning is unavailable in either input space alone. It arises through *composition* (merging gaze and duel), *completion* (recruiting Arabesk cultural scripts of fatalism), and *elaboration* (simulating the emotional irony of realizing one's life has been unconsciously spent). The blend compresses a lifetime of regret into a single, *human-scale* (Fauconnier & Turner, 2002, p.312) image of self-duel

The emergent meaning produced by the blend exemplifies the creative force of conceptual integration. Through the compression of perception, time and self-awareness, an ordinary act of reflection is re-configured as an existential confrontation. The mirror ceases to function merely as a representational surface and becomes both evidence and agent of the self's depletion. From a cognitive-semantic perspective, the blend's coherence is derived from the intertwined operations of ***composition***, ***completion***, and ***elaboration*****. Together**, these mechanisms reframe mundane embodied experience as a striking scene of fatalistic insight. Within this compressed moment, recognition and ruin become simultaneous: the self perceives its own erosion precisely in the shocking moment of awareness.

3.2.2. Tear Dissolution Blend

Corresponding Lyrics: "***Gözlerden dökülen gözyaşlarında*** / ***Eriyip gitmişiz***, *haberimiz yok*." ("***In the tears*** *falling from our eyes /* ***We've melted away****, and we didn't even realise.*")

This scene extends the song's motif of self-dissolution and belated awareness, turning the act of crying into a metaphorical process of ontological erosion. What begins as an expression of emotion (tears) becomes the medium of existential decay. Put more clearly, the self is melt away in his own tears, with his material existence mixed and flowing away with them. This blend of tears plus the dissolving self effectively integrates physical dissolution with emotional release, and produces a self-referential paradoxical loop in which sorrow simultaneously expresses and annihilates the self. That is, the self is both the origin and the causalty of his sorrow. The imagery dramatizes Arabesk fatalism, where emotion is both symptom and cause of suffering. Within the framework of Conceptual Blending Theory, the creative imagery prompted by the lyric emerges from the dynamic integration of the two distinct input spaces as a single experiential gestalt that merge via compression, identity mapping, and recursive causality.

- **Input Space 1 (Physical Melting Frame)**: This space is grounded in mundane experience and knowledge of folk physics of matter changing state. A solid substance (ice, wax, salt, etc.) is dissolved in a liquid medium

under external influence like heat or immersion. The process involves a gradual loss of structure and ends in irreversible liquefaction of the solid. We have here transformation through passivity and finality—matter dissolving beyond recovery.

- **Input Space 2 (Emotional Sorrow Frame)**: This space includes the emotional and cultural understanding of crying as the visible sign of deep sorrow. Here, the eyes become a generative source and tears function as a metonymic expression of grief. According to the lyric, the self is subjected to the cyclical nature of emotional release (of tears) and dissolving in them. In the Arabesk frame, *gözyaşı* ('tears') symbolizes not catharsis but inescapable despair (*pişmanlık*, *çile*), aligning crying with existential depletion rather than relief.
- **Generic Space**: This generic space reflects a shared schematic structure: an entity (the self or a dissolvable material) interacts with a medium (liquid or emotion) which causes transformation or loss, just 'melting away' in the lyric. Vital relations such as Part–Whole (tears as emanations of the self) and Cause–Effect (sorrow as the agent of dissolution), and Identity (the self as both producer and victim of emotion) create cross-space mappings between the physical and emotional domains. Both input spaces (1 and 2 above) involve processes of yielding, loss of form, and irreversibility.
- **Blended Space and Emergent Structure**: This blend is a classic example of a double-scope network in CBT, since it integrates the distinct, clashing frames of physical chemistry and emotional psychology so as to create a novel, hybrid (sur)reality. Through selective projection, the self from Input 2 (emotional frame) is fused with the dissolvable substance from Input 1 (physical frame), while the tears, originating from the self, have the paradoxical dual role of an emotional product and a dissolving agent. The image that emerges is self-reflexive and tragic: the self melts within the very liquid it secretes. Vital relations such as Identity (self as both the crier and the melted entity) and Cause–Effect (emotion as self-inflicted erosion) are compressed into a closed causal loop. The resulting blended scene depicts the self melting within its own tears, which is a surreal yet coherent image not present in either input. This emergent structure exemplifies a striking viewpoint blend (Turner, 2015): sorrow and self-destruction converge into a single experience of passive self-annihilation.

The emergent meaning in the blended space becomes possible through *composition* (integrating melting and crying), *completion* (recruiting Arabesk fatalistic narratives of emotional ruin), and *elaboration* (unfolding image as the recursive process of self-consumption). The blend compresses an entire lifetime's sorrow into a single tear shedding scene, yielding a human-scale image of emotional entropy. Ultimately, the blend encapsulates the paradoxical logic of emotional self-consumption: sorrow both expresses and consumes the self

by melting him to vanish together, collapsing emotional excess and material body decay into a single act of fatalistic self-erasure.

The main conceptual metaphors and blends identified in the song, together with their theoretical basis, lyrical realisations, and emergent effects, are summarised in Table 1 below.

Table 1. Cognitive Mechanisms and Processes in "Haberimiz Yok"

Cognitive Mechanism / Process	Theoretical Basis	Lyrical Example (Turkish / English)	Conceptual Structure and Emergent Effect
Cross-Domain Mapping (CMT)	Systematic projection from concrete source to abstract target (Lakoff & Johnson, 1980)	"Zamanı içmişiz" / "We've drunk away the (allotted) time"	**TIME AS A DRINKABLE LIQUID** extends **TIME IS A RESOURCE**; passive ingestion replaces active expenditure, yielding self-intoxication, internal oblivion, and existential decay—transforming external transaction into involuntary self-poisoning. *(See Section 3.1.2)*
Cross-Domain Mapping (CMT)	Systematic projection from concrete source to abstract target (Lakoff & Johnson, 1980)	"Yanlış yol seçmişiz" / "We've chosen the wrong path" "Boş yere koşarken hayat yolunda" / "While running in vain on the road of life"	**LIFE IS A JOURNEY** maps choices onto paths and striving onto motion; futility and irreversible misdirection evoke Arabesk entrapment in urban alienation and fatalistic displacement. *(See Section 3.1.1)*
Cross-Domain Mapping (CMT)	Systematic projection from concrete source to abstract target (Lakoff & Johnson, 1980)	"Harcanıp gitmişiz" / "We've been wasted away"	**THE SELF IS A MATERIAL SUBSTANCE (Currency)** frames identity as depletable asset; ontological capital squandered through futile emotional labour yields irreversible worthlessness and belated awareness (*haberimiz yok*). *(See Section 3.1.3)*
Cross-Domain Mapping (CMT)	Systematic projection from concrete source to abstract target (Lakoff & Johnson, 1980)	"Eriyip gitmişiz" / "We've melted away"	**THE SELF IS A MATERIAL SUBSTANCE (Dissolvable Solid)** maps identity onto solid eroded by its own tears; recursive dissolution loop produces terminal existential entropy and passive self-annihilation. *(See Section 3.1.3)*
Cross-Domain Mapping (CMT)	Systematic projection from concrete source to abstract target (Lakoff & Johnson, 1980)	"Gözyaşı ekmişiz" / "We sowed tears"	**EMOTIONS ARE CROPS** inverts cultivation: sorrow-seeds guarantee compounded pain; futile affective labour reproduces *çile*, reinforcing Arabesk's cycle of inescapable suffering. *(See Section 3.1.4)*
Selective Projection &	Partial transfer and vital-relation	"Ömürle yüz yüze geldik aynada / Harcanıp	**Mirror Confrontation Blend**: Mirror (Input 1) + Confrontation (Input 2) → reflection personified

Compression (CBT)	compression into blend (Fauconnier & Turner, 2002)	gitmişiz" / "We came face-to-face with life in the mirror / We've been wasted away"	as adversarial *ömür* (decay, regret, lost potential). Cause–Effect and Time compress into Uniqueness; emergent **viewpoint blend** (Turner, 2015) dramatizes tragic self-duel and flash of existential clarity. *(See Section 3.2.1)*
Selective Projection & Compression (CBT)	Partial transfer and vital-relation compression into blend (Fauconnier & Turner, 2002)	"Gözlerden dökülen gözyaşlarında / Eriyip gitmişiz" / "In the teardrops… we've melted away"	**Tear Dissolution Blend**: Melting solid (Input 1) + Crying sorrow (Input 2) → self dissolves in self-produced solvent. Identity and Cause–Effect compress into closed causal loop; emergent **emotional suicide paradox** collapses expression and annihilation. *(See Section 3.2.2)*
Completion via Cultural Recruitment (CBT)	Background ICMs fill gaps (Coulson & Oakley, 2003)	All *haberimiz yok* refrains; plural "-mişiz"	Arabesk *kader*/*çile* ICM completes oblivious regret; rhetorical "we" universalises intimate "I", yielding **shared fatalism** without sacrificing personal intimacy.
Elaboration ("Running the Blend") (CBT)	Mental simulation extends scenario (Fauconnier & Turner, 2002)	"Boş yere koşarken hayat yolunda" / "Running pointlessly on the road of life"	**LIFE IS A JOURNEY** elaborated with endless futile motion; simulates **perpetual entrapment**, amplifying emotional irony of oblivious waste.

4. DISCUSSION

An interaction of CMT and CBT is witnessed in "Haberimiz Yok", which demonstrates how entrenched conceptual mappings act as cognitive building foundations for creating novel, emergent meaning—not in a theoretical competition, but through collaborative synergy. The song's metaphors—journey, consumption, and dissolution—provide the basic materials as single-scope blends rooted in embodied experience. The conceptual blends, however, create powerful, emotionally charged scenes through double-scope integration, where clashing frames (e.g., mirror reflection vs. adversarial duel; physical melting vs. emotional crying) yield emergent structures such as tragic self-confrontation and emotional self-consumption. The metaphor TIME IS A FINITE DRINKABLE LIQUID is a prime example of this synergy: while it inherits structure from TIME IS A RESOURCE (a conventional CMT mapping), its emergent meaning of self-intoxication and passive oblivion arises only within the double-scope blend of the song's narrative of regret. The use of the definite 'zamanı' refines this by emphasizing a lamentation for the exhaustion of an allotted lifespan, which is congruent with the concept of "*ömür*" deepening the fatalistic irony of the narrative. In parallel, the mirror confrontation blend elevates the mundane act of self-recognition to the level of a dramatic existential duel, blending the physical object of the mirror with the abstract frame of a final psychological reckoning. As Fauconnier and Turner (2002, pp. 174–175) emphasize, blending does not replace metaphor—it extends it, enabling the kind of creative, culturally

resonant meaning that defines Arabesk fatalism. This synergy is clearly seen in the way the conventional TIME IS A RESOURCE mapping (CMT) offers the source-domain skeleton, whereas the double-scope blend of drinking (CBT) + the allotted time (*zamanı*) compresses vital relations of Intentionality (unaware ingestion of the allotted time) and Change (finite → depleted) into the emergent structure of self-intoxication—a meaning unattainable through metaphor alone.

These cognitive patterns really exhibit a profound resonance with the fatalistic and melancholic ethos of Turkish Arabesk culture, where the themes of fate and regret are central to emotional expression. The song's metaphors point to potent cultural embodiment of the central paradox of fatalism in Arabesk songs: the speaker's realisation of his tragic trajectory arrives only belatedly, when any alteration is no longer possible. This culturally specific manifestation of existential despair becomes tangible through embodied cognition, thereby allowing listeners to feel the weight of a wasted life.

4.1. Cultural Cognition and Arabesk Fatalism

The cognitive patterns we observe in *"Haberimiz Yok"* are not isolated linguistic phenomena but arise from the underlying Arabesk worldview whose effects are well-entrenched in Turkish cultural cognition. Arabesk began to emerge in Turkey in the 1950s in an atmosphere of rapid urbanization and social dislocation. It embodies a distinct emotional epistemology of its own, one reconciling pain, destiny, and endurance through expressive fatalism (Stokes, 2010). Within this cultural model, *kader* (fate) and *çile* (suffering) are not simple themes but serve as conceptual anchors which shape how Turkish people construe life, time, and emotion. From these notions an **Idealized Cognitive Model (ICM) of fatalistic endurance,** was created, where personal agency is diminished and emotional experience is elevated to the status of moral truth.

From a cognitive linguistic perspective, the Arabesk ethos can be seen as a culturally specific elaboration of universal metaphors such as LIFE IS A JOURNEY and TIME IS A RESOURCE**.** Yet, in Arabesk discourse, these metaphors are systematically reconfigured through experiential frames of futility and loss. The lyric "*Zamanı içmişiz*" ("We've drunk way the [allotted] time") exemplifies how the resource schema is inverted into one of self-consumption, as evidenced by the accusative *zaman-ı* (definite, allotted) and the mirror's depiction of *ömür* as a worn adversary—linguistic markers that recruit the Arabesk ICM of predetermined depletion.

The accusative definiteness of 'zamanı' ties this to the finite, predestined *ömür*, amplifying regret as unaware exhaustion of one's fated allotment. Similarly, the recurrent imagery of erosion and dissolution—"*eriyip gitmişiz*" ("we have melted away")—resonates with a cultural conception of identity as transient and porous, constantly dissolved by fate and sorrow. This cultural cognition of fatalism is not purely pessimistic; rather, it serves a **cathartic and communal cognitive function**. By concretising suffering through metaphors of

consumption, decay, and erosion, Arabesk offers listeners a symbolic tool for processing collective experiences of helplessness and urban alienation. Here, conceptual blending serves not merely as a cognitive mechanism of novel meaning creation but also as a **cultural means of emotional regulation**, as it transforms pain into a form of aesthetic and moral understanding. In this sense, *Haberimiz Yok* epitomizes the fusion of universal cognitive operations with culturally specific emotional logic, which also shows metaphor and blending become instruments for negotiating existence within the constraints of fate. While this single-song analysis reveals deep patterns, corpus-based studies of Arabesk could quantify the prevalence of dissolution metaphors across the genre.

5. CONCLUSION

Though limited to a single song, this study demonstrates that a synthesized framework combining CMT and CBT provides a robust model for analysing metaphorical creativity in cultural expressions like song lyrics. In "Haberimiz Yok," universal cognitive schemas—journey, consumption, and erosion—provide the foundational structure for emergent, emotionally powerful blends. Understandably, these blends reshape universal cognitive patterns through the lens of Turkish cultural models, turning them into vivid expressions of regret and fatalism. The lyric *"zamanı içmişiz"* (we've drunk away the time) helps us to interpret 'zaman' (time) as a definite, personal allotment, thereby highlighting how linguistic specificity strengthens these mechanisms and ties time's relentless depletion to culturally embedded fatalism. Ultimately, according to the analysis, cognitive linguistic models, if applied cross-culturally, can reveal not just universal mechanisms of meaning-making but also the specific ways of the embodiment of emotion and fate. Future research might extend this framework to other examples of the Arabesk repertoire or to other lament genres, by employing experimental and quantitative methods to test how such metaphors and conceptual blends shape emotional processing at the cognition-culture interface.

REFERENCES

Adıgüzel, M. F. (2020). Metaphoric conceptualization of love pain or suffering in Turkish songs through natural phenomena and natural disasters. *Metaphor and Symbol, 35*(1), 56–72. https://doi.org/10.1080/10926488.2020.1712784

Aksan, Y., & Kantar, D. (2007). When *LOVE IS A JOURNEY* in English and in Turkish. In P. Cap & J. Nijakowska (Eds.), *Current trends in pragmatics* (pp. 93–109). Cambridge Scholars Press.

Aksan, Y., & Kantar, D. (2008). No wellness feels better than this sickness: Love metaphors from a cross-cultural perspective. *Metaphor and Symbol, 23*(4), 262–291. https://doi.org/10.1080/10926488.2008.02426795

Coulson, S., & Oakley, T. (2000). Blending basics. *Cognitive Linguistics, 11*(3–4), 175–196.

Coulson, S., & Oakley, T. (2003). Metaphor and the space structuring model. In R. Dirven & R. Pörings (Eds.), *Metaphor and metonymy in comparison and contrast* (pp. 177–202). Mouton de Gruyter.

Dancygier, B. (2012). *The language of stories: A cognitive approach*. Cambridge University Press. (Note: Draft says 2016; verified as 2012—update if intentional variant edition.)

Evans, V. (2004). *The structure of time: Language, meaning and temporal cognition*. John Benjamins Publishing

Fauconnier, G. (1997). *Mappings in thought and language*. Cambridge University Press.

Fauconnier, G., & Turner, M. (1998). Conceptual integration networks. *Cognitive Science, 22*(2), 133–187.

Fauconnier, G., & Turner, M. (2002). *The way we think: Conceptual blending and the mind's hidden complexities*. Basic Books.

Gibbs, R. W. (2011). Evaluating conceptual metaphor theory. *Discourse Processes, 48*(8), 529–562.

Grady, J. (2005). Primary metaphors as inputs to conceptual integration. *Journal of Pragmatics, 37*(10), 1595–1614.

Grady, J., Oakley, T., & Coulson, S. (1999). Blending and metaphor. In G. Fauconnier & R. W. Gibbs (Eds.), *Metaphor in cognitive linguistics* (pp. 101–124). John Benjamins.

Hamdi, S. (2023). *Time, metaphor, and language: A cognitive science perspective*. Cambridge University Press. (Note: Draft has "Time, Metaphor, and Language"—minor capitalization fix.)

Konnova, M., & Babenko, N. (2019). Conceptual metaphors of time in English: An axiological perspective. *Lege Artis: Language Yesterday, Today, Tomorrow, 2*, 1–15.

Kövecses, Z. (2005). *Metaphor in culture: Universality and variation*. Cambridge University Press.

Kövecses, Z. (2010). *Metaphor: A Practical Introduction* (2nd ed.). Oxford University Press.

Kövecses, Z. (2020). *Extended conceptual metaphor theory*. Cambridge University Press.

Lakoff, G. (1993). The contemporary theory of metaphor. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and thought* (2nd ed., pp. 202-251). Cambridge University Press.

Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. University of Chicago Press.

Radden, G., & Dirven, R. (2007). *Cognitive English Grammar*. John Benjamins Publishing.

Stokes, M. (2010). *The Republic of Love: Cultural intimacy in Turkish popular music*. University of Chicago Press.

Turner, M. (2015). Blending in language and communication. In E. Dąbrowska & D. Divjak (Eds.), *Handbook of cognitive linguistics* (pp. 211–232). De Gruyter Mouton.

APPENDIX: THE SONG LYRICS IN TURKISH AND ENGLISH

"HABERİMİZ YOK" (Sözler: Halit Çelikoğlu, söyleyen Müslüm Gürses)

Hayalle yaşarken gerçek dünyada
Zamanı içmişiz, haberimiz yok
Ömürle yüz yüze geldik aynada
Harcanıp gitmişiz, haberimiz yok

Kötü bir söz gibi düştük dillere
Yanlış yol seçmişiz, haberimiz yok
Ümitle bağlanıp acı günlere
Gözyaşı ekmişiz, haberimiz yok

Boş yere koşarken hayat yolunda
Ne dertler çekmişiz bilenimiz yok
Gözlerden dökülen gözyaşlarında
Eriyip gitmişiz, haberimiz yok

Hayalle yaşarken gerçek dünyada
Zamanı içmişiz, haberimiz yok
Ömürle yüz yüze geldik aynada
Harcanıp gitmişiz, haberimiz yok

Eriyip bitmişiz, haberimiz yok
Tükenip bitmişiz, haberimiz yok

"AND WE DIDN'T EVEN REALISE"

(Lyrics: Halit Çelikoğlu, performed by Müslüm Gürses)
Living on dreams within the real world,
We've drunk away the [allotted] time, and we didn't even realize.
We came face to face with life in the mirror,
We have been wasted away, and we didn't even realize.

Like a wicked word, we've fallen on tongues,
We have chosen the wrong path, and we didn't even realize.
Clinging to hope through days of sorrow,
We sowed tears, and we didn't even realize.

While running pointlessly on the path of life,
No one knows the sorrows we have borne.
In the teardrops falling from our eyes,
We melted away, and we didn't even realize.

Living on dreams within the real world,
We've drunk away the [allotted] time, and we didn't even realize.
We came face to face with life in the mirror,
We've been wasted away, and we didn't even realize.

We’ve melted completely, and we didn't even realize.
We’ve burned to nothing, and we didn't even realize.

PROFILING NEAR-SYNONYMY: A CORPUS-DRIVEN ANALYSIS OF THE TURKISH ADJECTIVES BÜYÜK, İRİ, AND KOCA

Doç. Dr. M. Fatih ADIGÜZEL[1]
[1]**Mersin Üniversitesi, Dilbilim/ Linguistics, mfatihad@gmail.com, ORCID**: 0000-0002-6962-0078

Abstract

This corpus-driven study outlines the behavioral profiles of the near-synonymous Turkish adjectives of size *büyük*, *iri*, and *koca by analysing* 500 randomly sampled concordance lines per lemma obtained from the Turkish TenTen 2020 corpus (*trTenTen20*) via Sketch Engine. The analysis, employing the frameworks of Extended Lexical Units (Stubbs, 2002; Sinclair, 1998) and Behavioral Profiling (Gries, 2010), identifies collocation, semantic preference, and semantic prosody of each adjective. Findings indicate a systematic gradient of synonymy rather than complete interchangeability. *Büyük* (1,288.63 pmw) emerges as the high-frequency, unmarked prototype of the conceptual schema [LARGE], spanning neutral physical size (≈70%), abstract importance (≈25%), and institutional scale (e.g., *büyük şehir*, *büyük sorun*). Its semantic prosody ranges from neutral to mildly negative depending on context. In contrast, *iri* (16.47 occurrences pmw) displays strong specialization in the domains of corporeal and material magnitude (≈85%), co-occurring with tangible nouns that denote physical robustness or textural properties—e.g., *iri gözler* ("large eyes"), *iri çekilmiş ceviz* ("coarsely ground walnuts")—and consistently projects a semantic prosody of Corporeality and Raw Substance. The adjectival use of *koca* (≈35% of its 50.26 pmw total, with nominal and proper noun tokens excluded) behaves as a subjective, affect-laden intensifier (≈100% of adjectival attestations). Predominantly appearing in colloquial and expressive registers, it conveys the speaker's emotional stance, admiration, or complaint through reduplication (*koca koca adamlar*) and hyperbolic framing (*koca bir boşluk*). From a cognitive-linguistic perspective, the three adjectives instantiate a radial category centered on *büyük* as the prototype. *İri* extends this schema toward [PHYSICAL BULK], while *koca* develops toward [AFFECTIVE or IMPRESSIVE SCALE]. This three-way organisation of a broad concept of *bigness* exemplifies *motivated lexical partitioning* (Goldberg, 1995), where Turkish allocates partially overlapping meanings across distinct but complementary pragmatic and conceptual domains. This ensures that each adjective occupies a specialized functional slot rather than competing directly. The corpus-based lexical profiles contribute to Turkish lexicography, and second language pedagogy by showing how contextual, prosodic, and cognitive factors converge to make right choices in natural language use.

Keywords: Corpus linguistics, Behavioural profiling, Near-synonymy, Turkish adjectives, Lexical semantics, Semantic preference

1.INTRODUCTION

The adjectives expressing "large size" such as *büyük* ("big/large/great"), *iri* ("large/bulky"), and *koca* ("huge"), make up a potential synonym set in the Turkish lexicon. Though sometimes used interchangeably in casual contexts, there are subtle constraints governing which one to select in a given context. Dictionary definitions provide a baseline: *büyük* is a descriptor for general-purpose, *iri* is chosen when to express physical bulk, and *koca* is preferred for expressing impressive size and it has the nominal sense of "husband", but without a corpus-driven analysis, these definitions fail to capture the collocational, pragmatic, and prosodic factors that regulate their usage in authentic contexts. For reference, the Turkish Language Association (TDK) dictionary (www.sözlük.gov.tr) lists the following adjectival senses for the adjectives under focus: *büyük* (1. larger in size than similar objects; 2. exceeding average in abstract concepts; 3. great in quantity; 4. superior in quality; 5. advanced in age; 6. powerful; 7. important); *iri* (1. more voluminous than usual; 2. well-built); *koca* (1. large/wide; 2. huge; 3. elderly; 4. great/magnificent) alongside its primary nominal sense (husband).

In order to map these nuances systematically, a corpus-driven approach is employed for the present study. The central premise, stressed by scholars like Hunston (2002), is that a word's meaning cannot be separated from its contextual behaviour. By analyzing vast amounts of attested language data provided by corpora, we can possibly discover what Gries (2010) terms "behavioral profiles" which involve multifactorial, quantitative fingerprints of lexical items that encompass their syntactic roles, collocational friendships, and semantic associations. Such profiles cannot be easily uncovered merely through our intuitions when it comes to revealing the underlying architecture of choice of one word rather than another conceptually congruent one. This perspective also involves a cognitive-linguistic view, because distributional patterns of lexical items in a corpus are to be regarded as manifestations of well-established cognitive categories and prototypes in the minds of a speech community (Glynn, 2014).

This study, therefore, aims at constructing detailed behavioural profiles for *büyük*, *iri*, and *koca* so as to explore the degree of synonymy relationships among them. What seems to be the common idea among scholars is that there is no such a concept as absolute synonymy, that is, full interchangeability in all contexts: it is widely rejected as a linguistic rarity (Lyons, 1981; Cruse, 1986; Murphy, 2003). Instead, in terms of 'synonymous words' languages exhibit a spectrum of semantic similarity, not sameness, which is categorized into types such as cognitive synonyms and plesionyms (Cruse, 1986). The differentiation among near-synonyms is frequently shaped by factors such as register, with certain terms preferred more often in colloquial usage while others occur in more formal contexts (Mollin, 2019). The polysemy of *koca* in the synonym set adds further complexity in our analysis: because only its adjectival sense is relevant to the synonym set in our study, its other

senses should be disambiguated within corpus attestations to ensure interpretive accuracy, as it is the case when one of the synonym candidates in a set has multiple senses (Adıgüzel, 2019).

The Model of Extended Lexical Units (Stubbs, 2002; Sinclair, 1998) was adopted to identify the lexical profiles of the three adjectives. This model posits that meaning resides not in isolated words but in larger, patterned phrases. The following analytical components form the basis of a behavioural profile of a lemma:

1. Collocation: Other words that a particular word habitually co-occurs with.
2. Colligation: A word's preference for specific grammatical structures.
3. Semantic Preference: Its attraction to words from a shared semantic domain.
4. Semantic Prosody: The consistent attitudinal or functional aura it acquires from its collocates (Louw, 2000), which is usually designated as positive, negative or neutral.

The study applies this comprehensive framework above by following the same methodological steps established in prior studies (Adıgüzel, 2019; Adıgüzel & Babanoğlu. 2025). In this way, the present study seeks to map the distinct functional domains of *büyük*, *iri*, and *koca*, and to offer a corpus-driven, empirically grounded assessment of the degree to which these adjectives can be considered true near-synonyms.

2. METHODOLOGY

This study adopts a corpus-driven, inductive approach (Tognini-Bonelli, 2001) to construct multifactorial behavioural profiles for the target adjectives seeming to be potentially synonymous. Data were obtained from the Turkish TenTen 2020 corpus (trTenTen20), a 6.15 billion-token corpus, which is provided by the Sketch Engine platform (Jakubíček et al., 2014). Random samples of 500 concordance lines were retrieved from the corpus for each lemma (*büyük*, *iri*, *koca*) for representativeness. Both manual and computer-assisted analyses were conducted on the full samples, with each line checked for the core components of the Extended Lexical Unit model: collocation, semantic preference, and semantic prosody, except for colligation as it is unnecessary because all the lemmas are adjectives.

In corpus linguistics, the term *long tail* refers to the Zipfian distribution in which a small set of high-frequency collocates forms the "head" of a word's associative network, while a much larger set of low-frequency collocates constitutes the "tail." Therefore, in addition to the frequent collocates given in the findings section, these low-frequency collocates were also used to uncover additional functional range or domain-specific nuances (Stubbs, 2002; Kilgarriff, 2005). In other words, this notion strengthened our analysis of each adjective's collocational span more comprehensively. It prompted examination not only of the most frequent co-occurrences but also of the wider, less frequent items that contribute to its broader lexical behaviour.

For *koca*, non-adjectival uses (nominal "husband" in chunks such as *karı koca* and the proper surname *Fahrettin Koca*, used in news contexts) were identified and excluded from our analysis (approximately 325 instances), which ensured a specific focus on its adjectival sense relevant to the synonym set. The lemmas' intersubstitutability was evaluated based on the findings about each adjective's lexical profile (See Table 1)

Table1. Raw and normalized frequencies alongside primary sense distributions in the concordances

Adjective	trTenTen20 Raw Freq.	Per Million Words (pmw)	Primary Senses (% of Sampled Concordances)
Büyük	7,919,835	1,288.63	Size (70%), Abstract/Importance (25%), Other (5%)
İri	101,245	16.47	Physical Bulk/Volume (85%), Robustness (15%)
Koca	308,883	50.26	Husband (55%), Huge/Impressive Size (35%), Other (10%)

3. FINDINGS

3.1. The Lexical Profile of *Büyük*

Büyük has a normalised frequency of 1,288.63 times per million words and therefore is the most frequent adjective in the potential synonym set in the study. Its versatile collocate selection clearly shows it is the default, unmarked word for "large" (in contrast to *iri* and *koca*) in Turkish, so it is capable of modifying a wide range of nouns.

3.1.1 Semantic Preference and Collocations: A key feature of *büyük* is that it can describe both abstract (like "büyük fikir"- great idea) and concrete nouns (like "büyük ev"- big house). Its primary function is to signify scale, magnitude, and importance.

From the concordance, it was observed that its most common, high-frequency collocates are:

Groups and Portions: *bölüm* ("part/section") (n=11)

Institutions: *Millet Meclisi* ("Grand National Assembly") (n=11), *şirket* ("company") (n=10), *banka* ("bank") (n=6)

Concrete Nouns: *ekran* ("screen") (n=9)

Abstract Concepts of Evaluation: *önem* ("importance") (n=6), *sorun* ("problem") (n=4), *risk* ("risk") (n=4), *çoğunluk* ("majority") (n=4)

While a small set of high-frequency collocates like those above defines the core of *büyük*'s semantic profile, the majority of the analysed 500 concordance lines feature a much wider array of less frequent collocates. This distribution pattern exemplifies a 'long tail,' phenomenon, which is crucial for understanding the complete functional role of the word (each adjective in my study). The semantic domains of these lower-frequency collocates are not arbitrary; rather, they underscore the word's significant semantic adaptability:

A Wide Spectrum of Concrete Nouns: The long tail of *büyük*–the entire part of the concordance excluding the most frequent collocates–displays a diverse distribution of concrete nouns from various semantic domains. This confirms *büyük*'s status as the all-purpose, unmarked, neutral modifier for physical size.

(1). *...ızgaraların ve **büyük tavaların** kullanımını kolaylaştıran...* (line 67)

[...facilitating the use of grills and **large pans**...]

(2) *...kalabalığın her geçen gün arttığı **büyük şehirlerde**...* (line 387)

[...in **big cities** where the crowd grows every day...]

Lower-Frequency Abstract Nouns: The preference for abstract concepts extends beyond the most frequent terms to include words like *tepki* (reaction), *fayda* (benefit), and *endişe* (concern), reinforcing its function as a magnifier of significance.

(3) *...eğilimler; **büyük faydalar** getirdikleri kadar...* (line 44)

[...trends; as much as they bring **great benefits**...]

(4) *...erken tahliye edilmesi **büyük tepkilere** yol açtı.* (line 175)

[...the early release led to **major reactions**.]

Qualitative and Figurative Nouns: A smaller portion of collocates uses *büyük* to denote greatness or high stature, rather than just size.

(5) *"Dünya **büyük bir şampiyonu** kaybetti."* (line 180)

["The world lost a **great champion**."]

(6) *...Avrupa'nın bu **büyük komşusunda** belki tüm Batılı değerler...* (line 185)

[...in this **great neighbor** of Europe, perhaps all Western values...]

3.1.2 Semantic Prosody: The semantic prosody of *büyük* seems to be neutral to some degree but not strictly neutral. We can better describe its prosody as context-dependent as it ranges from neutral to moderately negative across various contexts. Although frequently behaves as an objective magnifier of scale, its frequent collocation with negative concepts gives it a negative prosody in such contexts.

a) **Negative Prosody:** Unfourable prosody can be attributed to its frequent co-occurrence with nouns which express challenge or adversity, intensifying the severity of the situation.

(7)) *...işgücü açığının **büyük bir sorun** olarak karşılarına çıkacağının bilincinde.* (line 89)

[...aware that the shortage of skilled labour would emerge as a **major problem**.]

b) **Neutral Prosody:** In many other cases, particularly with concrete nouns or neutral concepts, it remains an objective descriptor of size or scale without positive or negative coloration.

(8) ...*Önden yüklemeli yıkayıcının üst kısmında* ***büyük çamaşır grubunu***... (line 19)

[...in the upper part of the front-loading washer, a **large laundry load**...]

In conclusion, the lexical profile of *büyük* is defined by a dual structure. Its core semantic profile, revealed by its high-frequency collocates, is centered on institutions and abstract concepts of major importance and scale. Simultaneously, its functional role as the default adjective for 'large' is demonstrated through the analysis of the long tail, which involves a vast and diverse collection of low-frequency collocates spanning nearly every semantic domain. Therefore, the complete corpus analysis thus confirms that "büyük" possesses a dual profile: "büyük" is both semantically specialized in its high-frequency instantiations and exceptionally versatile across the full spectrum of its application.

3.2.The Lexical Profile of İri

İri has a much lower frequency than *büyük* in the corpus (16.47 occurrences per million words), which results from its rather semantically specialised use. It seems from the concordance analysis that this adjective is used almost exclusively for describing tangible, physical substance. Unlike the broad versatility of *büyük*, *iri* is seldom used to modify abstract concepts, which narrows its functional scope to the concrete world.

3.2.1 Semantic Preference and Collocations: *İri* is semantically primed to concrete nouns. That is, there is a very strong collocational strength between *iri* and concrete nominal collocates. Thus its collocational network gives us the physical attributes of objects such as texture, and composition of objects. Its strongest collocates fall into two main categories:

Human and Animal Form: *İri* is the primary choice for describing a robust or large physique. High-frequency collocates include the lexicalized chunk ***iri yarı*** ("burly, heavyset"), specific body parts like ***gözler*** ("eyes") (n≈18) and ***göğüsler*** ("breasts") (n≈15), and build descriptors like ***yapılı*** ("-built") (n≈10).

Physical Substance and Texture: It is the standard term for describing the components of a whole, particularly in recipes and descriptions of natural materials. Strong collocates include ***taneli*** ("-grained"), the reduplicated form ***iri iri*** (used with verbs like *doğramak* to mean "coarsely chopped"), and nouns like ***parçalar*** ("pieces").

These high-frequency collocates establish *iri*'s core profile. We analysed the remaining concordance lines so as to identify its **"long tail"** distribution. It was found that it is quite different from the long tail of *büyük*, which showed broad versatility. The long tail of *iri* was found to demonstrate **semantic depth**, which clearly reinforces its specialization within its core domains:

Expanded Domain of the Body: In the long tail analysis we see numerous other body parts, such as *kemikler* (bones), *kalçalar* (hips), and *bacaklı* (-legged), confirming its function as the default, most frequent lexical choice for describing the physical parts of a living being.

(9) *...**iri yapılı, iri bacaklı, iri kabalı** bir çocuk dünyaya getirirse...* (line 45)

[...if she gives birth to a **large-built, large-legged, large-buttocked** child...]

Expanded Domain of Food and Ingredients: The long tail also contains examples of *iri's* collocation with diverse specific food items (*fasulye, ceviz, domates*) and preparation terms (*çekilmiş, kıyılmış*), solidifying its role as the conventional term for "coarse" in culinary contexts.

(10) *...1 su bardağı **iri çekilmiş ceviz içi**...(line 140)*

[...1 cup of **coarsely ground walnuts**...]

3.2.2 Semantic Prosody: The prosody of *iri* can be identified more precisely than simply 'neutral.' According to Sinclair's (1998; 2004) approach which involves the identification of pragmatic prosody based on a node's collocational environment, *iri* has the prosody of **Corporeality and Raw Substance**. This means that when a speaker chooses *iri*, they are consistently framing the noun in a context of tangible, physical, and often unrefined matter. This prosody is consistently evoked by the semantic domains of its collocates:

a) The Domain of the Body (Evoking Corporeality): In its most common environment, *iri* emphasizes the physical mass, bulk, and visceral presence of a living being, grounding the subject in its bodily existence.

(11) *...**iri** olan **göğüslere** ve aynı zamanda da son derece seksi olan kalçalara sahibim.* (line7)

[...I have **large** breasts and also extremely sexy hips.]

b) The Domain of Food and Materials (Evoking Raw Substance): In culinary and material contexts, *iri* consistently carries a prosody of being unrefined, coarse, and hearty. It describes ingredients that are closer to their natural state—in bigger, more substantial chunks.

(12) *İşkembeyi **iri kuşbaşı** şeklinde doğrayın.* (line 148)

[Chop the tripe into **large, cube-like pieces**.]

In conclusion, the lexical profile of *iri* is defined by a deep specialization in the physical world. The analysis of its entire collocational range, including its long tail, confirms that its function is not to evaluate scale in the abstract, but to provide a vivid, sensory description of physical substance. Therefore, while *büyük* operates on a spectrum of abstract importance and general size, *iri* is the specific tool for describing the concrete realities of **corporeality** and **raw substance**.

3.3.The Lexical Profile of Koca

With a frequency of 50.26 pmw, the profile of *koca* is defined by its pronounced polysemy. According to the analysis of the 500-line concordance sample, *koca* has three distinct uses: the adjective use, the noun meaning "husband", and the proper surname *Koca* (referring to the Minister of Health, Fahrettin Koca). The nominal and proper noun uses constitute a substantial majority of the instances. Therefore, to accurately determine the

lexical profile of adjectival *koca*, these non-adjectival (nominal) instances and proper name Fahrettin Koca were excluded from the collocational analysis (n≈325 of 500 instances).

3.3.1. Semantic Preference and Collocations (as an Adjective): As it is a member of the near synonymous adjective set in our study, we focussed exclusively on its adjectival function, and found that *koca* functions as a subjective and expressive descriptor. Its collocational profile shows that it semantically prefers nouns that lend themselves to exaggeration to express a speaker's emotional stance.

Koca's strongest, high-frequency collocates are typically nouns denoting entities whose magnitude evokes intense emotional reactions: ***adam*** ("man") (n≈14), ***yalan*** ("lie") (n≈10), ***şehir*** ("city") (n≈8), and ***çınar*** ("plane tree") (n≈5).

A key feature of *koca* is its reduplicated form ***koca koca***, which almost always modifies plural nouns (*adamlar, binalar, laflar*) to express complaint or disapproval about them.

The "long tail" of its lower-frequency collocates does not show neutral versatility but instead confirms that *koca*'s primary function is to express a subjective stance. The common thread linking these diverse nouns is their potential to be framed with affective force by the speaker:

The Domain of Time and Space (to Emphasize Totality): *Koca* is frequently used to modify units of time and space to convey a sense of their entirety or overwhelming duration.

(13) *...Bringing Out The Dead'den bu yana (ki izleyeli 15* ***koca*** *yıl geçmiş)...* (line 432)

[...since *Bringing Out The Dead* (it has been 15 **whole** years since I watched it)...]

The Domain of Abstract Concepts (to Magnify Emotional Weight): It is used as a semantic intensifier when it modifies abstract nouns like *boşluk* (emptiness) and *bir hiç* (a nothing). In these collocations, *koca* serves to amplify the emotional impacts of the noun phrases it forms with its nominal collocates.

(14) *...içimde* ***koca bir boşluk*** *bırakarak yeri dolmuyor...* (line 424)

[...leaving a **great big void** inside me that cannot be filled...]

The Domain of Overwhelming Physical Scale (to Express Awe or Complaint): When modifying large physical objects like *binalar* (buildings) or *dalgalar* (waves), it conveys the speaker's subjective reaction to that scale—not a neutral measurement.

(15) *...****koca koca dalgalar*** *sağdan soldan yumruk atıyor yine.* (line 454)

[...**huge waves** are punching from the left and right again.]

3.3.2. Semantic Prosody: The prosody of **adjectival *koca*** arises from its defining feature: it is consistently **subjective and affective**, because it tends to convey the speaker's attitude or emotional stance toward the

noun. It rarely functions as a neutral descriptor of size. This prosody can be either positive (expressing awe) or negative (expressing complaint).

a) **Positive (Awe, Affection, Admiration):** When it co-occurs with nouns like *çınar* (plane tree) or *yürekli* (hearted), *koca* conveys admiration for impressive scale, age, or moral stature.

(16) *...Tarsuslulara yem ettiniz* ***koca çınarı****.* (line 15)

[...You fed the **great plane tree** to the people of Tarsus. (Lit. koca çınar= a grand, revered, influential person; a metaphorical term for a highly respected person in society)

b) **Negative (Pejorative, Complaint, Disapproval):** This unfavourable prosody of the adjective is particularly salient in its reduplicated form *koca koca*. This reduplicated use of *koca* often serves to highlight a mismatch between an individual's expected maturity in his manners and their observed behaviour. The negative prosody is reinforced further when the adjective modifies intrinsically negative concepts like *yalan* (lie).

(17) ***Koca koca adamlara*** *yakıştı mı?* (line 46)

[Was it becoming of **grown-ass men**?]

In conclusion, the analysis of its entire collocational range confirms that adjectival *koca* operates in a different functional space from *büyük* and *iri*. Its diversity of collocates does not stem from a neutral function of describing size, but from its pragmatic function as a marker of speaker attitude. The common denominator for a noun to be modified by *koca* is its capacity to be viewed through an emotional lens—whether it is the totality of 'a whole year' (*koca yıl*), the emotional weight of 'a huge void' (*koca bir boşluk*), or the imposing scale of 'grown-ass men' (*koca koca adamlar*). Therefore, while *büyük* primarily evaluates scale and importance and *iri* describes physical substance, the adjectival use of *koca* is fundamentally a tool of affective stance, used to convey the speaker's subjective emotional reaction to size, totality, or perceived significance. Its use is heavily skewed towards colloquial, narrative, and expressive registers.

4. DEGREE OF SYNONYMY AMONG *BÜYÜK*, *İRİ*, AND *KOCA*

As meaning is "function in context" (Halliday, as cited in Partington, 1998) and corpus attested data provides real life contexts for words, the corpus-driven lexical profiles of *büyük*, *iri*, and *koca* enable a quite valuable and precise evaluation of synonymic relations among the members of the set. The distributional evidence obtained from the concordance data clearly shows that these adjectives are not "full" or "complete" synonyms in Lyons'classification (1981). Accordingly, it could be said that their distinct collocational patterns, semantic preferences, pragmatic prosodies, and register constraints make them non-interchangeable in most contexts.

Then what we can say about the lexical relations among them is that it is best to characterize them as having *sense synonymy* (Murphy, 2003), in which any overlap in their use is confined to a narrowly defined semantic

zone: they all can be used to describe physical magnitude in concrete entities. It is just in such contexts that the three adjectives function as cognitive synonyms (Cruse, 1986). For example, *büyük bir taş*, *iri bir taş*, and *koca bir taş* all convey the propositional meaning "a large stone." Yet their pragmatic profiles diverge systematically:

- *Büyük* expresses a neutral, objective evaluation of scale (e.g., *büyük şehirlerde* "in big cities");
- *İri* introduces a sensory nuance of mass, bulk, or texture (e.g., *iri çekilmiş ceviz* "coarsely ground walnuts");
- Adjectival *koca* encodes subjective affect—admiration, exaggeration, or complaint (e.g., *koca koca adamlara* "grown-ass men").

Beyond this narrow intersection in their use, where they all describe physical magnitude, the adjectives act as plesionyms (Cruse, 1986), a term which is used for semantically close but functionally non-substitutable words. Speaking more specifically, each adjective occupies a distinct lexical environment within the broader conceptual domain of size in Turkish. Only *büyük* extends freely to abstract and institutional contexts (e.g., *büyük bir sorun* "a major problem," *büyük şirket* "a large company"), operating as the unmarked and prototypical scalar adjective of Turkish. *İri* is categorically confined to the tangible world, describing physical form and substance—especially human and animal body parts or coarse materials (*iri gözler*, *iri kuşbaşı*). In contrast, adjectival *koca* specializes in affective or hyperbolic description, frequent in colloquial and narrative registers (*koca bir boşluk* "a huge void," *15 koca yıl* "15 whole years"). Its adjectival use is additionally constrained by the high frequency of its homonymous nominal form (*koca* = "husband"), which represents more than half of its occurrences in my random corpus data.

The following table (Table 1) summarizes the semantic and pragmatic landscape of *büyük, iri*, and *koca*, highlighting their distinct senses and contextual functions based on the lexical profiles in Section 3.

Table 2. Distribution of primary senses and functional domains across the concordances of *büyük*, *iri*, and *koca.*

Adjective	Abstract / Importance	Neutral Physical Size	Physical Bulk / Robustness	Affective / Impressive Scale	Nominal (Husband)	Proper Name / Other Non-Adjectival Use
Büyük	✓ (≈25%)	✓ (≈70%)	✓ (shared with *iri*)	✗	✗	✓ (≈5%)
İri	✗	✓ (shared with *büyük*)	✓ (≈85%)	✗	✗	✓ (≈15%)
Koca (adjectival only)	✗	✓ (shared with *büyük*)	✗	✓ (≈100%)	✗ (excluded)	✗ (excluded)

In summary, *Büyük* → unmarked, schematic adjective of scale and importance; prototype within [LARGE]. *İri* → specialized in corporeal and material bulk; conveys sensory concreteness. *Koca* → subjective and affective; expresses emotional stance or evaluative magnitude.

Each adjective was analysed across 500 concordance lines. In Table 2, percentages indicate approximate proportions of adjectival tokens within each category. Presence (✓) = attested usage; absence (✗) = unattested or excluded. Domains correspond to contextual construals of the conceptual schema [LARGE].

From a cognitive-linguistic perspective (Glynn, 2014), these patterns reflect a radial category structure centered on the conceptual schema [LARGE]. Of the three near synonymous adjectives *büyük* is the prototype as it is semantically schematic and the most frequently occurring adjective (1,288.63 pmw). Distributionally, it is flexibly used across both abstract and concrete domains. In contrast, *iri* and adjectival *koca* are peripheral as they seem to be specialized extensions which capture different experiential construals of largeness:

- *İri* → **[PHYSICAL BULK]**: highlights bodily and tactile dimensions of magnitude;
- *Koca* → **[AFFECTIVE/IMPRESSIVE SCALE]**: conveys emotional positioning, speaker involvement, and evaluative exaggeration.

This partite organization is a good example of the principle No Synonymy, according to which distinct forms must be associated with distinct semantic or pragmatic functions (Goldberg, 1995, p. 3). To avoid complete redundancy, the linguistic system motivates a "partitioning" of semantic and pragmatic labour. The resulting synonymic gradient is strongest between *büyük* and *iri* in neutral physical description, weaker between *büyük* and *koca* due to the latter's affective prosody and colloquial specialization, and weakest overall involving *iri* in non-concrete or abstract domains. Thus, the Turkish adjectives for "large" constitute a structured semantic field where frequency, prosody, and cognitive motivation jointly constrain synonymic potential.

5. CONCLUSION

This corpus-driven study, employing the frameworks of Extended Lexical Units (Stubbs, 2002; Sinclair, 1998) and Behavioral Profiling (Gries, 2010), has delineated the behavioural profiles of the Turkish size adjectives *büyük*, *iri*, and *koca*. To this end, a systematic analysis was carried out by scrutinising 500 randomly selected concordance lines per lemma which were retrieved by from the trTenTen20 corpus. The findings provide an empirically grounded insights into their synonymic relations, and revealed that although these adjectives share the core semantic idea of "large size," they are not freely interchangeable in all contexts. Substitution tests in overlapping contexts demonstrate that pragmatic, prosodic, and register constraints make full synonymy unsustainable, resulting instead in a functionally differentiated system.

The analysis yields three discrete profiles that reflect a radial category structured around the conceptual schema [LARGE]. *Büyük* (1,288.63 pmw) functions as the high-frequency, unmarked prototype, characterized by semantic versatility across both neutral physical size (≈70%) and abstract importance (≈25%). While its prosody is generally neutral, this tends to be context-dependent. *İri* (16.47 pmw) displays strong specialization towards corporeal and material bulk (≈85%) and typically collocating with concrete nouns to evoke a consistent prosody of *corporeality* and *raw substance*. In contrast, the adjectival use of *koca* (≈35% of 50.26 pmw total) serves as a subjective, affective intensifier restricted to colloquial and expressive registers. It is used to convey an emotional stance—admiration, complaint, or totality—through features like reduplication (*koca koca adamlar*) and emotional magnification (*koca bir boşluk*).

The synonymic overlap is thus graded and hierarchical. It is strongest between *büyük* and *iri* in neutral physical contexts, weaker between *büyük* and *koca* due to affective and register-based divergence in the latter, and minimal between *iri* and *koca* because of their distinct semantic and pragmatic scopes. This tripartite organization exemplifies motivated lexical partitioning (Goldberg, 1995), through which Turkish encodes complementary construals of magnitude:

- ***Büyük*** → The schematic and neutral prototype of [LARGE].
- ***İri*** → A specialized extension for [PHYSICAL BULK].
- ***Koca*** → A specialized extension for [AFFECTIVE / IMPRESSIVE SCALE].

These findings have implications across several domains. For **lexicography**, they highlight the need for corpus-informed dictionary entries which warn the user about collocational, prosodic, and register constraints of a word. For **language pedagogy**, the findings emphasize that near-synonyms function as contextually determined choices. For instance, *iri* cannot be used to modify abstract nouns and *koca* is rather unsuitable for formal contexts. For **computational linguistics**, these differentiated profiles provide an empirical basis for supporting the development of better models for word-sense disambiguation, sentiment analysis, and machine translation, particularly those models capable of distinguishing objective description from subjective evaluation. To sum up, this study reaffirms that corpus-driven methodologies are essential for revealing the systematic but nuanced organisation of the lexicon and pragmatic constraints in lexical choice of a speech community.

REFERENCES

Adıgüzel, M. F. (2019). Corpus-driven lexical profiles of the Turkish synonym set sadece, yalnızca and yalnız. *Dilbilim Araştırmaları Dergisi, 2019*(1), 1–41.

Adıgüzel, M. F., & Babanoğlu, M. P. (2025). A cross-lingual study on near-synonyms deep and profound in English and profond in French: Implications for foreign language education. *Turkish Studies - Language, 20*(1), 1-14.

Cruse, D. A. (1986). *Lexical semantics*. Cambridge University Press.

Firth, J. R. (1957). *Papers in linguistics, 1934-1951*. Oxford University Press.

Glynn, D. (2014). The many uses of run: The path model as a multifactorial network. In D. Glynn & J. Sytema (Eds.), *Corpus-driven cognitive semantics* (pp. 147-174). De Gruyter Mouton.

Goldberg, A. E. (1995). Constructions: A construction grammar approach to argument structure. University of Chicago Press.

Gries, S. Th. (2010). Behavioral profiles: A corpus-based perspective on synonymy and antonymy. *ICAME Journal, 34*, 121–150.

Hoey, M. (2005). *Lexical priming: A new theory of words and language*. Routledge.

Hunston, S. (2002). *Corpora in applied linguistics*. Cambridge University Press.

Jakubíček, M., Kilgarriff, A., Kovář, V., Rychlý, P., & Suchomel, V. (2014). The Sketch Engine: Ten years on. In N. Calzolari et al. (Eds.), *Proceedings of the Ninth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'14)* (pp. 2351-2358). European Language Resources Association (ELRA).

Kilgarriff, A. (1997). I don't believe in word senses. *Computers and the Humanities, 31*(2), 91–113.

Louw, B. (2000). Contextual prosodic theory: Bringing semantic prosodies to life. In C. Heffer & H. Sauntson (Eds.), *Words in context: In honour of John Sinclair* (pp. 48–94). University of Birmingham Press.

Lyons, J. (1981). *Language and linguistics: An introduction*. Cambridge University Press.

Mollin, S. (2019). Phraseology, variation, and the public and private spheres. In V. Bonsignori, G. M. Incelli, & F. M. Vivaldi (Eds.), *World Englishes, contact and variation* (pp. 41-60). Pisa University Press.

Murphy, M. L. (2003). *Semantic relations and the lexicon*. Cambridge University Press.

Partington, A. (1998). *Patterns and meanings: Using corpora for English language research and teaching*. John Benjamins.

Sinclair, J. (1998). The lexical item. In E. Weigand (Ed.), *Contrastive lexical semantics* (pp. 1–24). John Benjamins.

Sinclair, J. (2004). *Trust the text: Language, corpus and discourse*. Routledge.

Stubbs, M. (2002). *Words and phrases: Corpus studies of lexical semantics*. Blackwell.

Tognini-Bonelli, E. (2001). *Corpus linguistics at work*. John Benjamins.

AN INTUITIONISTIC FUZZY SOFT VIKOR APPROACH FOR SELECTING POST-DISASTER TEMPORARY EDUCATION AREAS

Adem YOLCU[1]/ Taha Yasin ÖZTÜRK[2]
[1]Department of Mathematics, Kafkas University, Kars, Türkiye, 0000-0002-4317-652X
[2] Department of Mathematics, Kafkas University, Kars, Türkiye, 0000-0003-2402-6507

Abstract

In the aftermath of a disaster, the re-establishment of educational activities in safe and accessible temporary facilities is crucial for maintaining social stability and ensuring the psychological well-being of affected communities. However, selecting suitable sites for such temporary education areas is a complex multi-criteria decision-making (MCDM) problem characterized by conflicting objectives and uncertain information. This paper proposes a novel \textit{Intuitionistic Fuzzy Soft VIKOR} (IFS-VIKOR) approach to support decision-makers in identifying the most appropriate locations for temporary education facilities under uncertain and hesitant conditions. The proposed method integrates the parameterized representation of soft sets with the hesitancy-handling capability of intuitionistic fuzzy sets and the compromise-ranking logic of the VIKOR method. Mathematical formulations are provided to model the intuitionistic fuzzy soft decision environment, including score computation, normalization, and compromise index evaluation. An illustrative example demonstrates how the approach can balance group utility and individual regret while preserving interpretability. The proposed IFS-VIKOR model offers a flexible, realistic, and systematic framework for enhancing decision quality in post-disaster educational planning and similar complex uncertain environments.

Keywords: Intuitionistic fuzzy soft set, VIKOR, decision making, post-disaster education, uncertainty.

1. Introduction

Natural disasters such as earthquakes, floods, and hurricanes often cause severe disruptions in educational systems by damaging infrastructure and displacing populations. Restoring access to education in the post-disaster phase is essential not only for academic continuity but also for the social and psychological recovery of affected communities. Establishing temporary education areas such as modular classrooms, tent schools, or repurposed public spaces requires a well-structured decision-making process that accounts for multiple conflicting criteria, including accessibility, safety, cost, infrastructure readiness, and community suitability. The uncertainty and incompleteness of post-disaster data make this decision process even more challenging.

Traditional decision-making models often assume precise data and fully rational assessments, which are not realistic in crisis conditions. To overcome this limitation, fuzzy and soft computing methods have been widely adopted to manage uncertainty in multi-criteria decision-making (MCDM) problems. The concept of fuzzy sets, introduced by Zadeh [1], provides a mathematical foundation for representing imprecise information. Later, Atanassov [2] extended this concept to *intuitionistic fuzzy sets* (IFS) by introducing degrees of non-membership and hesitation, enabling more expressive modeling of human judgment. In parallel, Molodtsov [3] proposed the *soft set* framework, which introduces a parameterized structure for describing uncertain information without relying on membership functions. The fusion of these two concepts, known as the *intuitionistic fuzzy soft set* (IFSS), was developed by Maji et al. [4] to capture both parameterized uncertainty and human hesitancy within decision problems.

Among the various MCDM methods, the *VIKOR* technique, developed by Opricovic and Tzeng [5], has proven effective for determining compromise solutions in conflicting evaluation environments. It simultaneously considers group utility (representing collective satisfaction) and individual regret (representing dissatisfaction of the worst-performing criterion), making it particularly suitable for balancing competing priorities in post-disaster contexts. While several extensions of VIKOR have been developed under fuzzy or intuitionistic fuzzy environments (e.g., [6, 7]), its integration with the intuitionistic fuzzy soft framework remains largely unexplored in the literature.

To address this gap, this study proposes a new *Intuitionistic Fuzzy Soft VIKOR (IFS-VIKOR)* model for evaluating and ranking candidate sites for temporary education facilities following disasters. The proposed approach has three main contributions:

1. It develops a hybrid MCDM model that integrates soft set parameterization with intuitionistic fuzzy uncertainty representation.

2. It reformulates the VIKOR algorithm under the intuitionistic fuzzy soft environment to produce compromise-based rankings of alternatives.

3. It demonstrates the practical utility of the method through an illustrative example on post-disaster temporary education area selection, highlighting interpretability and applicability for real-world decision-makers.

2. Preliminaries

Definition 2.1 [2] *Let X be a non-empty universe. An intuitionistic fuzzy set A in X is defined as*

$$A = \{\langle x, \mu_A(x), \nu_A(x)\rangle \mid x \in X\},$$

where $\mu_A : X \to [0,1]$ and $\nu_A : X \to [0,1]$ represent the degree of membership and non-membership of the element x to the set A, respectively, satisfying

$$0 \le \mu_A(x) + \nu_A(x) \le 1, \quad \forall x \in X.$$

The hesitation degree (or indeterminacy) is given by $\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \nu_A(x)$.

Definition 2.2 [3] *Let U be a universal set and E be a set of parameters. A soft set F over U is defined as a pair (F, E) where F is a mapping*

$$F : E \to \mathrm{P}(U),$$

and for each parameter $e \in E$, $F(e) \subseteq U$ represents the subset of elements that are approximately described by the parameter e.

Definition 2.3 [4] *Let U be a universal set and E a set of parameters. An intuitionistic fuzzy soft set (IFSS) over U is a pair (F, E) such that*

$$F : E \to \mathrm{IFS}(U),$$

where $\mathrm{IFS}(U)$ denotes the family of all intuitionistic fuzzy subsets of U. For each $e \in E$, $F(e)$ is an intuitionistic fuzzy set in U.

Example 2.1 *Let $U = \{u_1, u_2, u_3\}$ be a set of temporary education areas and $E = \{e_1, e_2\}$ represent parameters "accessibility" and "safety". Then an intuitionistic fuzzy soft set can be defined as*

$$F(e_1) = \{\langle u_1, 0.8, 0.1\rangle, \langle u_2, 0.6, 0.2\rangle, \langle u_3, 0.4, 0.3\rangle\},$$

$$F(e_2) = \{\langle u_1, 0.7, 0.2\rangle, \langle u_2, 0.5, 0.4\rangle, \langle u_3, 0.9, 0.05\rangle\}.$$

This structure captures both fuzziness and the degree of hesitation for each alternative with respect to each criterion.

The VIKOR method, developed by Opricovic and Tzeng [5], is a multi-criteria decision-making (MCDM) approach that determines a compromise solution between conflicting criteria. When integrated with the intuitionistic fuzzy soft framework, it enables decision-making under parameterized uncertainty.

Definition 2.4 [5] Let (F,E) be an IFSS representing m alternatives A_i $(i=1,\ldots,m)$ and n criteria C_j $(j=1,\ldots,n)$. Each element $F(C_j)(A_i)=\langle \mu_{ij},\nu_{ij}\rangle$ represents the membership and non-membership degrees of alternative A_i under criterion C_j. The IFS-VIKOR procedure consists of:

1. Constructing the intuitionistic fuzzy soft decision matrix.
2. Determining the best and worst values for each criterion.
3. Computing the group utility and individual regret measures.
4. Calculating the VIKOR index to rank the alternatives.

3. Main Results

In this section, we introduce the proposed decision-making framework called the *Intuitionistic Fuzzy Soft VIKOR (IFS-VIKOR)* method for selecting temporary education areas after a disaster. The mathematical formulation, algorithmic procedure, and supporting theoretical results are presented. For simplicity, we denote the set of alternatives by $A=\{A_1,A_2,\ldots,A_m\}$ and the set of criteria by $C=\{C_1,C_2,\ldots,C_n\}$.

3.1. Proposed IFS-VIKOR Model

Let (F,C) be an intuitionistic fuzzy soft set over the universe A. For each criterion C_j, the corresponding intuitionistic fuzzy evaluation of the alternative A_i is given as

$$F(C_j)(A_i)=\langle \mu_{ij},\nu_{ij}\rangle,$$

where μ_{ij} and ν_{ij} denote the membership and non-membership degrees, respectively. The hesitation degree is $\pi_{ij}=1-\mu_{ij}-\nu_{ij}$.

Definition 3.1 *For each pair* $\langle \mu_{ij},\nu_{ij}\rangle$, *the score function* s_{ij} *is defined as*

$$s_{ij}=\mu_{ij}-\nu_{ij},\quad s_{ij}\in[-1,1].$$

A higher s_{ij} value indicates better performance of alternative A_i under criterion C_j.

Definition 3.2 *The normalized intuitionistic fuzzy soft decision matrix is defined by*

$$R=[r_{ij}]_{m\times n},\quad r_{ij}=\begin{cases}\dfrac{s_{ij}}{\max\limits_i s_{ij}}, & \text{if} C_j \text{is benefit type},\\ \dfrac{\min\limits_i s_{ij}}{s_{ij}}, & \text{if} C_j \text{is cost type}.\end{cases}$$

This normalization ensures that all criteria are comparable on a common scale.

Definition 3.3 *Let* $w_j\ (j=1,\ldots,n)$ *be the normalized weights of the criteria satisfying* $\sum_{j=1}^{n} w_j=1$. *The utility measure* S_i *and the regret measure* R_i *for each alternative* A_i *are computed as:*

$$S_i=\sum_{j=1}^{n} w_j\frac{r_j^*-r_{ij}}{r_j^*-r_j^-},\quad R_i=\max_j\left[w_j\frac{r_j^*-r_{ij}}{r_j^*-r_j^-}\right],$$

where $r_j^*=\max_i r_{ij}$ and $r_j^-=\min_i r_{ij}$ denote the best and worst values of criterion C_j, respectively.

Definition 3.4 *The VIKOR index* Q_i *for each alternative* A_i *is given by*

$$Q_i=v\frac{S_i-S^*}{S^--S^*}+(1-v)\frac{R_i-R^*}{R^--R^*},$$

where $S^*=\min_i S_i$, $S^-=\max_i S_i$, $R^*=\min_i R_i$, and $R^-=\max_i R_i$. The parameter $v\in[0,1]$ represents the decision strategy weight, where $v=0.5$ is commonly used to balance group utility and individual regret.

Theorem 3.1 *Let* $A_{(1)}$ *denote the alternative with the smallest* Q_i *value. If the following conditions hold:*

1. $A_{(1)}$ has an acceptable advantage, i.e.,

$$Q(A_{(2)})-Q(A_{(1)})\geq\frac{1}{m-1};$$

2. $A_{(1)}$ is stable within decision-making, meaning that it is ranked first by at least one of the measures S_i or R_i, then $A_{(1)}$ is considered the *compromise solution*.

3.2 Algorithmic Steps of IFS-VIKOR

The computational procedure of the proposed model is summarized as follows.

1. Construct the intuitionistic fuzzy soft decision matrix $F(C_j)(A_i)=\langle\mu_{ij},\nu_{ij}\rangle$.
2. Compute the score matrix $S=[s_{ij}]$ using $s_{ij}=\mu_{ij}-\nu_{ij}$.
3. Normalize the decision matrix using the type of each criterion.

4. Determine r_j^* and r_j^- for all j, then compute S_i and R_i.

5. Compute the VIKOR index Q_i for each alternative.

6. Rank the alternatives in ascending order of Q_i. The alternative with the smallest Q_i represents the optimal temporary education site.

3.3 Illustrative Example

To demonstrate the applicability and interpretability of the proposed IFS-VIKOR model, this subsection presents a detailed case study related to the selection of *post-disaster temporary education areas*. Assume that a local education authority must choose among three potential locations:

$$A = \{A_1, A_2, A_3\},$$

which correspond to three candidate school sites within a disaster-affected region. The evaluation is conducted with respect to four criteria:

$$C = \{C_1, C_2, C_3, C_4\},$$

representing respectively:

- Accessibility (benefit type),
- Safety and structural stability (benefit type),
- Infrastructure adequacy (benefit type),
- Implementation cost (cost type).

The decision-making team provides intuitionistic fuzzy soft evaluations for each alternative under each criterion in the form $\langle \mu_{ij}, \nu_{ij} \rangle$. The aggregated evaluations are presented in Table 1.

Table 1: Intuitionistic fuzzy soft decision matrix (F, C)

Alternative	C_1 (Acc.)	C_2 (Safety)	C_3 (Infra.)	C_4 (Cost)
A_1	$\langle 0.8, 0.1 \rangle$	$\langle 0.9, 0.05 \rangle$	$\langle 0.7, 0.2 \rangle$	$\langle 0.5, 0.4 \rangle$
A_2	$\langle 0.6, 0.2 \rangle$	$\langle 0.7, 0.2 \rangle$	$\langle 0.6, 0.3 \rangle$	$\langle 0.6, 0.3 \rangle$
A_3	$\langle 0.7, 0.15 \rangle$	$\langle 0.8, 0.1 \rangle$	$\langle 0.5, 0.3 \rangle$	$\langle 0.4, 0.5 \rangle$

Step 1: Compute score values

Using the score function $s_{ij} = \mu_{ij} - \nu_{ij}$, we obtain the score matrix $S = [s_{ij}]$ shown in Table 2.

Table 2: Score matrix $S = [s_{ij}]$

Alternative	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	0.7	0.85	0.5	0.1
A_2	0.4	0.5	0.3	0.3
A_3	0.55	0.7	0.2	-0.1

Step 2: Normalization

Since the first three criteria are of benefit type and the fourth is a cost criterion, normalization is performed as follows:

$$r_{ij} = \begin{cases} \dfrac{s_{ij}}{\max\limits_i s_{ij}}, & \text{if } C_j \text{ is benefit type,} \\ \dfrac{\min\limits_i s_{ij}}{s_{ij}}, & \text{if } C_j \text{ is cost type.} \end{cases}$$

The normalized matrix is shown in Table 3.

Table 3: Normalized decision matrix $R = [r_{ij}]$

Alternative	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	1.000	1.000	1.000	1.000
A_2	0.571	0.588	0.600	0.333
A_3	0.786	0.824	0.400	0.000

Step 3: Determine best and worst values

The best (r_j^*) and worst (r_j^-) values for each criterion are:

Criterion	C_1	C_2	C_3	C_4
r_j^*	1.000	1.000	1.000	1.000
r_j^-	0.571	0.588	0.400	0.000

Step 4: Compute S_i and R_i

Assuming equal criterion weights $w_j = 0.25$, we calculate the group utility S_i and individual regret R_i using

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \frac{r_j^* - r_{ij}}{r_j^* - r_j^-}, \quad R_i = \max_j \left[w_j \frac{r_j^* - r_{ij}}{r_j^* - r_j^-} \right].$$

The resulting values are summarized in Table 4.

Table 4: Group utility and individual regret values

Alternative	S_i	R_i	Interpretation
A_1	0.000	0.000	Best in all criteria
A_2	0.474	0.107	Moderate compromise
A_3	0.304	0.157	Better in some, weaker in others

Step 5: Compute the VIKOR index

With $v = 0.5$, the IFS-VIKOR index for each alternative is computed by

$$Q_i = 0.5 \frac{S_i - S^*}{S^- - S^*} + 0.5 \frac{R_i - R^*}{R^- - R^*},$$

where $S^* = \min_i S_i = 0$, $S^- = \max_i S_i = 0.474$, $R^* = \min_i R_i = 0$, and $R^- = \max_i R_i = 0.157$. Hence:

$$Q(A_1) = 0.000, \quad Q(A_2) = 1.000, \quad Q(A_3) = 0.641.$$

Step 6: Ranking and compromise solution

Alternatives are ranked in ascending order of Q_i:

$$A_1 \prec A_3 \prec A_2.$$

Since A_1 has the lowest Q_i value and satisfies both the acceptable advantage and stability conditions of the VIKOR method, it is considered the *compromise solution*. Thus, A_1 is selected as the most appropriate temporary education area after the disaster.

Remark 3.1 *The detailed computation illustrates that the proposed IFS-VIKOR method integrates both parameterized uncertainty and decision compromise analysis, leading to an interpretable and practically relevant ranking. Moreover, the approach can accommodate additional decision-makers or evolving post-disaster constraints without altering its theoretical foundation.*

References

[1] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.

[2] Atanassov, K. T. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 8796.

[3] Molodtsov, D. (1999). Soft set theory-First results. *Computers & Mathematics with Applications*, 37(4-5), 19-31.

[4] Maji, P. K., Biswas, R., & Roy, A. R. (2001). Fuzzy soft sets. *Journal of Fuzzy Mathematics*, 9(3), 589-602.

[5] Opricovic, S., & Tzeng, G.-H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455.

[6] Ye, J. (2010). Multicriteria decision-making method using the correlation coefficient under intuitionistic fuzzy environment. *International Journal of General Systems*, 39(9), 919-931.

[7] Wang, J.-Q., & Li, J. (2014). An extended VIKOR method for multiple attribute decision making with intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 13(4), 429-447.

[8] Zhang, X., & Xu, Z. (2019). Extension of the VIKOR method for decision making problem based on hesitant fuzzy sets. *Applied Soft Computing*, 85, 105822.

[9] Xu, Z., & Yager, R. R. (2011). Intuitionistic and interval-valued intuitionistic fuzzy preference relations and their measures of similarity for decision making. *Information Sciences*, 181(19), 3769-3782.

[10] Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2015). A novel hybrid MCDM model for evaluating construction site alternatives using fuzzy AHP and VIKOR. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 49(2), 83-98.

[11] Ali, M., Feng, L., & Smarandache, F. (2018). *Neutrosophic soft set and its applications in decision making*. Cham: Springer.

[12] Deng, X., & Chan, F. T. S. (2020). A fuzzy soft set-based multi-criteria decision-making framework for sustainable urban planning. *Sustainability*, 12(3), 1152.

[13] P.K. Maji, A.R. Roy and R. Biswas, On intuitionistic fuzzy soft sets,The Journal of Fuzzy Mathematics 12(3) (2004), 669-683.

A PYTHAGOREAN FUZZY SOFT COPRAS APPROACH FOR EVALUATING SMART HEALTHCARE TECHNOLOGIES

Adem YOLCU[1]/ Taha Yasin ÖZTÜRK[2]
[1]Department of Mathematics, Kafkas University, Kars, Türkiye, 0000-0002-4317-652X
[2] Department of Mathematics, Kafkas University, Kars, Türkiye, 0000-0003-2402-6507

Abstract

In the modern healthcare environment, technological innovations such as artificial intelligence, telemedicine, and Internet-of-Things (IoT) solutions have become essential for improving medical decision-making and patient care. However, evaluating these technologies involves dealing with complex, uncertain, and multi-dimensional factors such as safety, security, cost, and reliability. This study proposes a novel decision-making framework called the Pythagorean Fuzzy Soft COPRAS (PFSS–COPRAS) model, designed to assess smart healthcare technologies under uncertainty. By integrating the parameterized representation of soft sets, the extended uncertainty handling of Pythagorean fuzzy sets, and the proportional evaluation logic of the COPRAS method, the model provides a robust, transparent, and interpretable evaluation mechanism. The illustrative example demonstrates how the PFSS–COPRAS model effectively ranks competing healthcare technologies, highlighting its ability to combine expert knowledge, fuzzy uncertainty, and proportional reasoning in a mathematically coherent structure. The proposed framework offers a generalizable tool for decision-makers in healthcare policy, hospital management, and digital health innovation.

Keywords: Pythagorean fuzzy soft sets, MCDM, decision making, copras

1. Introduction

Technological innovation has become a cornerstone of modern healthcare systems. Advancements such as artificial intelligence (AI), telemedicine, Internet-of-Things (IoT)-based patient monitoring, and robotic surgery have revolutionized how medical services are delivered. These innovations enhance diagnostic accuracy, reduce operational costs, and improve accessibility for patients in both urban and remote settings. However, the evaluation and selection of these smart healthcare technologies remain complex due to multiple interrelated factors economic, clinical, technological, and ethicalthat often involve uncertainty and expert hesitation.

Traditional multi-criteria decision-making (MCDM) methods such as AHP [8], TOPSIS [9], and VIKOR [10] provide structured mechanisms for ranking alternatives but are often inadequate when faced with high degrees of ambiguity in expert judgments. To address this limitation, fuzzy set theory introduced by Zadeh [1] and its numerous extensionsincluding intuitionistic fuzzy sets [3] and Pythagorean fuzzy sets [4]have been widely applied to decision problems involving uncertainty. Soft set theory proposed by Molodtsov [2] further complements this by introducing parameterization, allowing contextual representation of uncertain information.

Hybrid models that combine fuzzy and soft set frameworks have recently gained attention for handling multi-parameter uncertainty in real-world decision problems [6]. Among decision-making algorithms, the COPRAS (COmplex PRoportional ASsessment) method developed by Keshavarz Ghorabaee et al. [7] is particularly effective for balancing benefit and cost criteria. Its ratio-based proportional logic provides interpretable ranking even in complex decision spaces.

In this study, we develop a hybrid Pythagorean Fuzzy Soft COPRAS (PFSSCOPRAS) model that extends the classical COPRAS method into a fuzzy soft environment. The PFSSCOPRAS approach integrates three levels of uncertainty handling: (i) soft parameterization for multi-expert evaluation, (ii) Pythagorean fuzzy representation for modeling hesitancy, and (iii) proportional comparison for trade-offs between benefits and costs. The model is applied to a healthcare decision-making problem involving the evaluation of emerging smart technologies such as AI-based diagnostic systems, IoT patient monitoring networks, and telemedicine platforms.

The remainder of this paper is organized as follows: Section 2 provides preliminary concepts and mathematical formulations of fuzzy, soft, and Pythagorean fuzzy soft sets. Section 3 presents the main results and details the PFSSCOPRAS algorithm along with an illustrative numerical example. Section 4 concludes the study and outlines future research directions.

2. Preliminaries

Definition 2.1 [1] Let U be a universal set. A fuzzy set F in U is defined as:

$$F = \{\langle x, \mu_F(x)\rangle | x \in U\},$$

where $\mu_F: U \to [0,1]$ denotes the membership degree of an element x in F.

Definition 2.2 [2] Let U be a universal set and E a set of parameters. A soft set over U is defined as:

$$F = \{(e, F(e)) | e \in E, F(e) \subseteq U\},$$

where $F(e)$ represents the subset of objects in U satisfying the parameter e.

Soft sets provide a parametric framework to represent uncertainty arising from context-dependent or expert-based evaluations. This characteristic makes them particularly suitable for healthcare decision-making scenarios, where parameters such as cost, efficiency, and patient safety are evaluated simultaneously.

Definition 2.3 [4] Let U be a universe of discourse. A Pythagorean fuzzy set (PFS) P in U is expressed as:

$$P = \{\langle x, \mu_P(x), \nu_P(x)\rangle | x \in U\},$$

where $\mu_P, \nu_P: U \to [0,1]$ are membership and non-membership functions, satisfying the condition

$$\mu_P^2(x) + \nu_P^2(x) \leq 1, \quad \forall x \in U.$$

The hesitancy degree $\pi_P(x)$, representing indeterminacy, is computed as:

$$\pi_P(x) = \sqrt{1 - \mu_P^2(x) - \nu_P^2(x)}.$$

Remark 2.1 *The Pythagorean fuzzy set generalizes the intuitionistic fuzzy set by allowing a larger uncertainty domain through the squared constraint* $\mu^2 + \nu^2 \leq 1$. *This extension provides more flexibility in modeling expert hesitation, particularly in medical or technological decision contexts where certainty is rarely absolute.*

Definition 2.4 [12] Given a Pythagorean fuzzy value $\tilde{p} = (\mu, \nu)$, its score and accuracy functions are defined as:

$$S(\tilde{p}) = \mu^2 - \nu^2, \quad H(\tilde{p}) = \mu^2 + \nu^2.$$

The score function $S(\tilde{p})$ reflects the preference direction, while the accuracy function $H(\tilde{p})$ measures the certainty level of the judgment.

Definition 2.5 [11] Let U be a universe of discourse and E be a set of parameters. A Pythagorean fuzzy soft set (PFSS) over U is expressed as:

$$F = \{(e, F(e)) | e \in E, \quad F(e) = \{\langle x, \mu_{F(e)}(x), \nu_{F(e)}(x)\rangle | x \in U\}\},$$

where $\mu_{F(e)}(x)$ and $\nu_{F(e)}(x)$ denote the membership and non-membership degrees of x with respect to the parameter e, satisfying $\mu_{F(e)}^2(x) + \nu_{F(e)}^2(x) \leq 1$.

3. Main Results

In this section, the proposed decision-making model based on the Pythagorean Fuzzy Soft COPRAS (PFSSCOPRAS) approach is developed. The model aims to evaluate smart healthcare technologies under uncertainty, where expert opinions are expressed as Pythagorean fuzzy soft values. The method integrates the parameterized representation of soft sets, the uncertainty tolerance of Pythagorean fuzzy sets, and the proportional evaluation mechanism of COPRAS.

Model Framework

Let $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ represent a set of smart healthcare technologies (alternatives) and $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ the evaluation criteria (e.g., patient safety, data security, cost efficiency, implementation complexity, and innovation potential). Let $E = \{e_1, e_2, \dots, e_k\}$ denote the set of experts or contextual parameters.

Under each parameter e_k, experts express their evaluations of each alternative A_i under criterion C_j as Pythagorean fuzzy soft values $\tilde{x}_{ij}^{(k)} = (\mu_{ij}^{(k)}, \nu_{ij}^{(k)})$, where $\mu_{ij}^{2(k)} + \nu_{ij}^{2(k)} \leq 1$. The aggregated decision matrix is formed using the Pythagorean fuzzy soft weighted averaging operator:

$$\tilde{x}_{ij} = \left(\sqrt{\sum_{k=1}^{r} w_k \mu_{ij}^{2(k)}}, \quad \sqrt{\sum_{k=1}^{r} w_k \nu_{ij}^{2(k)}} \right),$$

where w_k denotes the relative importance weight of expert e_k, satisfying $\sum_k w_k = 1$.

Stepwise Procedure of PFSS COPRAS

The PFSS COPRAS model consists of the following systematic steps:

1. **Construct the PFSS decision matrix.** Define $D = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n}$, where each entry $\tilde{x}_{ij}$ is a Pythagorean fuzzy soft value describing the evaluation of alternative A_i under criterion C_j.

2. **Normalize the decision matrix.** For benefit-type criteria,

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{\mu_{ij}}{\max_i \mu_{ij}}, \quad \frac{\nu_{ij}}{\min_i \nu_{ij}} \right),$$

and for cost-type criteria,

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{\min_i \mu_{ij}}{\mu_{ij}}, \quad \frac{\nu_{ij}}{\max_i \nu_{ij}} \right).$$

This ensures that all values are dimensionless and comparable across criteria.

3. **Weight the normalized matrix.** Multiply each normalized value by its criterion weight w_j:

$$\tilde{v}_{ij} = \left(\sqrt{w_j}\, \mu_{ij}, \sqrt{w_j}\, \nu_{ij} \right).$$

The weighted PFSS matrix is denoted as $V = [\tilde{v}_{ij}]$.

4. **Compute the score values.** Convert the weighted PFSS matrix into scalar form using the score function:

$$S(\tilde{v}_{ij}) = (\sqrt{w_j}\,\mu_{ij})^2 - (\sqrt{w_j}\,\nu_{ij})^2.$$

The resulting crisp matrix $S = [S_{ij}]$ provides the proportional influence of each alternative with respect to each criterion.

5. **Separate benefit and cost contributions.** For each alternative A_i, compute:

$$S_i^+ = \sum_{j\in B} S_{ij}, \quad S_i^- = \sum_{j\in C} S_{ij},$$

where B and C denote the sets of benefit and cost criteria, respectively.

6. **Determine relative significance.** The relative significance Q_i of each alternative is calculated using the COPRAS proportional formula:

$$Q_i = \frac{S_i^+}{\max\limits_i S_i^+} + \frac{\min\limits_i S_i^-}{S_i^-}.$$

7. **Rank the alternatives.** Alternatives are ranked in descending order of Q_i. The highest Q_i corresponds to the most preferable healthcare technology.

4. Illustrative Example

To demonstrate the applicability of the proposed Pythagorean Fuzzy Soft COPRAS (PFSSCOPRAS) model, a numerical example is presented in the context of evaluating smart healthcare technologies. The example illustrates every computational step of the method, from expert evaluation to the final ranking of alternatives.

Problem Description

A university hospital intends to select the most suitable *smart healthcare technology* to improve patient outcomes and operational efficiency. Three potential technologies are under consideration:

$$A_1: \text{AI based diagnostic system}, \quad A_2: \text{IoT patient monitoring network},$$
$$A_3: \text{Tele medicine consultation platform}.$$

Four evaluation criteria are defined:

$$C_1: \text{Patient safety(benefit)}, \quad C_2: \text{Data security(benefit)}, \quad C_3: \text{Implementation cost(cost)},$$
$$C_4: \text{Technological maturity(benefit)}.$$

Three medical experts ($E = \{e_1, e_2, e_3\}$) provide assessments in the form of **Pythagorean fuzzy soft values** $\tilde{x}_{ij}^{(k)} = (\mu_{ij}^{(k)}, \nu_{ij}^{(k)})$.

Step 1: Constructing the PFSS Decision Matrix

Each expert evaluates the performance of the alternatives under each criterion. After applying the Pythagorean fuzzy soft weighted averaging operator with equal weights ($w_k = 1/3$), the aggregated PFSS decision matrix is obtained as shown in Table 1.

Table 1: Aggregated PFSS decision matrix for smart healthcare technologies

Alternative	C_1 (Benefit)	C_2 (Benefit)	C_3 (Cost)	C_4 (Benefit)
A_1	(0.85, 0.25)	(0.80, 0.30)	(0.55, 0.60)	(0.78, 0.25)
A_2	(0.82, 0.30)	(0.75, 0.35)	(0.50, 0.65)	(0.80, 0.28)
A_3	(0.75, 0.40)	(0.78, 0.30)	(0.60, 0.55)	(0.70, 0.35)

All membership and non-membership degrees satisfy $\mu^2 + \nu^2 \leq 1$, maintaining Pythagorean consistency.

Step 2: Normalization of PFSS Values

To ensure comparability across criteria, normalization is performed. For benefit-type criteria (C_1, C_2, C_4):

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{\mu_{ij}}{\max_i \mu_{ij}}, \quad \frac{\min_i \nu_{ij}}{\nu_{ij}} \right),$$

and for cost-type criterion (C_3):

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{\min_i \mu_{ij}}{\mu_{ij}}, \quad \frac{\nu_{ij}}{\max_i \nu_{ij}} \right).$$

The normalized PFSS matrix is given in Table 2.

Table 2: Normalized PFSS decision matrix

Alternative	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	(1.000, 1.000)	(1.000, 1.000)	(1.000, 0.923)	(0.975, 1.000)
A_2	(0.964, 0.833)	(0.937, 0.857)	(1.100, 1.000)	(1.000, 0.893)
A_3	(0.882, 0.625)	(0.975, 1.000)	(0.917, 0.846)	(0.875, 0.714)

Normalization ensures that benefit-type values increase with performance, while cost-type values decrease appropriately.

Step 3: Applying Criterion Weights

Assume experts assign the following weights to the criteria based on importance in healthcare decisions:

$$W = (w_1, w_2, w_3, w_4) = (0.30, 0.25, 0.20, 0.25).$$

The weighted PFSS matrix is computed as:

$$\tilde{v}_{ij} = \left(\sqrt{w_j}\mu_{ij}, \sqrt{w_j}\nu_{ij}\right).$$

Table 3 summarizes the resulting weighted PFSS values.

Table 3: Weighted PFSS decision matrix

Alternative	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	(0.548, 0.548)	(0.400, 0.300)	(0.246, 0.222)	(0.488, 0.250)
A_2	(0.528, 0.458)	(0.375, 0.300)	(0.247, 0.230)	(0.500, 0.250)
A_3	(0.483, 0.390)	(0.390, 0.250)	(0.228, 0.215)	(0.438, 0.223)

Step 4: Conversion into Score Matrix

To transform the Pythagorean fuzzy soft values into comparable crisp values, the score function is applied:

$$S(\tilde{v}_{ij}) = \mu_{ij}^2 - \nu_{ij}^2.$$

The results are given in Table 4.

Table 4: Score matrix derived from weighted PFSS evaluations

Alternative	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1	0.000	0.070	0.011	0.163
A_2	0.046	0.031	0.008	0.188
A_3	0.042	0.088	0.006	0.140

All positive values indicate higher utility (closer to ideal membership), while smaller values show weaker performance.

Step 5: Separation of Benefit and Cost Components

For each alternative A_i, we compute:

$$S_i^+ = \sum_{j \in B} S_{ij}, \quad S_i^- = \sum_{j \in C} S_{ij},$$

where $B = \{C_1, C_2, C_4\}$ (benefit criteria) and $C = \{C_3\}$ (cost criterion).

$$\begin{aligned} S_1^+ &= 0.000 + 0.070 + 0.163 = 0.233, \quad S_1^- = 0.011, \\ S_2^+ &= 0.046 + 0.031 + 0.188 = 0.265, \quad S_2^- = 0.008, \\ S_3^+ &= 0.042 + 0.088 + 0.140 = 0.270, \quad S_3^- = 0.006. \end{aligned}$$

Step 6: Calculation of Relative Significance

The relative significance Q_i of each alternative is computed using:

$$Q_i = \frac{S_i^+}{\max_i S_i^+} + \frac{\min_i S_i^-}{S_i^-}.$$

Substituting the calculated values:

$$Q_1 = \frac{0.233}{0.270} + \frac{0.006}{0.011} = 0.863 + 0.545 = 1.408,$$
$$Q_2 = \frac{0.265}{0.270} + \frac{0.006}{0.008} = 0.981 + 0.750 = 1.731,$$
$$Q_3 = \frac{0.270}{0.270} + \frac{0.006}{0.006} = 1.000 + 1.000 = 2.000.$$

Step 7: Final Ranking and Discussion

The alternatives are ranked according to their relative significance values:

$$Q_3 > Q_2 > Q_1 \quad \Rightarrow \quad A_3 \succ A_2 \succ A_1.$$

Therefore, the telemedicine platform (A_3) is identified as the most appropriate smart healthcare technology, followed by the IoT patient monitoring system (A_2), and finally the AI-based diagnostic system (A_1).

References

[1] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338353.

[2] Molodtsov, D. (1999). Soft set theoryFirst results. *Computers & Mathematics with Applications*, 37(45), 1931.

[3] Atanassov, K. T. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 8796.

[4] Yager, R. R., & Abbasov, A. M. (2013). Pythagorean membership grades, complex numbers, and decision making. *International Journal of Intelligent Systems*, 28(5), 436452.

[5] Yager, R. R. (2014). Pythagorean membership grades in multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(4), 958965.

[6] Feng, F., Jun, Y. B., Liu, X., & Li, J. (2019). An adjustable approach to fuzzy soft sets and its applications. *Soft Computing*, 23(8), 25932605.

[7] Keshavarz Ghorabaee, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L., & Turskis, Z. (2015). Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435451.

[8] Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.

[9] Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, Berlin.

[10] Ouyang, Y., et al. (2013). The VIKOR method for multi-criteria decision making based on hesitant fuzzy sets. *Applied Mathematical Modelling*, 37(1011), 70427052.

[11] X. Peng, Y. Yang and J. Song, Pythagoren fuzzy soft set and its application, Computer Engineering 41(7) (2015), 224–229.

[12] Zhang XL, Xu ZS. Extension of TOPSIS to multiple criteria decision making withpythagorean fuzzy sets. Int J Intell Syst 2014;29:1061–1078

PrPtBi YARI-HEUSLER BİLEŞİĞİNİN YAPISAL, ELASTİK VE FONON ÖZELLİKLERİNİN TEORİK İNCELENMESİ

Prof. Dr. Salih AKBUDAK[1]/ Prof. Dr. Abdullah CANDAN[2]
[1]Adıyaman Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, sakbudak@adiyaman.edu.tr, 0000-0002-2483-2835
[2]Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

Özet

Bu çalışmada, kübik F-43m uzay grubunda kristalleşen PrPtBi yarı-Heusler bileşiğinin yapısal, mekanik ve titreşimsel özellikleri, yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) çerçevesinde sistematik olarak incelenmiştir. Tüm hesaplamalarda değişim-korelasyon etkileşimlerini tanımlamak için Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) fonksiyoneli, genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA) ile birlikte kullanılmıştır. Denge yapısal parametrelerini belirlemek için, Y-1, Y-2 ve Y-3 yapısal fazlarının toplam enerji-hacim verileri, Birch-Murnaghan durum denklemine fit edilmiş ve her faz için kafes sabitleri, hacim modülleri ve hacim modülünün basınç türevleri elde edilmiştir. Elde edilen enerji-hacim eğrilerine göre Y-3 fazı, en düşük toplam enerjiyi sergileyerek bileşiğin en kararlı fazı olarak tanımlanmıştır. Hesaplanan kafes sabiti, denge hacmi ve yoğunluk değerlerinin daha önce bildirilen literatür verileriyle iyi bir uyum içinde olduğu ve mevcut hesaplama yaklaşımının güvenilirliğini doğruladığı görülmüştür. Y-3 fazı için elde edilen elastik sabitler, Born mekanik kararlılık kriterlerini karşılamakta ve PrPtBi'nin bu konfigürasyonda mekanik olarak kararlı olduğunu göstermektedir. Hacim modülü (B), kayma modülü (G), Young modülü (E), Pugh oranı (B/G) ve Poisson oranı (ν) dahil olmak üzere türetilen mekanik parametreler, bileşiğin deformasyona karşı direnci hakkında daha fazla bilgi sağlamaktadır. Ayrıca, fonon dispersiyon hesaplamaları Brillouin bölgesi boyunca hayali frekanslar ortaya koymamış ve bu da PrPtBi yarı-Heusler bileşiğinin Y-3 yapısal fazında dinamik olarak kararlı olduğunu doğrulamaktadır.

Anahtar kelimeler: DFT, yapısal özellikler, mekanik kararlılık, dinamik kararlılık.

THEORETICAL INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL, ELASTIC, AND PHONON PROPERTIES OF THE PrPtBi HALF-HEUSLER COMPOUND

Abstract

In this study, the structural, mechanical, and vibrational properties of the PrPtBi half-Heusler compound crystallized in the cubic F-43m space group were systematically investigated within the framework of density functional theory (DFT). In all calculations, the Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) functional was used together with the generalized gradient approximation (GGA) to describe exchange-correlation interactions. To determine the equilibrium structural parameters, the total energy-volume data of the structural phases Y-1, Y-2, and Y-3 were fitted to the Birch-Murnaghan equation of state, and lattice constants, bulk moduli, and pressure derivatives of the bulk modulus were obtained for each phase. According to the obtained energy-volume curves, the Y-3 phase was identified as the most stable phase of the compound, exhibiting the lowest total energy. The calculated lattice constant, equilibrium volume, and density values were found to be in good agreement with previously reported literature data, confirming the reliability of the present computational approach. The elastic constants obtained for the Y-3 phase meet the Born mechanical stability criteria, indicating that PrPtBi is mechanically stable in this configuration. The derived mechanical parameters, including bulk modulus (B), shear modulus (G), Young's modulus (E), Pugh ratio (B/G), and Poisson's ratio (ν), provide further information about the compound's resistance to deformation. Furthermore, phonon dispersion calculations revealed no imaginary frequencies along the Brillouin zone, confirming that the PrPtBi half-Heusler compound is dynamically stable in the Y-3 structural phase.

Keywords: DFT, structural properties, mechanical stability, dynamic stability.

1. GİRİŞ

Topolojik malzemelerin dikkat çekici fiziksel özellikleri, onları özellikle kuantum hesaplama ve spintronik alanlarında geleceğin teknolojileri için güçlü adaylar haline getirir (Hanif, 2026; He vd., 2019; Hasan & Kane, 2010; Armitage vd., 2018). Teorik çalışmalar, İnorganik Kristal Yapı Veritabanı'nda (ICSD) listelenen binlerce bileşiğin önemsiz olmayan elektronik topolojilere ev sahipliği yapabileceğini öne sürse de yalnızca nispeten küçük bir alt küme deneysel olarak doğrulanmıştır (Hellenbrandt, 2004). Bu tutarsızlık muhtemelen (i) önemsiz olmayan topolojik durumların Fermi seviyesinin çok üstünde veya altında yer alabilmesi ve bu nedenle yük taşınımına çok az katkıda bulunabilmesi veya (ii) Fermi seviyesine yakın önemsiz elektronik durumların topolojik özellikleri gölgede bırakabilmesi nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, REPtBi ailesinin (burada RE nadir toprak elementini ifade eder) birkaç yarı-Heusler bileşiği, bu zorlukları aşmaları ve topolojik olarak önemsiz olmayan elektronik yapılarıyla doğrudan bağlantılı olağanüstü taşıma davranışları göstermeleri nedeniyle öne çıkmaktadır (Mun & Bud'ko, 2022). Lantanitler arasında praseodim (Pr), kendine özgü elektronik konfigürasyonu nedeniyle özellikle dikkat çekicidir: seride en az değerlik elektronuna sahiptir, hepsi f kabuğunu işgal ederken değerlik dalgalanmaları d durumlarını da aktive edebilir. Sonuç olarak, Pr bazlı bileşikler, ferromanyetik, antiferromanyetik ve paramanyetik durumlar dahil olmak üzere geniş bir düşük sıcaklık manyetik fazlar spektrumu ve daha karmaşık doğrusal olmayan manyetik düzenlemeler sergiler (Khandy & Gupta, 2016; Tung, 2005; Lemoine vd., 2010; Królak vd., 2022). Ayrıca, Kondo etkisi gibi güçlü elektron korelasyon fenomenleri, çok sayıda praseodim içeren sistemde de gözlemlenmiştir. Topoloji, manyetizma ve elektron korelasyonları arasındaki bu zengin etkileşim, Pr içeren REPtBi fazlarını daha ileri teorik ve deneysel araştırmalar için özellikle ilgi çekici hale getirir.

Literatürde PrPtBi bileşiği üzerine yapılmış çalışma sayısı neredeyse bulunmamaktadır. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, araştırmacılar PrNiBi ve PrPtBi bileşiklerinde Pr atomlarının doğrusal olmayan manyetik düzenlerini ve Hubbard etkilerini inceleyerek ayarlanabilir manyetik ve elektronik özelliklere sahip yeni malzemelerin tasarımına katkı sunmayı amaçlamışlardır (Mikaeilzadeh et al., 2025). Bu sınırlı literatür göz önüne alındığında, PrPtBi bileşiğinin temel özelliklerinin hala kapsamlı biçimde araştırılmaya ihtiyaç duyduğu açıktır. Bu nedenle, bu çalışmada PrPtBi yarı-Heusler bileşiğinin yapısal, mekanik ve titreşimsel özellikleri yoğunluk fonksiyonel teorisi çerçevesinde ayrıntılı olarak incelenmiş olup, bileşiğin farklı fazları arasındaki kararlılık, elastik parametreleri ve dinamik davranışı sistematik olarak ortaya konmuştur. Böylece hem mevcut bilgi eksikliğinin giderilmesi hem de potansiyel uygulamalara yönelik temel verilerin sağlanması hedeflenmiştir.

2. YÖNTEM

Yarı-Heusler bileşiği PrPtBi'nin yapısal kararlılığı, elastik özellikleri ve fonon özellikleri, ilk prensip hesaplamaları kullanılarak quantum-Espresso programı ile araştırıldı (Giannozzi et al., 2009). Hesaplamalar, yoğunluk fonksiyonel teorisi formalizmi içinde bir psödopotansiyel düzlem-dalga çerçevesi kullandı (Blöchl, 1994). Elektronik değişim-korelasyon etkileri, Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) fonksiyoneli ile genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı kullanılarak ele alındı (Perdew et al., 1996), yakınsama testlerinin ardından, 50 Ry'lik bir düzlem-dalga kesme enerjisi seçildi ve Brillouin bölgesinde 12x12x12 Monkhorst-Pack ağı kullanılarak k-nokta örneklemesi yapıldı (Monkhorst & Pack, 1976). Elastik sabitler, zor- zorlanma yöntemi ile elde edildi (Le Page & Saxe, 2002).

3. BULGULAR

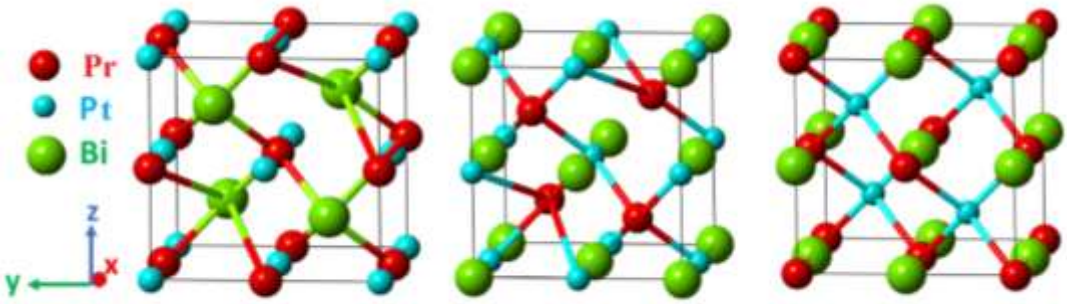
3.1. Yapısal Özellikler

Bir malzemenin yapısal özelliklerinin net bir şekilde anlaşılması, özellikle kafes parametreleri olmak üzere mikroskobik düzenine dair önemli bir öngörü sağlar. Bu tür bilgiler, bağıl durum enerjilerini inceleyerek en kararlı fazın tahmin edilmesini sağlar ve çeşitli fiziksel ve mekanik özelliklerin yorumlanmasında ve tahmin edilmesinde önemli bir rol oynar. Sıfır basınçtaki yapısal parametreler, Birch-Murnaghan durum denklemi kullanılarak enerji minimizasyonu yoluyla belirlenir (Birch, 1947).

Yarı-Heusler bileşikleri, genel kimyasal formül XYZ'yi takip eder ve uzay grubu F-43m (No. 216) olan C_{1b} tipi yapıda kristalleşir. Bu konfigürasyonda, X, Y ve Z elementleri belirli Wyckoff pozisyonlarını işgal eder. Bileşiğin yapısal kararlılığını değerlendirmek için, Tablo 1'de listelendiği gibi üç farklı atomik düzen dikkate alınmıştır. VESTA kullanılarak oluşturulan ilgili kristal yapılar Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Pr, Pt ve Bi atomlarının Y-1, Y-2, ve Y-3 fazlarındaki atomik yerleşimleri

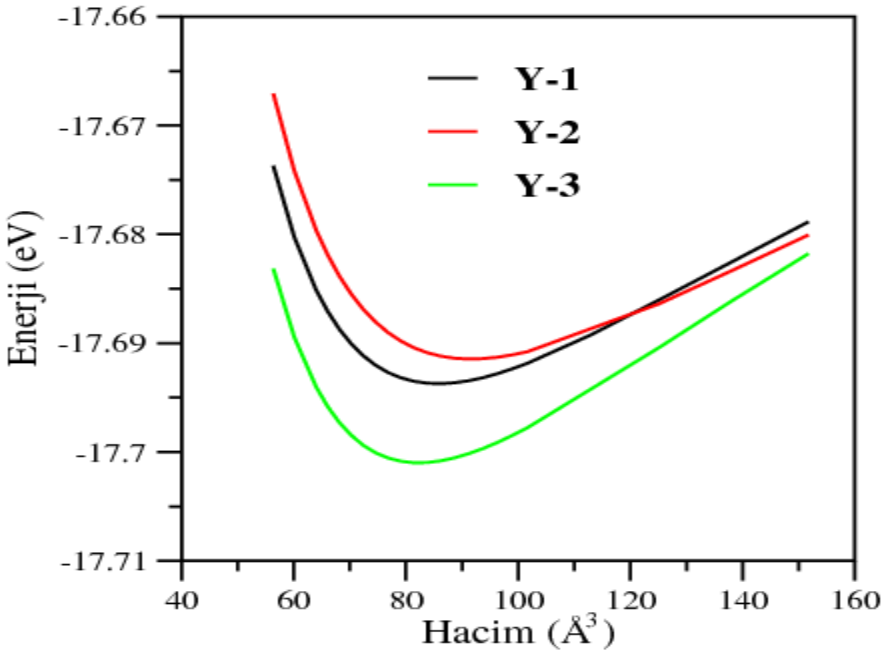
Faz	Pr	Pt	Bi
Y-1	(0.5, 0.5, 0.5)	(0, 0, 0)	(0.25, 0.25, 0.25)
Y-2	(0.25, 0.25, 0.25)	(0.5, 0.5, 0.5)	(0, 0, 0)
Y-3	(0, 0, 0)	(0.25, 0.25, 0.25)	(0.5, 0.5, 0.5)



Şekil 1: PrPtBi bileşiğinin (a) Y-1, (b) Y-2, (c) Y-3 fazları için kristal yapılar

Her üç konfigürasyon için gerçekleştirilen hacim optimizasyonu ve öz tutarlı alan hesaplamaları, Y-3 için en düşük toplam enerjiyi sergilediğini ve bu sayede enerjik açıdan en uygun yapı olduğunu ve dolayısıyla PrPtBi'nin temel durum yapısını oluşturduğunu ortaya koymuştur.

Şekil 2, PrPtBi için olası fazlar için toplam enerjilerin birim hücre hacmine bağlı değişimlerini sunmakta ve temel durum fazına karşılık gelen minimum değeri vurgulamaktadır. Optimize edilmiş yapısal parametreler (örgü sabiti a_0, hacim modülü B_0, basınç türevi B'_0 ve minimum enerji E_0), Y-3 fazının diğer konfigürasyonlardan daha kararlı olduğunu doğrulamaktadır.



Şekil 2. PrPtBi bileşiğinin farklı fazları için enerjilerin hacim ile değişimi

Tablo 2, Y-1, Y-2, ve Y-3 fazlarında hesaplanan yapısal parametreleri özetlemektedir. Y-3 için elde edilen hesaplama sonuçları, OQMD veri tabanında rapor edilen değerlerle yüksek düzeyde uyum göstermektedir. Bu uyum, kullanılan hesaplama yönteminin doğruluğunu ve yapı optimizasyonunun güvenilirliğini desteklemektedir.

Tablo 2. PrPtBi yarı Heusler bileşiğinin farklı fazları için hesaplanan yapısal parametreler

F-43m	Faz	a_0 (Å)	B_0 (GPa)	B'_0	E_0 (Ry)	V (Å^3/f.u.)	ρ (g/cm^3)
PrPtBi	Y-1	7.012	66.8	4.72	-312.383	-	-
	Y-2	7.144	57.3	4.65	-312.342	-	-
	Y-3	6.879	83.2	4.96	-312.510	82.597	10.956
	[OQMD]	6.896	-	-	-	81.993	-

3.2. Elastik Özellikler

Elastik ve mekanik özelliklerin değerlendirilmesi, malzemelerin kuvvet, basınç veya stres gibi dış etkilere maruz kaldığında nasıl davrandığını anlamak için çok önemlidir. Bu parametreler, mekanik kararlılığı, sertliği ve atom düzlemleri arasındaki bağlanma özelliklerini belirledikleri için malzeme biliminde temel öneme sahiptir. Bunlar arasında elastik sabitler, bir malzemenin uygulanan gerilim ve deformasyona verdiği tepkinin analizinin temelini oluşturdukları için özellikle önemlidir. Ayrıca, malzemenin doğal bağlanma yapısı ve yapısal sağlamlığı hakkında değerli bilgiler sağlarlar. Tüm değerlendirmeler, mekanik özelliklerin malzemenin kararlı temel durumunu yansıttığından emin olmak için optimize edilmiş Y-3 fazı için gerçekleştirilmiştir. Kübik kristal yapılar için, üç bağımsız elastik sabit (C_{11}, C_{12} ve C_{44}) sistemin mekanik davranışını tanımlar. Bu sabitler, aşağıdaki şekilde verilen Born-Huang mekanik kararlılık koşullarını sağlamalıdır (Born, 1940):

$$C_{11} > 0, \quad C_{11} - C_{12} > 0, \quad C_{11} + 2C_{12} > 0, \quad C_{44} > 0 \qquad (1)$$

Tablo 3'te sunulduğu gibi, tüm kararlılık koşulları karşılanmıştır ve bu da PrPtBi yarı Heusler bileşiğinin mekanik olarak kararlı olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 3. Y-3 fazındaki PrPtBi yarı Heusler bileşiğinin elastik sabitleri (C_{11}, C_{12} ve C_{44})

Y3 fazı	C_{11} (GPa)	C_{12} (GPa)	C_{44} (GPa)
PrPtBi	136.08	51.72	34.41

Hacim modülü (B), kayma modülü (G), Young modülü (E) ve Poisson oranı (ν), kübik kristal sistemlerine özgü ikinci dereceden elastik sabitlerinden türetildi ve Tablo 4 ile verildi. Hacim modülü, bir malzemenin homojen basınca karşı direncini yansıtır; bu nedenle, daha yüksek B değerleri daha güçlü ve daha az sıkıştırılabilir yapıları ifade eder. Öte yandan kayma modülü, malzemenin dış kuvvetler altında kalıcı şekil deformasyonuna karşı direncini tanımlar. Young modülü (E), malzemenin elastik gerilme altında doğrusal yöndeki sertliğini tanımlayan önemli bir mekanik parametredir. Tablo 4'te verilen E değeri, PrPtBi alaşımının yük altında belirgin bir rijitlik sergilediğini ortaya koymaktadır.

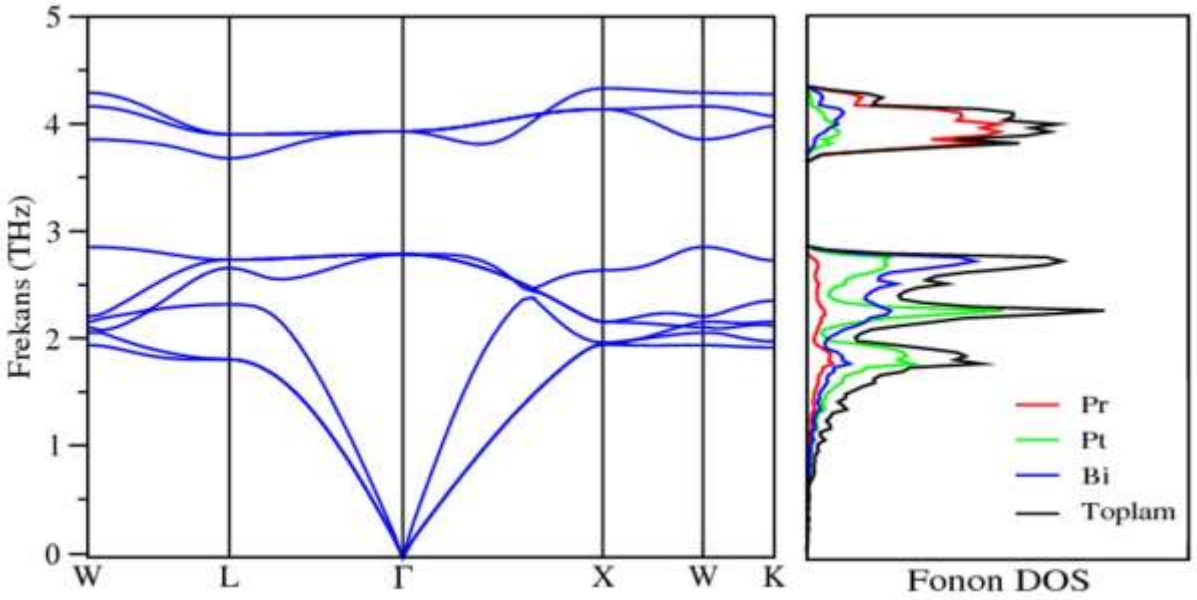
Tablo 4. PrPtBi yarı Heusler bileşiği için hesaplanan Bulk modülü (B), kayma modülü (G), B/G oranı, Young modülü (E), Poisson oranı (ν)

Malzeme	B (GPa)	G_V (GPa)	G_R (GPa)	G (GPa)	B/G	E (GPa)	ν
PrPtBi	79.84	37.52	37.15	37.33	2.14	96.89	0.29

Pugh oranı (B/G) (Pugh, 1954), süneklik ve kırılganlık davranışını ayırt etmenin etkili bir yoludur. 1,75'i aşan bir B/G değeri genellikle süneklikle ilişkilendirilirken, daha düşük değerler kırılganlığı gösterir. Tablo 4'te gösterildiği gibi, PrPtBi için B/G oranı 2,14 olduğundan açıkça sünek doğayı tanımlar. Benzer bir sınıflandırma, sünek ($\nu > 0{,}26$) ve kırılgan ($\nu < 0{,}26$) davranış arasındaki kritik sınır olarak genellikle 0,26'nın benimsendiği Poisson oranı (ν) kullanılarak elde edilir. Hesaplanan 0,29 Poisson oranı, bu bileşiğin sünek doğasını doğrular.

3.3. Fonon Özellikleri

Şekil 3 ile verilen PrPtBi yarı-Heusler bileşiğinin fonon dispersiyon analizi, üçü akustik modlara ve altısı optik modlara karşılık gelen toplam dokuz fonon dalı ortaya koymaktadır. Brillouin bölgesi boyunca herhangi bir negatif fonon frekansının bulunmaması, PrPtBi bileşiğinin dinamik olarak kararlı olduğunu doğrulamaktadır. Dispersiyon eğrisindeki dikkat çekici bir özellik, akustik ve optik modları ayıran belirgin fonon bant aralığıdır. Bu aralığın 0,83 THz olduğu hesaplanmıştır ve bu da genellikle gelişmiş termal kararlılık ve azalmış fonon-fonon saçılmasıyla ilişkili belirgin bir titreşimsel ayrımı göstermektedir. Böyle bir fonon bant aralığı, ısı taşınımını ve kafes termal iletkenliğini etkileyebildiği için termoelektrik ve spintronik uygulamalara yönelik malzemeler için faydalıdır.



Şekil 3. PrPtBi bileşiği için hesaplanan fonon dağılım eğrileri

Ek olarak, Γ noktasındaki optik fonon frekanslarının 2,784 THz ve 3,929 THz olduğu bulunmuştur; bu da yapıdaki daha ağır Pt ve Bi atomlarını içeren nispeten sert bir atomlar arası bağ olduğunu göstermektedir. Kısmi fonon durum yoğunluğu, Pr, Pt ve Bi atomlarının titreşim spektrumuna bireysel katkılarını daha da açıklığa kavuşturmaktadır; Bi düşük frekans bölgesine hakimken, Pt orta frekans aralığında önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Genel olarak, dinamik özellikler PrPtBi'nin güçlü kafes kararlılığı, iyi tanımlanmış bir akustik-optik ayrım ve karakteristik optik fonon modları sergilediğini göstermektedir; bunların tümü, gelişmiş fonksiyonel uygulamalar için potansiyelini güçlendirmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yarı-Heusler PrPtBi'nin yapısal kararlılığı, elastik karakteristikleri ve fonon özellikleri sistematik olarak araştırılmıştır. Bu bileşik, F-43m uzay grubuna (No. 216) karşılık gelen yüzey merkezli kübik MgAgAs tipi yapıda kristalleşir. İncelenen bileşik, her bir Wyckoff pozisyonlarına göre farklı atomik düzenlemelerle tanımlanan üç farklı yapısal konfigürasyonda (Y-1, Y-2, ve Y-3) analiz edilmiştir. Hesaplanan enerji-hacim eğrilerine göre Y-3 fazı diğer fazlara kıyasla daha kararlı olarak tanımlanmıştır. Zor-zorlanma yaklaşımıyla elde edilen elastik sabitler Born-Huang kararlılık kriterlerini karşıladığından, incelenen malzemenin mekanik olarak kararlı olduğu ve sünek davranış sergilediği doğrulanmıştır. Ayrıca, fonon dağılım spektrumlarında herhangi bir anomali veya yumuşak mod görülmemesi, bileşiğin dinamik olarak da kararlı olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

Armitage, N. P., Mele, E. J., & Vishwanath, A. (2018). Weyl and Dirac semimetals in three-dimensional solids. *Reviews of Modern Physics*, 90(1), 015001.

Birch, F. (1947). Finite elastic strain of cubic crystals. *Physical Review*, 71(11), 809–824.

Blöchl, P. E. (1994). Projector augmented-wave method. *Physical Review B*, 50(24), 17953–17979.

Born, M. (1940). On the stability of crystal lattices. I. Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, 36(2), 160–172.

Giannozzi, P., Baroni, S., Bonini, N., Calandra, M., Car, R., Cavazzoni, C., Ceresoli, D., Chiarotti, G. L., Cococcioni, M., Dabo, I., Dal Corso, A., Fabris, S., Fratesi, G., de Gironcoli, S., Gebauer, R., Gerstmann, U., Gougoussis, C., Kokalj, A., Lazzeri, M., Martin-Samos, L., Marzari, N., Mauri, F., Mazzarello, R., Paolini, S., Pasquarello, A., Paulatto, L., Sbraccia, C., Scandolo, S., Sclauzero, G., Seitsonen, A. P., Smogunov, A., Umari, P., & Wentzcovitch, R. M. (2009). QUANTUM ESPRESSO: A modular and open-source software project for quantum simulations of materials. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 21, 395502.

Hanif, H. R. (2026). Topological insulators and quantum computing: Exploring the potential of exotic states of matter for next-generation technologies. Journal of Chemical, *Biological and Medicinal Sciences*, 13(2), 448–468.

Hasan, M. Z., & Kane, C. L. (2010). Colloquium: Topological insulators. *Reviews of Modern Physics*, 82, 3045–3067.

He, M., Sun, H., & He, Q. L. (2019). Topological insulator: Spintronics and quantum computations. *Frontiers of Physics*, 14(4), 43401.

Hellenbrandt, M. (2004). The inorganic crystal structure database (ICSD) and its role in inorganic chemistry. *Crystallography Reviews*, 10, 17–22.

Khandy, S. A., & Gupta, D. C. (2016). Investigation of the transport, structural and mechanical properties of half-metallic $ReMnO_3$ (RE = Ce and Pr) ferromagnets. *RSC Advances*, 6, 97641–97649.

Królak, S., Kowalczyk, A., Rogl, G., Ślebarski, A., & Litwińczuk, A. (2022). Ferromagnetism in Pr-rich binary Pr_7Ru_3 intermetallic compound. *Journal of Alloys and Compounds*, 929, 167279.

Le Page, Y., & Saxe, P. (2002). Symmetry-general least-squares extraction of elastic data for strained materials from ab initio calculations of stress. *Physical Review B*, 65(10), 104104.

Lemoine, P., Vernière, A., Marêché, J. F., & Malaman, B. (2010). Magnetic properties of the ternary RMgSn (R = Pr, Nd, Sm, Gd–Tm). *Journal of Alloys and Compounds*, 508, 9–13.

Mikaeilzadeh, L., Khoeini, F., & Tavana, A. (2025). Non-collinear magnetism and topological electronic structure in the half-Heusler compounds PrNiBi and PrPtBi. *Scientific Reports*, 15(1), 25226.

Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical Review B*, 13(12), 5188–5192.

Mun, E., & Bud'ko, S. L. (2022). RPtBi: Magnetism and topology. *MRS Bulletin*, 47(6), 609–617.

Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical Review Letters*, 77(18), 3865–3868.

Pugh, S. F. (1954). Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 45(367), 823–843.

Tung, L. D. (2005). $PrVO_3$: An inhomogeneous antiferromagnetic material with random fields. *Physical Review B*, 72, 054414.

BİRİNCİ İLKE HESAPLAMALARI İLE $TmIr_2$ LAVES FAZININ YAPISAL, MEKANİK VE FONON ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Salih AKBUDAK[1]/ Prof. Dr. Abdullah CANDAN[2]
[1]Adıyaman Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, sakbudak@adiyaman.edu.tr, 0000-0002-2483-2835
[2]Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Yoğun madde fiziği, acandan@ahievran.edu.tr, 0000-0003-4807-3017

Özet

Laves fazı bileşikleri, yüksek sıcaklık dayanımı, sertlik ve kimyasal kararlılık gibi üstün fiziksel ve mekanik özellikleri nedeniyle modern malzeme bilimi ve mühendisliğinde büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Laves faz bileşiği $TmIr_2$'nin yapısal, elastik ve fonon özellikleri, yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) çerçevesinde Quantum ESPRESSO kodu kullanılarak incelenmiştir. Değişim-korelasyon enerjisini tanımlamak için Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) fonksiyoneli ile genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı (GGA) kullanılmıştır. Birim hücre hacminin bir fonksiyonu olarak toplam enerji, Birch-Murnaghan durum denklemine uydurulmuş ve denge hacmi (V_0), kafes sabiti (a_0), hacim modülü (B_0) gibi temel yapısal parametreler elde edilmiştir. Termodinamik kararlılığı değerlendirmek için, oluşum entalpisi (ΔH_f) hesaplanmış ve atom başına –0,829 eV olduğu bulunmuştur; bu da $TmIr_2$'nin termodinamik olarak kararlı ve deneysel olarak sentezlenebilir olduğunu göstermektedir. Mekanik kararlılık, Born kararlılık kriterlerini karşılayan birinci dereceden elastik sabitlerin hesaplanmasıyla doğrulandı. Ayrıca, malzemenin hacim ve şekil deformasyonuna karşı direncini değerlendirmek için hacim modülü (B_0) ve kayma modülü (G) belirlendi. Dinamik kararlılığı incelemek için yüksek simetrili yönler boyunca fonon dispersiyon ilişkileri de analiz edildi. Fonon spektrumunda hayali frekansların bulunmaması, $TmIr_2$ bileşiğinin dinamik olarak kararlı olduğunu doğruladı.

Anahtar kelimeler: $TmIr_2$, Laves fazı, DFT, elastik özellikler, fonon kararlılığı.

INVESTIGATION OF STRUCTURAL, MECHANICAL AND PHONON PROPERTIES OF THE TmIr2 LAVES PHASE USING FIRST-PRINCIPLE CALCULATIONS

Abstract

Laves phase compounds are of great importance in modern materials science and engineering due to their superior physical and mechanical properties such as high-temperature strength, hardness, and chemical stability. In this study, the structural, elastic, and phonon properties of the Laves phase compound $TmIr_2$ were investigated within the framework of density functional theory (DFT) using the Quantum ESPRESSO code. The generalized gradient approximation (GGA) with the Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) functional was used to describe the exchange-correlation energy. The total energy as a function of the unit cell volume was fitted to the Birch-Murnaghan equation of state, and key structural parameters such as the equilibrium volume (V_0), lattice constant (a_0), and bulk modulus (B_0) were obtained. To evaluate the thermodynamic stability, the enthalpy of formation (ΔH_f) was calculated and found to be –0.829 eV per atom, indicating that $TmIr_2$ is thermodynamically stable and can be experimentally synthesized. Mechanical stability was confirmed by calculating first-order elastic constants that met Born stability criteria. Additionally, the bulk modulus (B_0) and shear modulus (G) were determined to assess the material's resistance to volume and shape deformation. Phonon dispersion relationships along highly symmetric directions were also analyzed to investigate dynamic stability. The absence of imaginary frequencies in the phonon spectrum confirmed that the $TmIr_2$ compound is dynamically stable.

Keywords: $TmIr_2$, Laves phase, DFT, elastic properties, phonon stability.

1. GİRİŞ

AB_2 tipi Laves fazı bileşikler, üstün fiziksel ve mekanik özellikleri nedeniyle son yirmi yılda yoğun ilgi görmektedir. Bu intermetalik bileşiklerde A elementi alkali, toprak alkali, lantanit, aktinit ya da geçiş metallerinden biri olabilirken, B elementi genellikle bir geçiş metalidir. Laves fazları üç farklı kristal yapıda oluşabilir: kübik C15 ($MgCu_2$), hekzagonal C14 ($MgZn_2$) ve di-hekzagonal C36 ($MgNi_2$) (Friauf, 1927). Bu yapılar içinde, C15 fazının FCC tabanlı kristal yapısında bağımsız kayma sistemlerinin bulunması nedeniyle diğer iki faza kıyasla daha iyi şekillenebilirlik göstermesi beklenmektedir (Ormeci vd., 1996).

Genel olarak Laves fazı bileşikler metalik karakterdedir; bunun nedeni yapılarını belirleyen boyut faktörüdür. Ayrıca yüksek ergime sıcaklığı, düşük yoğunluk ve mükemmel oksidasyon direnci gibi özellikler sergilerler ki bu nitelikler onları yüksek sıcaklık yapısal uygulamaları için oldukça uygun kılar (Chaudhary vd., 2002). C15 tipi Laves fazları arasında $REIr_2$ (RE= Sc, Y and La) bileşikleri süperiletken özellikleriyle bilinirken, (Tb, Dy)Fe_2 alaşımları dev magnetostriksyon (manyetik alan nedeniyle şekil veya boyut değiştirme) davranışı göstermektedir (Shrivastava & Sanyal, 2017; Mohan, 1996). Diğer taraftan ZrX_2 (X = V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni) ve (Ho, Mn)Co_2 bileşikleri hidrojen depolama uygulamalarında kullanılmaktadır (Hong & Fu, 2002; Srinivas vd., 2008). Ayrıca RCo_2 (R = Er, Ho, Dy) bileşikleri magnetokalorik özellik sergileyerek manyetik soğutma teknolojilerinde önemli bir rol oynamaktadır (Singh vd., 2007).

C15 tipi Laves faz yapısına sahip çeşitli AB_2 bileşiklerinin yapısal, elektronik, elastik ve mekanik özellikleri, ab initio yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) yöntemleri kullanılarak kapsamlı biçimde araştırılmıştır (Chihi vd., 2013). Ancak literatürdeki bu çalışmalar genellikle YCu_2 ve YZn_2, Al_2X (X = Sc, Y, La, Lu) ve XCr_2 (X = Ti, Zr, Hf) [16] gibi iyi bilinen Laves faz sistemleriyle sınırlı kalmıştır (Saidi vd., 2014; Rajagopalan vd., 2010; Sun vd., 2013). Bu sınırlı araştırma alanı, daha az incelenmiş Laves faz bileşiklerine olan ilgiyi artırmış olup, $TmIr_2$ de bunlardan biridir ve ilk olarak Willis ve çalışma arkadaşları tarafından bildirildiği üzere alışılmadık manyetik özellikleriyle dikkat çekmiştir (Willis vd., 1985). Deutz ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan sonraki araştırmalar, düşük sıcaklıktaki özgül ısı, AC duyarlılığı ve manyetizasyonun kapsamlı ölçümlerini sağlayarak, $TmIr_2$'nin tekli temel durum davranışını doğrulamıştır (Deutz vd., 1989). Bu bağlamda, bu çalışmanın temel amacı, $TmIr_2$ Laves fazının yapısal, mekanik ve fonon özelliklerini birinci ilke hesaplamaları ile sistematik olarak inceleyerek, literatürde sınırlı sayıda bulunan bu bileşik hakkındaki bilgi eksikliğini gidermek ve gelecekteki deneysel ve kuramsal araştırmalara sağlam bir temel oluşturmaktır.

2. YÖNTEM

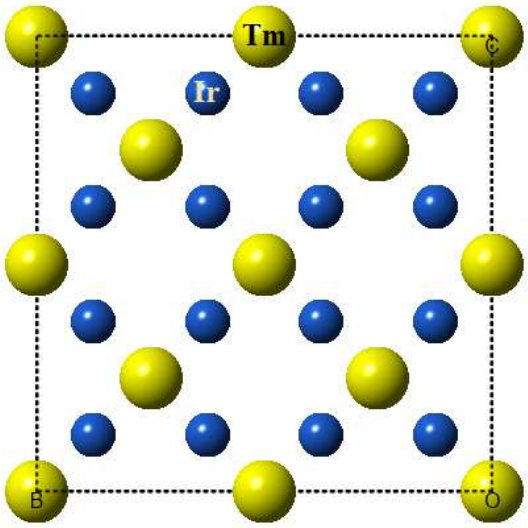
$TmIr_2$ Laves fazının yapısal, mekanik ve fonon özellikleri Quantum-Espresso paketinde uygulanan ilk prensip hesaplamaları kullanılarak araştırıldı (Giannozzi vd., 2009). Hesaplamalar, psödopotansiyel düzlem-dalga

yaklaşımı kullanılarak yoğunluk fonksiyonel teorisi çerçevesinde gerçekleştirildi (Blöchl, 1994). Elektronik değişim-korelasyon etkileri, Perdew-Burke-Ernzerhof (PBE) fonksiyonelini kullanan genelleştirilmiş gradyan yaklaşımı içinde ele alındı (Perdew vd., 1996). Yakınsama testlerini takiben, 50 Ry'lik bir düzlem-dalga kesme enerjisi benimsendi ve Brillouin bölgesi 12 × 12 × 12 Monkhorst-Pack k-nokta ağı kullanılarak örneklendi (Monkhorst & Pack, 1976). Elastik sabitler, gerilim-şekil değiştirme yöntemi kullanılarak belirlendi (Le Page & Saxe, 2002).

3. BULGULAR

3.1. Yapısal Özellikler

$TmIr_2$ Laves faz bileşikleri, AB_2 formül birimine karşılık gelen uzay grubu Fd-3m (No. 227) olan C15 (fcc) kübik yapıda kristalleşir. Bu yapıda, A atomları elmas benzeri bir alt kafes işgal ederken, B atomları tetrahedral düzenlemeler oluşturur. Geleneksel birim hücre toplamda altı atom içerir. Şekil 1, Tm atomlarının 8*a* Wyckoff konumunda (0,125, 0,125, 0,125) ve Ir atomlarının 16d konumunu (0,5, 0,5, 0,5) işgal ettiği $TmIr_2$ bileşiğinin birim hücre konfigürasyonunu göstermektedir.



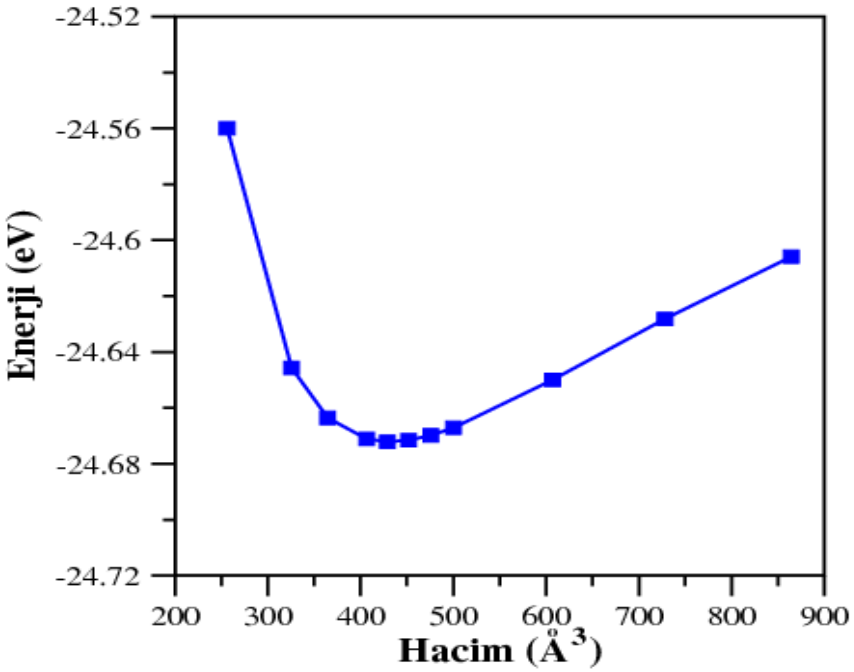
Şekil 1. C15-tipi kübik kristal yapısındaki $TmIr_2$ bileşiğinin 3-boyutlu görünümü

Birim hücre hacminin bir fonksiyonu olarak toplam enerjiyi elde etmek için, C15 yapısında kristalleşen $TmIr_2$ Laves faz bileşiği için sistematik bir yapısal optimizasyon gerçekleştirildi. Şekil 2 ile verilen toplam enerji-hacim grafiği daha sonra temel durum özelliklerini belirlemek için Birch-Murnaghan durum denklemine uyduruldu (Birch, 1947). Bu sayede, denge kafes sabiti (a_0), hacim modülü (B_0) ve birinci basınç türevi (B'_0) gibi temel yapısal parametreler çıkarıldı ve mevcut deneysel ve teorik verilerle birlikte Tablo 1'de özetlendi (Willis vd., 1985).

Bu çalışmada $TmIr_2$ için elde edilen denge kafes sabiti 7,533 Å olup, hem deneysel değerle (7,474 Å) hem de OQMD veritabanı sonucuyla (7,49 Å) mükemmel bir uyum göstermektedir. Deneye göre hafifce büyük tahmin, bilinen GGA'nın marjinal olarak daha büyük kafes parametrelerini tahmin etme eğilimiyle tutarlıdır.

Tablo 1. $TmIr_2$ bileşiği için hesaplanan yapısal parametreler

	Ref.	a_0 (Å)	B_0 (GPa)	B_0'	V (Å^3/f.u.)	ρ (g/cm^3)	ΔH_f (eV/atom)
$TmIr_2$	Bu çalışma	7.533	208.70	4.86	426.831	17.223	-0.829
	[Deneysel]	7.474	-	-	-	-	-
	[OQMD]	7.49	-	-	420.49	17.48	-0.845



Şekil 2. $TmIr_2$ bileşiği için enerji-hacim eğrisi

3.2. Elastik Özellikler

Elastik sabitler, malzemelerin mekanik kararlılığını ve sertliğini değerlendirmede kritik öneme sahiptir. Charpin tarafından önerilen prosedürü kullanarak, ortam basıncında kübik simetri için üç bağımsız elastik sabiti belirledik ve elde edilen değerler Tablo 2'de listelenmiştir (Charpin, 2001). Bu sabitler, Born-Huang mekanik kararlılık kriterlerini, yani $C_{11}–C_{12} > 0$, $C_{44} > 0$ ve $C_{11} + 2C_{12} > 0$'ı karşılamaktadır (Born, 1940). Bildiğimiz kadarıyla, literatürde bu bileşik için teorik veya deneysel elastik veri bildirilmemiştir; bu nedenle, önceki çalışmalarla doğrudan bir karşılaştırma yapılamadı.

Tablo 2. $TmIr_2$ bileşiği için hesaplanan elastik sabitler (GPa cinsinden C_{11}, C_{12} ve C_{44})

Malzeme	C_{11} (GPa)	C_{12} (GPa)	C_{44} (GPa)
$TmIr_2$	303.83	164.54	105.68

Hacim modülü (B_0), kayma modülü (G), Young modülü (E), Pugh oranı (B_0/G), Cauchy basıncı, Poisson oranı (ν), ve Zener anizotropi faktörü (A) gibi ikincil elastik parametreler Voigt-Reuss-Hill (VRH) yaklaşımı kullanılarak hesaplanan elastik sabitlerden (C_{ij}) türetildi ve sonuçlar Tablo 3'te özetlendi.

Tablo 3. $TmIr_2$ bileşiği için hesaplanan hacim modülü (B_0), kayma modülü (G), B_0/G oranı, Cauchy basıncı (C_{12}-C_{44}), Young modülü (E), Poisson oranı (v) ve Zener anizotropi faktörü (A)

Malzeme	B_0	G	B/G	C_{12}-C_{44}	E	ν	*A*
$TmIr_2$	210.97	89.41	2.36	58.86	235.03	0.31	1.52

Hacim modülü, bir malzemenin düzgün basınca karşı direncini ölçerken, kayma modülü enine veya şekil deformasyonuna karşı direncini yansıtır. Elastik sabitlerinden elde edilen hacim modülü (210,97 GPa, Tablo 3), Birch-Murnaghan durum denkleminden (208,70 GPa, Tablo 1) türetilen değerle oldukça uyumludur. Bu yakın uyum, sonuçlarımızın tutarlılığını teyit etmekte ve hesaplanan elastik sabitlerinin büyüklüğünü ve güvenilirliğini doğrulamaktadır.

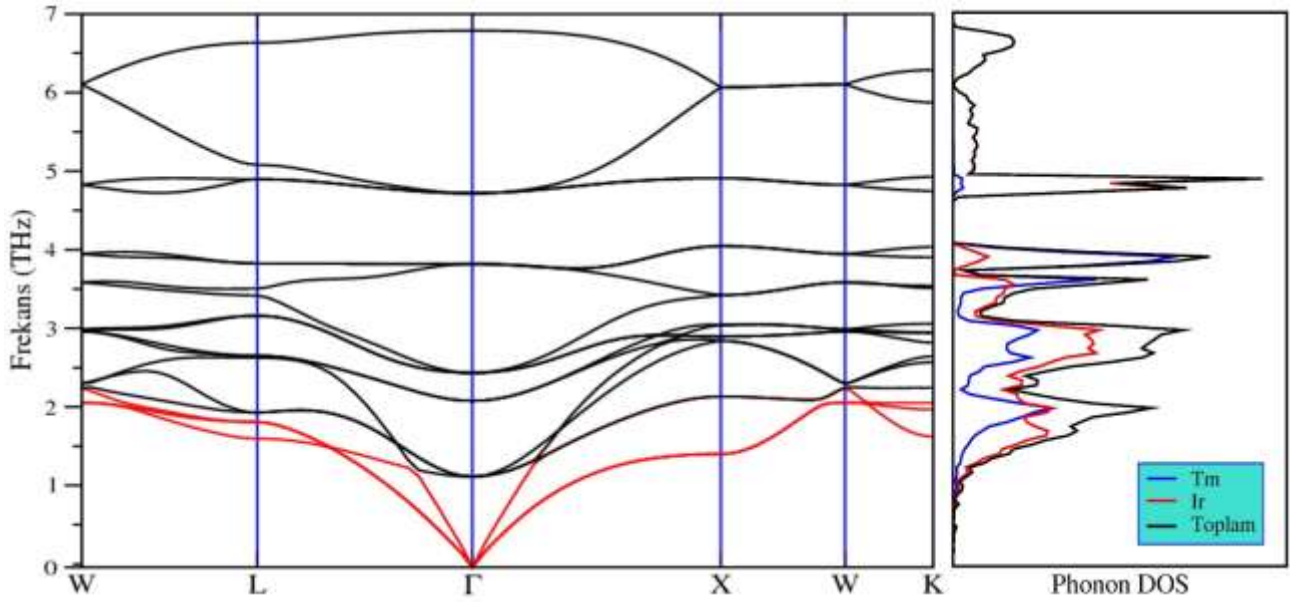
Cauchy basıncı ve Pugh süneklik indeksi (B_0/G) sünek ve gevrek mekanik davranış arasında ayrım yapmak için yaygın olarak kullanılan göstergelerdir (Pugh, 1954). Elastik sabitler C_{12} ve C_{44} arasındaki fark olarak tanımlanan Cauchy basıncı, sünekliğin nitel bir ölçüsünü sağlar: pozitif bir değer sünek davranışı, negatif bir değer ise gevrekliği gösterir (Ganeshan vd., 2009). Yaygın olarak kullanılan bir diğer kriter ise Pugh oranıdır (B_0/G); yüksek B_0/G oranına sahip malzemeler sünek olma eğilimindeyken, düşük bir oran gevrekliğin göstergesidir. Bu iki göstergeyi ayıran kritik eşik B_0/G = 1,75'tir; bu noktanın üzerindeki değerler sünek malzemelere, altındaki değerler ise gevrek malzemelere karşılık gelir. Bu kriterlere göre, hesapladığımız parametreler $TmIr_2$ Laves faz bileşiğinin sünek mekanik özellikler sergilediğini göstermektedir.

Ayrıca, Poisson oranı (ν), bir malzeme içindeki bağlanmanın kovalent veya iyonik doğası hakkında fikir verir. Tipik değerler, baskın olarak kovalent katılar için yaklaşık 0,1, iyonik bileşikler için yaklaşık 0,25 ve metalik sistemler için 0,3'e yakındır (Haines vd., 2001). Mevcut çalışmada, hesaplanan Poisson oranı 0,3'e yakındır ve bu da metalik bağlanma katkılarının bu Laves fazı bileşiklerinde baskın olduğunu göstermektedir.

Bir kristaldeki elastik anizotropinin derecesini ölçen bir diğer önemli mekanik parametre olan elastik anizotropi faktörünü (A) de değerlendirdik. Bu parametre, elastik anizotropinin bir malzemenin mikro çatlak oluşumuna yatkınlığıyla yakından ilişkili olması nedeniyle endüstriyel uygulamalarda özellikle önemlidir. Mükemmel izotropik bir kristal için A = 1'dir; bu değerden sapmalar anizotropik davranışı gösterir. Tablo 3'te gösterildiği gibi, incelenen bileşik elastik anizotropi sergiler.

3.3. Fonon Özellikleri

C15 Laves fazı $TmIr_2$'nin dinamik kararlılığını araştırmak için, yüksek simetrili W–L–Γ–X-W-K yönleri boyunca fonon dispersiyon ilişkilerini ve fonon durum yoğunlukları Şekil 3'te sunulmaktadır.



Şekil 3. Brillouin bölgesinde yüksek simetri çizgileri boyunca $TmIr_2$ bileşiğinin hesaplanan fonon dispersiyon eğrileri ve toplam-parçalı fonon durum yoğunlukları

Katı hal teorisine göre, $TmIr_2$ ilkel hücresi altı atom içerir ve bu da Brillouin bölgesi boyunca toplam on sekiz fonon dalı ile sonuçlanır. Şekil 3'te gösterildiği gibi, dispersiyon eğrileri hiçbir dalga vektöründe hayali frekans göstermemektedir ve bu da C15 Laves fazında bu bileşiğin dinamik olarak kararlı olduğunu göstermektedir. Fonon spektrumunda iki belirgin bölge açıkça ayırt edilebilir: akustik modlar ve optik modlar. Bu bölgeler, Tm ve Ir atomları arasındaki önemli kütle farkından kaynaklanan 0,68 THz'lik belirgin bir fonon bant aralığıyla ayrılmıştır. Ayrıca, Γ simetri noktasında, $TmIr_2$ için hesaplanan fonon frekansları Tablo 4'te listelenmiştir.

Tablo 4. Γ simetri noktasındaki frekanslar

Malzeme	**THz**					
$TmIr_2$	1.112	2.077	2.432	3.820	4.718	6.788

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

$TmIr_2$ Laves fazı bileşiğinin yapısal, mekanik ve fonon özelliklerinin kapsamlı bir analizini gerçekleştirdik. Hesaplanan yapısal parametreler, daha önce bildirilen verilerle mükemmel bir tutarlılık göstermektedir. Elastik modüllerin (B_0, G ve Y), Poisson oranının, Cauchy basıncının ve elastik anizotropiyi de inceledik. Hesaplanan elastik sabitleri mekanik kararlılık koşullarını karşılamaktadır. Hesaplanan Cauchy basıncı ve Pugh süneklik indeksi bu bileşiğin sünek davranış sergilediğini göstermektedir. $TmIr_2$ için hesaplanan fonon dispersiyon ilişkileri, hayali fonon modları göstermemektedir ve bu da bileşiğin C15 kristal yapısında dinamik olarak kararlı olduğunu açıkça göstermektedir.

KAYNAKLAR

Birch, F. (1947). Finite elastic strain of cubic crystals. *Physical Review*, 71(11), 809–824.

Blöchl, P. E. (1994). Projector augmented-wave method. *Physical Review B*, 50(24), 17953–17979.

Born, M. (1940). On the stability of crystal lattices. I. Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, 36(2), 160–172.

Chaudhary, S., Singh, K. J., Roy, S. B., & Chaddah, P. (2002). Fluctuation effects and scaling behaviour in C15 Laves-phase superconductor $CeRu_2$. *Physica C: Superconductivity*, 377(1–2), 130–134.

Charpin, T. J. L. O. G. (2001). A package for calculating elastic tensors of cubic phase using WIEN. Laboratory of Geometrix, Paris.

Chihi, T., Fatmi, M., & Ghebouli, B. (2013). Ab initio calculations for properties of Laves phase V_2M (M = Zr, Hf, Ta) compounds. *American Journal of Modern Physics*, 2, 88–92.

Deutz, A. F., Brom, H. B., Huiskamp, W. J., de Jongh, L. J., & Buschow, K. H. J. (1989). Low-temperature specific heat, AC susceptibility and magnetisation of the singlet ground-state compounds $TmIr_2$ and $TmRh_2$. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 1(43), 8181–8188.

Friauf, J. B. (1927). The crystal structures of two intermetallic compounds. *Journal of the American Chemical Society*, 49(12), 3107–3114.

Ganeshan, S., Shang, S. L., Zhang, H., Wang, Y., Mantina, M., & Liu, Z. K. (2009). Elastic constants of binary Mg compounds from first-principles calculations. *Intermetallics*, 17(5), 313–318.

Giannozzi, P., Baroni, S., Bonini, N., Calandra, M., Car, R., Cavazzoni, C., Ceresoli, D., Chiarotti, G. L., Cococcioni, M., Dabo, I., Dal Corso, A., Fabris, S., Fratesi, G., de Gironcoli, S., Gebauer, R., Gerstmann, U., Gougoussis, C., Kokalj, A., Lazzeri, M., Martin-Samos, L., Marzari, N., Mauri, F., Mazzarello, R., Paolini, S., Pasquarello, A., Paulatto, L., Sbraccia, C., Scandolo, S., Sclauzero, G., Seitsonen, A. P., Smogunov, A., Umari, P., & Wentzcovitch, R. M. (2009). QUANTUM ESPRESSO: A modular and open-source software project for quantum simulations of materials. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 21, 395502.

Haines, J., Leger, J. M., & Bocquillon, G. (2001). Synthesis and design of superhard materials. *Annual Review of Materials Research*, 31(1), 1–23.

Hong, S., & Fu, C. L. (2002). Hydrogen in Laves phase ZrX_2 (X = V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni) compounds: Binding energies and electronic and magnetic structure. *Physical Review B*, 66(9), 094109.

Le Page, Y., & Saxe, P. (2002). Symmetry-general least-squares extraction of elastic data for strained materials from ab initio calculations of stress. Physical Review B, 65(10), 104104.

Mohan, C. V. (1996). Detailed magnetostriction and magnetomechanical studies on aluminium substituted Tb0.27Dy0.73Fe2 alloy. *Journal of Alloys and Compounds*, 238(1–2), 86–89.

Monkhorst, H. J., & Pack, J. D. (1976). Special points for Brillouin-zone integrations. *Physical Review B*, 13(12), 5188–5192.

Ormeci, A., Chu, F., Wills, J. M., Mitchell, T. E., Albers, R. C., Thoma, D. J., & Chen, S. P. (1996). Total-energy study of electronic structure and mechanical behavior of C15 Laves phase compounds: $NbCr_2$ and HfV_2. *Physical Review B*, 54(18), 12753–12761.

Perdew, J. P., Burke, K., & Ernzerhof, M. (1996). Generalized gradient approximation made simple. *Physical Review Letters*, 77(18), 3865–3868.

Pugh, S. F. (1954). Relations between the elastic moduli and the plastic properties of polycrystalline pure metals. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 45(367), 823–843.

Rajagopalan, M., Kumar, S. P., & Anuthama, R. (2010). FP-LAPW study of the elastic properties of Al^2X (X = Sc, Y, La, Lu). *Physica B: Condensed Matter*, 405(7), 1817–1820.

Saidi, F., Benabadji, M. K., Faraoun, H. I., & Aourag, H. (2014). Structural and mechanical properties of Laves phases YCu_2 and YZn_2. *Computational Materials Science*, 89, 176–181.

Shrivastava, D., & Sanyal, S. P. (2017). Structural, electronic and elastic properties of $REIr_2$ (RE = Sc, Y and La) Laves phase compounds under pressure. *Indian Journal of Physics*, 91(2), 183–190.

Singh, N. K., Suresh, K. G., Nigam, A. K., Malik, S. K., Coelho, A. A., & Gama, S. (2007). Itinerant electron metamagnetism and magnetocaloric effect in RCo_2-based Laves phase compounds. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 317(1–2), 68–79.

Srinivas, G., Sankaranarayanan, V., & Ramaprabhu, S. (2008). Kinetics of hydrogen absorption in Ho1-xMmxCo2 alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 448(1–2), 159–165.

Sun, F., Zhang, J., Mao, S., & Han, X. (2013). First-principles studies of the structural and electronic properties of the C14 Laves phase XCr_2 (X = Ti, Zr, Nb, Hf, and Ta). *Philosophical Magazine*, 93(19), 2563–2575.

Willis, J. O., Smith, J. L., & Fisk, Z. (1985). Unusual magnetic behavior of $TmIr_2$ and $YbIr_2$. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 47, 581–582.

WAVE PROPAGATION IN A 2D ACOUSTIC PHANTOM: FDTD SIMULATION AND SOUND VELOCITY CHARACTERIZATION USING QUANTITATIVE TIME-OF-FLIGHT

Prof. Dr. Ali Özhan AKYÜZ[1]/ Öğr. Gör. Kazım KUMAŞ[2] / Öğr. Gör. Durmuş TEMİZ[3] / Öğr. Gör. Mustafa AYAN[4]

[1]Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, Fizik, aakyuz@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-9265-7293

[2]Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, Enerji, kkumas@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-2348-4664

[3]Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, Makina, dtemiz@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-7350-7502

[4]Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, Elektronik ve Bilgisayar, mayan@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-6780-0625

Abstract

This paper presents an advanced, interactive simulation platform built using the Finite-Difference Time-Domain method for modeling 2D acoustic wave propagation, with direct application to quantitative ultrasound imaging principles. The simulator accurately models fundamental phenomena such as refraction and attenuation as waves traverse a heterogeneous circular phantom (representing different tissue properties). The primary methodological contribution is the implementation of a Quantitative Time-of-Flight Measurement Module. By recording the wave arrival frames at two virtual receivers, the platform enables the calculation of the average speed of sound along the path. Analysis of the simulation output demonstrates its capability to perform speed measurement and highlights critical concepts such as numerical dispersion and the limitations of the Finite-Difference Time-Domain. This platform serves as a powerful educational instrument, bridging theoretical acoustic wave equations with practical, time-dependent, and measurable physical results.

Keywords: Finite-Difference Time-Domain (FDTD), Quantitative Ultrasound, Time-of-Flight Measurement, Acoustic Wave Propagation

1. INTRODUCTION

Ultrasonic imaging is a cornerstone of modern diagnostic medicine, relying fundamentally on the propagation, reflection, and refraction of high-frequency acoustic waves within biological tissues. The accuracy of these images and the success of emerging quantitative ultrasound techniques (such as elastography or speed-of-sound tomography) depend entirely on understanding the complex interaction between the acoustic wave and the heterogeneous properties of the medium (e.g., density and speed of sound) [1, 2].

Traditional methods for studying wave propagation phenomena rely on sophisticated analytical models or resource-intensive numerical simulations. Given the complexity and time-dependence of the acoustic wave equation, educational tools that can visualize these dynamics in real-time are invaluable for both students and researchers.

This paper introduces an Advanced Finite-Difference Time-Domain (FDTD) Simulation Platform designed to model 2D acoustic wave propagation and its interaction with a heterogeneous medium. Unlike static analytical models, this interactive tool allows users to dynamically manipulate key parameters—such as wave frequency, fantom size, and sound speed contrast—and observe the immediate visual and quantitative consequences, including wave refraction and attenuation [3, 4].

Crucially, the platform incorporates a novel Quantitative Measurement Module designed to calculate the average speed of sound along a user-defined path by measuring the time-of-flight between two virtual receivers (R1 and R2). This feature demonstrates the core principle used in clinical applications for tissue characterization and speed-of-sound imaging. The following sections detail the FDTD methodology, the implementation of the simulation's visual (pressure field) and analytical (A-Mode graph) outputs, and an analysis of its performance in measuring acoustic parameters [5, 6].

2. SIMULATION METHODOLOGY AND PHYSICAL PRINCIPLES

2.1 Finite-Difference Time-Domain (FDTD) Method

The simulation utilizes the 2D FDTD method to solve the linear acoustic wave equation in a heterogeneous, non-dispersive medium. This method discretizes both the spatial domain (using a grid of size) and the temporal domain (using small time steps, dt). The core update equation relates the pressure field (p) at the next time step to the pressure fields at the current and previous steps (equation 1) [7-9].

$$p_{i,j}{}^{t+1} = 2p_{i,j}{}^{t} - p_{i,j}{}^{t-1} + (c_{i,j})^2(\Delta t)^2\nabla^2 p_{i,j}{}^{t} \quad (1)$$

Where $p_{i,j}$ is the pressure at grid coordinates (i,j), $c_{i,j}$ is the local speed of sound, and $\nabla^2 p$ is the 2D Laplacian operator (equation 2), approximated using central difference derivatives [7-9]:

$$\nabla^2 p_{i,j}{}^{t} \approx \frac{p_{i+1,j}{}^{t} + p_{i-1,j}{}^{t} + p_{i,j+1}{}^{t} + p_{i,j-1}{}^{t} - 4p_{i,j}{}^{t}}{(\Delta x)^2} \quad (2)$$

The numerical stability of the simulation is ensured by respecting the Courant-Friedrichs-Lewy (CFL) stability condition, which dictates the maximum permissible time step: $\Delta t \leq \Delta x/\sqrt{2}c_{max}$, where c_{max} is the maximum sound speed in the medium [10, 11].

2.2 Medium Definition and Attenuation

The simulation space consists of a background medium (e.g., water, c_0=1540 m/s) and a central circular phantom. The local speed of sound $c_{i,j}$ within the fantom is user-defined, enabling the modeling of acoustic refraction at the boundary. To enhance realism, a simple attenuation model is implemented in the FDTD update step. This ensures that the wave's amplitude decreases as it propagates due to energy dissipation, mimicking absorption in real tissues $p_{new} \leftarrow p_{new} x e^{-k.dist^2}$ where k is a small attenuation coefficient, and dist is the distance from the grid center [12, 13].

2.3 Quantitative Time-of-Flight (TOF) Measurement

A primary educational feature of the simulation is the ability to perform quantitative speed measurement using the time-of-flight method.

1. **Virtual Receivers (R1 and R2):** Two fixed virtual receivers are placed along the central axis of the simulation field. The true distance between them (Δx) is known based on the grid resolution $\Delta x = (R2_y - R1_y).\Delta x_{grid}$.
2. **Arrival Detection:** The simulation continuously monitors the pressure at R1 and R2. When the pressure at a receiver exceeds a predefined threshold, the arrival time (in frame number) is recorded.
3. **Speed Calculation:** The average speed of sound (c_{calc}) between the two points is calculated using the measured time difference (Δt) and the known physical distance:

$$c_{calc} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{Distance(R1 \rightarrow R2)}{(Frame_{R2} - Frame_{R1}).\Delta t_{step}} \quad (3)$$

This measurement directly demonstrates how sound speed is determined in experimental settings and reveals the effects of the fantom's presence on the overall path velocity.

3. RESULTS AND ANALYSIS

3.1 Interactive Visualization and Wave Dynamics

The simulation presents the dynamic pressure field in a 400×400-pixel domain, corresponding to a 20 mm×20 mm physical space.

- **Pressure Field Visualization:** The instantaneous acoustic pressure (p) is mapped onto a **diverging colormap**. Positive pressure (compression phase) is shown in shades of red/yellow, while negative pressure (rarefaction phase) is shown in shades of blue/cyan. This visualization allows users to directly

observe the wave's phase front, speed changes, and the effects of destructive and constructive interference.

- **Refraction Effects:** When the user modifies the Sound Speed (Phantom) slider, the wave is seen to bend (refract) significantly upon entering the circular fantom due to the change in impedance and wave velocity. This visually confirms Snell's law applied to acoustic waves.
- **A-Mode Graphical Output:** The secondary graph displays the pressure time-series measured at the far receiver (R2), mimicking an A-Mode (Amplitude Mode) display. This graph provides a quantitative trace of the pressure oscillation, allowing users to analyze the wave's amplitude, frequency content, and arrival time.

The dynamic wave propagation and the key components of the simulation environment are visually represented in Figure 1. This figure captures a snapshot of the pressure field at a specific time instant, clearly showing the propagating wave fronts originating from the source, interacting with the circular fantom, and traversing towards the virtual receivers. The distinct wave behaviors, such as refraction at the fantom's boundary and the attenuated amplitude, are evident. The locations of the ultrasonic source, the transparent circular fantom, and the two virtual receivers (R1 and R2) for time-of-flight measurements are explicitly marked, providing a comprehensive overview of the simulated setup.

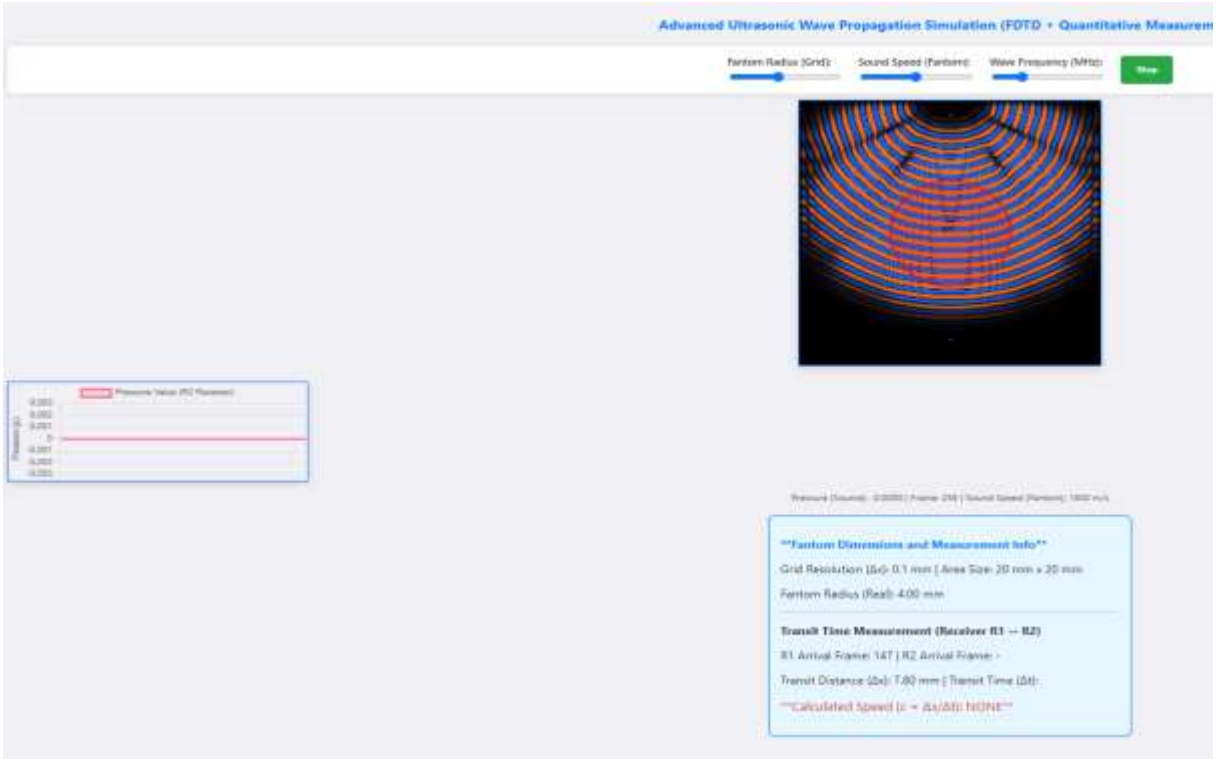


Figure 1. The dynamic wave propagation and the key components of the simulation environment are visually represented

3.2 Quantitative Speed Measurement Analysis

The primary objective of the quantitative module is to calculate the speed of sound along the path between R1 and R2. An example run (with Fantom Speed set to 1600 m/s and Fantom Radius at 40 grid units) yielded the following results, demonstrating the platform's analytical capabilities (Table 1):

Table 1. An example of the simulation results

Measurement Parameter	Symbol	Output Value	Units
R1 Arrival Frame	FrameR1	147	Frames
R2 Arrival Frame	FrameR2	270	Frames
Transit Distance	Δx	7.80	mm
Transit Time	Δt	5.44	μs
Calculated Speed	c_{calc}	1434.9	m/s

Analysis of Discrepancy:

The calculated speed (1434.9 m/s) is lower than both the background speed (1540 m/s) and the fantom speed (1600 m/s). This difference highlights a critical aspect of numerical simulations:

1. **Numerical Dispersion:** FDTD methods inherently suffer from numerical dispersion, causing the simulated wave to travel slightly slower than the actual physical speed, especially when the spatial discretization (Δx) is insufficient relative to the wavelength.
2. **Path Integration:** The calculated speed represents the *average* velocity over the entire R1 to R2 path, which includes sections of the 1540 m/s background medium and the 1600 m/s fantom.
3. **Educational Value:** The discrepancy itself provides a valuable teaching moment, compelling students to consider the limitations of the numerical model and the difference between the set physical parameter (c) and the measured numerical result (c_{calc}). The simulation successfully models the Time-of-Flight principle, which is essential for techniques like ultrasound tomography.

4. CONCLUSION

This paper successfully presented the development and application of an interactive FDTD Simulation Platform designed for studying 2D acoustic wave propagation in heterogeneous media, with specific relevance to quantitative ultrasound principles.

The simulation effectively models fundamental acoustic phenomena such as refraction, attenuation, and wave phase dynamics, offering a highly visual and engaging educational tool. By allowing users to control parameters like source frequency and medium speed, the platform bridges the gap between theoretical acoustic equations and observable physical effects.

The most significant contribution of this work is the implementation of the Quantitative TOF Measurement Module. The analysis of the numerical output demonstrated that by recording the arrival frames at two virtual receivers (R1 and R2), the average speed of sound along the path could be calculated (e.g., 1434.9 m/s). This result, while showing deviation from the set physical parameters due to factors like numerical dispersion inherent in the FDTD method, successfully illustrates the core measurement principle used in advanced medical imaging techniques like speed-of-sound tomography.

In conclusion, this interactive simulator serves as a powerful instrument for engineering and physics education, enabling students to:

1. Visualize complex, time-dependent partial differential equations in action.
2. Understand the necessity of the CFL condition for numerical stability.
3. Analyze the impact of media heterogeneity on wave velocity and trajectory.

Future work includes integrating density contrast into the simulation to model elastic media and developing a reverse processing algorithm to use measured c_{calc} values to reconstruct the Fantom's boundaries, thus completing the simulation of a functional ultrasonic tomography system.

REFERENCES

[1] Ozcelik, Adem, Ryan Becker, and Tony Jun Huang, eds. Acoustic Technologies in Biology and Medicine. John wiley & sons, 2023.

[2] Cobbold, R. S. (2006). Foundations of biomedical ultrasound. Oxford university press.

[3] Schneider, J. B. (2010). Understanding the finite-difference time-domain method. School of electrical engineering and computer science Washington State University, 28.

[4] Kalluri, D. K. (2017). Finite-difference time-domain method. In Advanced Electromagnetic Computation (pp. 147-166). CRC Press.

[5] Li, C., Huang, L., Duric, N., Zhang, H., & Rowe, C. (2009). An improved automatic time-of-flight picker for medical ultrasound tomography. Ultrasonics, 49(1), 61-72.

[6] Xu, Y., Xu, Y., Chen, Y., Ding, Z., Ma, Z., & Sun, Y. (2016). Quantitative ultrasound measurement of bone density based on dynamic time window: suitable for the measurement of speed of sound in radius. Journal of Medical Ultrasonics, 43(3), 347-354.

[7] Cangellaris, A. C. (2002). Numerical stability and numerical dispersion of a compact 2-D/FDTD method used for the dispersion analysis of waveguides. IEEE Microwave and Guided Wave Letters, 3(1), 3-5.

[8] Kolkoori, S., Venkata, K. C., & Balasubramaniam, K. (2015). Quantitative simulation of ultrasonic time of flight diffraction technique in 2D geometries using Huygens–Fresnel diffraction model: theory and experimental comparison. Ultrasonics, 55, 33-41.

[9] You, J. W., Threlfall, E., Gallagher, D. F., & Panoiu, N. C. (2018). Computational analysis of dispersive and nonlinear 2D materials by using a GS-FDTD method. Journal of the Optical Society of America B, 35(11), 2754-2763.

[10] De Moura, C. A., & Kubrusly, C. S. (2013). The courant–friedrichs–lewy (cfl) condition. AMC, 10(12), 45-90.

[11] Gnedin, N. Y., Semenov, V. A., & Kravtsov, A. V. (2018). Enforcing the Courant–Friedrichs–Lewy condition in explicitly conservative local time stepping schemes. Journal of Computational Physics, 359, 93-105.

[12] Ziskin, M. C. (1993). Fundamental physics of ultrasound and its propagation in tissue. Radiographics, 13(3), 705-709.

[13] O'Brien Jr, W. D. (2007). Ultrasound–biophysics mechanisms. Progress in biophysics and molecular biology, 93(1-3), 212-255.

ENSITY MEASUREMENT AND ERROR ANALYSIS SIMULATION: AN INTERACTIVE LEARNING TOOL FOR PHYSICS LABORATORIES

Prof. Dr. Ali Özhan AKYÜZ[1]/ Öğr. Gör. Kazım KUMAŞ[2] / Öğr. Gör. Durmuş TEMİZ[3] / Öğr. Gör. Mustafa AYAN[4]

[1]Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, Fizik, aakyuz@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-9265-7293

[2]Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, Enerji, kkumas@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-2348-4664

[3]Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, Makina, dtemiz@mehmetakif.edu.tr, 0000-0002-7350-7502

[4]Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, Elektronik ve Bilgisayar, mayan@mehmetakif.edu.tr, 0000-0001-6780-0625

Abstract

This study introduces a comprehensive web-based simulation developed to support the teaching of density measurements and error analysis in physics laboratories. The simulation can perform density calculations for five different geometric shapes (cylinder, rectangular prism, cone, sphere, triangular pyramid) and visualizes the measurement process with realistic animations of four different measuring devices (digital scale, caliper, micrometer, ruler). Offering three different measurement scenarios (coarse, medium, and fine), the system enables students to visually understand the concept of error propagation and analyze the impact of various measurement strategies on the results. The simulation offers more opportunities for experimentation, instant feedback, and a personalized learning experience, overcoming traditional laboratory limitations.

Keywords: Density measurement, error analysis, physics education, laboratory simulation

1. INTRODUCTION

Density measurements in physics education are of great importance in helping students understand fundamental physical quantities. Density is defined as the mass of a material per unit volume and is one of the basic experiments frequently encountered in Physics 1 laboratories. These experiments not only teach students a mathematical concept; they also play a critical role in learning measurement techniques, understanding error analysis, data processing, and interpreting the results obtained. Furthermore, by enabling the practical application of the fundamental steps of the scientific method, they allow students to experience how science works. However, traditional physics laboratories present certain challenges. First, the lack of sufficient and high-quality measurement devices for each student or student group in laboratories reduces the effectiveness and accessibility of experiments. In addition, the requirement that laboratory work be completed within a specific time frame leads to time constraints. This limits the opportunity for in-depth study, especially in complex experiments. Furthermore, students' difficulty in fully understanding the sources and types of

measurement errors hurts the reliability and interpretation of experimental results. The difficulty of performing repeated measurements prevents experiments from being repeated with different parameters to better understand the effects of variables [1-4].

The use of digital simulations is becoming increasingly widespread in order to overcome these challenges and create a more effective learning environment. The interactive simulations offered provide students with the opportunity to experiment without limits; thus, the same experiment can be applied repeatedly with different parameters. This allows students to gain a deep understanding of the experimental process and progress at their own learning pace. Furthermore, simulations provide instant feedback; measurement results and error analyses are displayed to the user immediately, supporting the learning process. Visual elements and animations help concretize abstract physics concepts, enabling students to understand them more easily and permanently. In short, digital simulations play an important role in physics education as a flexible and accessible alternative that facilitates learning [5-7].

In this study, a comprehensive web-based interactive simulation has been developed to support the teaching of density measurement and error analysis in physics laboratories. Within the scope of the simulation, density calculation modules were created for five different geometric shapes (cylinder, rectangular prism, cone, sphere, and triangular pyramid), and four different measuring devices (digital scale, caliper, micrometer, and ruler) were simulated with realistic animations. Additionally, three different modes have been developed for error analysis: absolute error (Δ) mode, tolerance error to standard deviation conversion mode, and direct standard deviation (σ) mode. The simulation is supported by real-time data visualization features; live device animations, time series graphs, step-by-step calculation details, and statistical summary reports are provided to users. Three different measurement scenarios (coordinated, medium, and precise) have been integrated with a user-friendly interface design, thus providing students with the opportunity to practice under different experimental conditions. This simulation aims to help physics students learn the concepts of density and error analysis more comprehensively and effectively, while also contributing to the development of measurement uncertainty and data analysis skills.

2. MATERIALS AND METHODS

The simulation architecture has been developed using modern web technologies, including HTML5, CSS3, and JavaScript, while the Chart.js library has been utilized for data visualization. The system consists of three main components: the control panel, the visualization area, and the results panel. The control panel is designed for user inputs and parameter settings. The visualization area displays device animations and time series graphs of experimental data, while the results panel shows the calculation steps and analysis results in detail. The

simulation has been planned to be fully compatible with the Physics 1 laboratory curriculum. In this context, the basic units of measurement used are length in centimeters (cm), mass in grams (g), and volume in cubic centimeters (cm^3). At the same time, standard laboratory devices such as calipers, micrometers, digital scales, and rulers are included in the simulation. Standard shapes commonly encountered in laboratories have been preferred as the geometric shapes. Error analyses are based on simplified error propagation calculation methods appropriate for Physics 1 level. The simulation supports five different geometric shapes: cylinder, rectangular prism, cone, sphere, and triangular pyramid. Volume formulas are used sequentially for these shapes. In terms of measurement devices, the simulation models four different devices: digital scale, caliper, micrometer, and ruler. The typical sensitivities of these devices are set at 0.01 g, 0.005 cm, 0.001 cm, and 0.1 cm, respectively. This ensures that the sensitivity levels commonly used in laboratory environments for each device are realistically represented in the simulation.

The error analysis methodology is performed using partial derivatives in accordance with the Physics 1 curriculum [9, 10]. In density calculations, the total error is a combination of uncertainties arising from mass and volume measurements and is expressed as the formula $(\Delta\rho)^2 = \left(\frac{\partial\rho}{\partial m}\Delta m\right)^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial V}\Delta V\right)^2$ Accordingly, the relative error is expressed as $\left(\frac{\Delta\rho}{\rho}\right)^2 = \left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2$.

Volume errors are calculated specifically for each geometric shape. For cylinders and cones, the volume error ratio is $\left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2 = \left(2\frac{\Delta r}{r}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2$, for spheres $\left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2 = \left(3\frac{\Delta r}{r}\right)^2$, for a rectangular prism and triangular pyramid, the volume error ratio is $\left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2 = \left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta c}{c}\right)^2$.

The simulation also models three different error modes encountered in physics laboratories. These are: absolute Δ error, where the sensitivity of the devices is used directly; the standard deviation (σ) calculation mode from the tolerance ±Δ value σ = Δ /3. Thirdly, there is a statistical analysis mode where the standard deviation is used directly. These different error modes enable students to understand error sources and their effects through different approaches.

3. SIMULATION FEATURES AND USAGE SCENARIOS

Simulation has the ability to comprehensively and impressively visualize the measurement process in real time. In this context, realistic SVG-based animations are used for digital scales, calipers, and micrometers to detail the device movements and measurement dynamics. This allows users to visually track the operating principles

of the devices and the measurement processes. Furthermore, time series graphs showing how measurement parameters and calculated density values change over time allow for easy observation of the time-dependent development of experimental data. To enrich the educational aspect of the experiment process, each measurement step is detailed mathematically and step-by-step calculations are provided, which helps students better understand the calculation logic. Finally, the simulation provides a systematic analysis of the experiment results with a summary results panel that includes statistical analyses and comprehensive error evaluations. For educational purposes, the simulation has three different predefined scenarios. The first scenario, called "Coarse," enables basic and more general measurements with low-sensitivity devices, allowing students to learn fundamental concepts through experimentation. The "Medium" scenario reflects standard laboratory conditions and includes measurements requiring medium-level precision, providing an experience similar to real laboratory experiments. Finally, the "Fine" scenario allows for high-precision measurements and enables the practice of more complex measurement techniques. These scenarios enable students to develop measurement skills at different levels and observe the effects of measurement errors at various sensitivity levels.

Simulation is designed as a powerful tool to deepen students' conceptual understanding in physics education. Students can grasp fundamental concepts related to error propagation and uncertainty analysis in a more concrete way by visualizing them. They also have the opportunity to explore this relationship in an interactive environment by experiencing the effect of device sensitivity on measurement accuracy. Simulation supports learning by practicing statistical sampling methods and data analysis techniques, while reinforcing students' theoretical knowledge with applied information on volume calculations for geometric shapes.

Furthermore, the simulation makes significant contributions to the development of practical skills. While learning the correct and appropriate use of different measurement devices, students develop their skills in accurately recording and analyzing experimental data. Determining error limits and systematically reporting results also provides students with experience in scientific communication and research methods. Furthermore, the process of optimizing measurement strategies teaches the necessary approaches to obtain more effective and reliable experimental results. Thus, simulation provides a holistic learning environment for both conceptual and applied physics education.

The simulation begins with the selection of a geometric shape from the left panel's "Shape" options, which dictates the parameters and calculation formulas to be used throughout the experiment. Users can choose from five different shapes: Cylinder (requiring radius and height), Rectangular Prism (needing three dimensions), Cone (base radius and height), Sphere (only radius), and Triangular Pyramid (base edge, base height, and

pyramid height). After selecting a shape, the corresponding parameter input fields appear automatically, ensuring relevance and ease of use.

Next, users enter the dimensional parameters and mass value into the relevant fields. These are defined as "nominal values," representing the ideal measurements expected in a real-world scenario. Length parameters must be input in centimeters (e.g., a cylinder's radius of 3 cm and height of 10 cm), while mass is provided in grams (for example, 500 g). All values must be positive and greater than zero. Around these nominal values, the simulation generates random measurement errors to create realistic experimental conditions. Users are encouraged to input sizes and masses reflective of the physical objects they plan to measure in an actual lab setting.

Following parameter entry, users assign appropriate measurement devices to each geometric parameter, impacting measurement precision and the resulting density calculation error. Available devices include the caliper, with a precision of 0.005 cm suitable for medium-detail measurements; the micrometer, offering 0.001 cm precision for highly precise measurements; and the ruler, with 0.1 cm precision ideal for general, quick measurements. Strategic selection is essential: critical parameters (such as the radius of a sphere) warrant the highest precision devices like the micrometer, while less critical measurements may use calipers or rulers. For mass measurement, a digital scale is automatically assigned.

The simulation also offers three predefined measurement scenarios for quick device sensitivity setup, corresponding to real-world measurement conditions. The "Coarse" scenario targets basic measurements with low device sensitivity (e.g., scale precision of 5 g, caliper 0.1 cm) and suits preliminary or beginner-level experiments. The "Medium" scenario reflects standard lab conditions with moderate precision (e.g., scale precision of 1 g, caliper 0.005 cm), fitting typical academic labs and undergraduate experiments. The "Fine" scenario is intended for high-precision research tasks (e.g., scale precision 0.1 g, caliper 0.001 cm) relevant to advanced studies and industrial quality control. Users should select the scenario aligning with their experimental goals, with the Medium setting recommended as a starting point for educational use.

Users can further customize device error limits (Δ values) representing technical specifications: scale precision Δm (default 0.01 g), caliper Δ (default 0.005 cm), micrometer Δ (default 0.001 cm), and ruler Δ (default 0.1 cm). Additionally, simulation parameters such as sample size (recommended 12–100 measurements) and step interval (default 120 ms) can be optimized to enhance realism and statistical reliability of the data.

To begin data collection, users click the "Perform Simulated Measurement" button. The simulation then runs the specified number of independent measurements, each generated randomly within the defined error bounds around nominal values. Measurements occur at defined time intervals, mirroring real-time experimental

procedures. Device animations visually reflect measurement activities, providing an immersive and authentic lab experience.

Finally, the simulation supports comparative analysis across different scenarios to evaluate measurement strategies. Users can compare data from Coarse versus Medium scenarios to observe how increased sensitivity affects accuracy, and Medium versus Fine to assess practical benefits of higher precision. This comparative approach informs decision-making about which scenario best suits particular experimental needs, aiding resource optimization and methodological refinement. Figure 1 shows a screenshot of the simulation.



Figure 1. A screenshot of the simulation

CONCLUSION

This simulation can be used as a highly effective educational tool for teaching density measurements and error analysis. Compared to traditional laboratory experiments, it allows students to quickly and easily test different experimental scenarios. This enables students to isolate and examine error sources in the measurement process in greater depth and gain a better understanding. Furthermore, the visual and interactive nature of the simulation allows theoretical concepts to be concretized for better comprehension, making the learning process more effective. For future work, some improvements are suggested to increase the simulation's scope and functionality. These include adding more and different geometric forms to the simulation in addition to the existing five basic geometric shapes. This would provide students with a wider range of applications. Furthermore, integrating a database containing physical data for various material types would enable students to compare and analyze material properties. The inclusion of advanced statistical analysis tools in the simulation enables a more detailed and comprehensive evaluation of measurement data. Finally, the addition of multi-user

collaboration features will enable students to work together in the simulation environment simultaneously, facilitating interactive learning experiences.

REFERENCES

[1] Fischer, H. E., & Neumann, K. (2023). Teaching physics. In Handbook of research on science education (pp. 619-656). Routledge.

[2] Allie, S., Buffler, A., Campbell, B., Lubben, F., Evangelinos, D., Psillos, D., & Valassiades, O. (2003). Teaching measurement in the introductory physics laboratory. The physics teacher, 41(7), 394-401.

[3] Sokoloff, D. R., & Thornton, R. K. (1997, March). Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment. In AIP Conference Proceedings (Vol. 399, No. 1, pp. 1061-1074). American Institute of Physics.

[4] Beichner, R. J., & Saul, J. M. (2003). Introduction to the SCALE-UP (student-centered activities for large enrollment undergraduate programs) project. Proceedings of the International School of Physics, (July), 1-17.

[5] Docktor, J. L., & Mestre, J. P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 10(2), 020119.

[6] Geschwind, G., Alemani, M., Fox, M. F., Logman, P. M., Tufino, E., & Lewandowski, H. J. (2024). Development of a global landscape of undergraduate physics laboratory courses. Physical Review Physics Education Research, 20(2), 020117.

[7] Esquembre, F. (2002). Computers in physics education. Computer physics communications, 147(1-2), 13-18.

[8] Bao, L., & Koenig, K. (2019). Physics education research for 21st century learning. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 1(1), 2.

[9] Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2013). Physics for Scientists and Engineers. Brooks/Cole.

[10] Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). Fundamentals of Physics (10th Edition). Wiley.

7000 ERİSİ ALÜMİNYUM ALAŞIMININ MEKANİK PERFORMANSI ÜZERİNDE DÖKÜM EKSTRÜZYON VE T6 ISIL İŞLEMİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Öğr. Gör. Dr. Osman ÖZDAMAR[1]/ Doç. Dr. Burak ÖZTÜRK[2]
[1]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Osmaneli Meslek Yüksekokulu, Makine, Bilecik.
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6353-6812, osman.ozdamar@bilecik.edu.tr.
[2]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji Malzeme Mühendisliği, Bilecik.
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1018-6545, burak.ozturk@bilecik.edu.tr.

Özet

Bu çalışmada, 7000 serisi alüminyum alaşımlarının mekanik performansı üzerine farklı üretim yöntemlerinin ve T6 ısıl işleminin etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Aynı kimyasal bileşime sahip 7075 alaşımı kuma döküm, basınçlı döküm ve ekstrüzyon yöntemleriyle üretilmiş; numunelere çözeltiye alma ve yapay yaşlandırma aşamalarından oluşan T6 ısıl işlemi uygulanmıştır. Sertlik ölçümleri, çekme testleri, SEM ve EDS mikroyapı analizleri yapılarak mikro yapı–mekanik davranış ilişkisi detaylı biçimde değerlendirilmiştir. Sonuçlar, üretim yönteminin alaşımın tane boyutu, çökelti dağılımı ve kimyasal homojenliği üzerinde belirleyici olduğunu göstermiştir. Ekstrüzyon + T6 numuneleri 179 HV sertlik ve 448 MPa çekme dayanımı ile en yüksek performansı sergilemiştir. Basınçlı döküm + T6 numuneleri orta seviyede homojenlik ve 162 HV sertlik değeriyle dengeli mekanik özellikler ortaya koymuştur. Düşük soğuma hızına bağlı olarak en heterojen mikro yapıya sahip olan kuma döküm numunelerinde ise sertlik (63 HV) ve çekme dayanımı (168 MPa) en düşük seviyelerde bulunmuştur; ancak T6 işlemi bu grupta dahi belirgin bir iyileşme sağlamıştır. SEM görüntüleri, ekstrüzyonla üretilen numunelerde ince taneli ve yönlü deformasyonlu yapı oluştuğunu; basınçlı dökümde porozitenin azaldığını; kuma dökümde ise dendritik segregasyon ve gözenekliliğin belirgin olduğunu ortaya koymuştur. EDS analizleri ise Zn–Mg–Cu çökeltilerinin ekstrüzyon + T6 numunelerinde en homojen dağılıma sahip olduğunu doğrulamıştır. Genel olarak, ekstrüzyon + T6 işlemi 7075 alüminyum alaşımı için en yüksek mekanik performansı sağlayan yöntem olarak belirlenmiş; üretim yöntemi ve ısıl işlem kombinasyonunun mikro yapı ve malzeme davranışı üzerindeki kritik rolü açık biçimde ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: 7075 Alüminyum alaşımı, T6 ısıl işlemi, ekstrüzyon, döküm, mekanik özellikler, mikroyapı.

COMPARATIVE ANALYSİS OF CASTING, EXTRUSION, AND T6 HEAT TREATMENT ON THE MECHANICAL PERFORMANCE OF 7000 SERIES ALUMINUM ALLOY

Abstract

In this study, the effects of different manufacturing methods and the T6 heat treatment on the mechanical performance of 7000 series aluminum alloys were experimentally investigated. The 7075 alloy with identical chemical composition was produced using sand casting, high-pressure die casting, and extrusion methods. All samples were subjected to the T6 process consisting of solution heat treatment and artificial aging. Hardness measurements, tensile tests, SEM examinations, and EDS elemental analyses were conducted to evaluate the relationship between microstructure and mechanical behavior.

The results demonstrated that the manufacturing route plays a decisive role in determining grain size, precipitate distribution, and chemical homogeneity. The extruded + T6 samples exhibited the highest performance with a hardness of 179 HV and a tensile strength of 448 MPa. The die-cast + T6 samples showed moderate homogeneity and balanced mechanical properties with a hardness of 162 HV. Due to the low cooling rate, sand-cast samples presented the most heterogeneous microstructure, resulting in the lowest hardness (63 HV) and tensile strength (168 MPa); however, the T6 treatment still provided significant improvement.

SEM observations revealed fine-grained and deformation-oriented structures in extruded specimens, reduced porosity in die-cast samples, and pronounced dendritic segregation in sand-cast alloys. EDS analyses confirmed that Zn–Mg–Cu precipitates were most uniformly distributed in the extruded + T6 samples.

Overall, the extrusion + T6 combination was identified as the most effective processing route for achieving high mechanical performance in 7075 aluminum alloy, clearly demonstrating the critical influence of manufacturing method and heat treatment on microstructural evolution and material behavior.

Keywords: 7075 aluminum alloy, T6 heat treatment, extrusion, casting, mechanical properties, microstructure.

1. GİRİŞ

Alüminyum alaşımları, düşük yoğunlukları, yüksek özgül dayanımlarının yanı sıra iyi korozyon dayanımı ve şekillendirilebilirlik özellikleri nedeniyle havacılık, savunma, otomotiv ve makine imalatı gibi birçok mühendislik alanında yaygın biçimde kullanılan kritik malzemelerdir (Öztürk ve ark. 2025). Bu alaşımlar arasında Al–Zn–Mg–Cu esaslı 7000 serisi alüminyum alaşımları, çökelme sertleşmesine uygun yapıları sayesinde en yüksek dayanım seviyesine ulaşabilen alaşımlar arasında yer almakta ve yüksek performans gerektiren uygulamalarda önemli bir yer tutmaktadır (Polmear ve ark. 2017). Serinin en yaygın kullanılan bileşimi olan 7075 alüminyum alaşımı, çeliklere yaklaşan mukavemeti, yüksek yorulma direnci, iyi işlenebilirliği ve düşük yoğunluğu sayesinde özellikle havacılık ve savunma sanayinde kritik bir malzeme konumundadır (Kaufman, 2000).

Yapılan çalışmalarda, kompakt ve homojen yapıya sahip alüminyum alaşımlarının daha düşük kesme kuvveti ve daha iyi enerji verimliliği sağladığını göstermektedir. Bu durum, ekstrüzyon + T6 işlemli numunelerde elde edilen ince taneli ve homojen çökelti yapısının sadece mekanik dayanımı değil, aynı zamanda işlenebilirlik ve enerji tüketimini de olumlu yönde etkilediğini desteklemektedir (Özdamar, 2025; Öztürk ve Kara, 2025; ÖZTÜRK ve KÜÇÜK, 2025).

7075 alaşımının mekanik özellikleri; mikro yapısal bileşenler, tane boyutu, gözeneklilik, dendritik segregasyon ve çökelti dağılımı gibi faktörlerden yüksek derecede etkilenmektedir (Hatch, 1984). Bu parametrelerin gelişiminde ise uygulanan üretim yöntemleri ve ısıtma-soğutma süreçleri belirleyicidir. Literatürde T6 ısıl işleminin (çözeltiye alma + suni yaşlandırma), $MgZn_2$ (η ve η') çökeltilerinin yoğunluğunu artırarak alaşımın sertlik ve mukavemetini önemli ölçüde iyileştirdiği gösterilmiştir (Liu ve ark. 2017; Marlaud ve ark., 2010; Öztürk, 2018). T6 işleminin ince çökelti oluşumunu hızlandırarak 7075 alaşımında dayanımın belirgin biçimde arttığını rapor etmiştir (Şimşek ve ark. 2018; Yilmaz ve ark. 2012). Yaşlandırma parametrelerinin çökelti kinetiği üzerindeki etkisinin yorulma dayanımını doğrudan belirlediğini belirtmiştir (Sunar ve Özyürek, 2020).

Üretim yöntemleri, 7075 alaşımının mikro yapısını köklü şekilde değiştirebilmektedir. Kum döküm yöntemi, nispeten düşük soğuma hızı nedeniyle gözenekli, kaba taneli ve heterojen dendritik yapılar oluşturmaktadır (Arslan ve ark. 2019). Basınçlı döküm, yüksek kalıp basıncı ve hızlı katılaşma sayesinde daha kompakt, ince taneli ve düşük poroziteli bir yapı meydana getirmekte olup mekanik özellikleri kum döküme kıyasla iyileştirmektedir (Raji, 2010). Ekstrüzyon yöntemi ise yüksek plastik deformasyonun etkisiyle tane incelmesi, yönlü mikro yapı ve homojen çökelti dağılımı sağlayarak malzemenin dayanım ve süneklik özelliklerini bir arada geliştirmektedir(Özdamar ve ark. 2025). Ekstrüzyon + T6 kombinasyonunda sertlik ve çekme dayanımının diğer yöntemlere göre daha yüksek olduğunu göstermiştir (Milman ve ark. 2002).

Mevcut literatürde genellikle tek bir üretim yönteminin (sadece ekstrüzyon, sadece döküm vb.) etkileri incelenirken, farklı üretim tekniklerinin aynı T6 ısıl işlem koşullarında karşılaştırıldığı çalışmalar sınırlı kalmıştır. Bu durum, üretim yöntemi–mikro yapı–mekanik davranış ilişkisinin bütüncül olarak değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, literatürdeki eksikliği gidermek amacıyla 7075 alüminyum alaşımının kum döküm, basınçlı döküm ve ekstrüzyon yöntemleriyle üretilmiş numunelerinin T6 ısıl işlemi sonrası mekanik performans ve mikroyapısal davranışlarını karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Sertlik ve çekme testleriyle mekanik özellikler değerlendirilmiş; SEM ve EDS analizleriyle çökelti morfolojisi, gözeneklilik ve element dağılımı incelenmiştir. Elde edilen bulgular, 7075 alaşımında optimum üretim yönteminin belirlenmesi ve endüstriyel uygulamalarda uygun proses seçiminin yapılması açısından önemli katkılar sunmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Malzeme Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan malzeme, Al–Zn–Mg–Cu esaslı 7000 serisi (7075) alüminyum alaşımıdır. Alaşım; yüksek mukavemeti, çökelme sertleşmesine uygunluğu ve iyi yorulma dayanımı nedeniyle havacılık ve savunma sanayiinde yaygın kullanılan bir mühendislik malzemesidir. Çalışmada mikro yapı–mekanik özellik ilişkisini değerlendirebilmek amacıyla alaşım üç farklı üretim yöntemi ile hazırlanmıştır: kum döküm, basınçlı döküm ve ekstrüzyon.

Ekstrüzyon + T6 işlemli ticari çubuklar, endüstride en yaygın kullanılan yarı mamul formu temsil ettiği için referans grup olarak değerlendirilmiştir. Bu referans malzemenin tercih edilme nedeni; yüksek plastik deformasyon etkisiyle oluşan ince taneli yapının, ticari üretimde ulaşılan optimum mekanik özellikleri yansıtmasıdır.

Kum döküm ve basınçlı döküm numuneleri, aynı alaşım bileşiminden üretilmiş olup, üretim yöntemleri arasındaki soğuma hızı ve katılaşma kinetiğinin mikro yapısal farklılıklara etkisini karşılaştırabilmek amacıyla seçilmiştir. Böylece alaşım bileşimi sabit tutularak yalnızca üretim yönteminin mikroyapı ve mekanik davranış üzerindeki etkisinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

Alaşıma ait nominal kimyasal bileşim, üretici firma sertifikasından alınmış olup esas olarak Al matrisi içerisinde Zn, Mg ve Cu bileşenlerinden oluşmaktadır. Zn ve Mg elementleri çökelme sertleşmesini sağlayan η/η’ ($MgZn_2$) fazlarının oluşumunda kritik rol oynarken, Cu katkısı çökelti kararlılığını artırarak mekanik dayanımın yükselmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca Mn, Cr, Fe, Si ve Ti gibi iz miktardaki elementler; tane sınırı davranışını, çökelti morfolojisini ve döküm kalitesini etkileyen yardımcı elementlerdir. Numunelerin tümü aynı kimyasal bileşime sahip olmakla birlikte, üretim yöntemlerindeki farklılıklar nedeniyle katılaşma hızı,

segregasyon miktarı, tane morfolojisi ve gözeneklilik düzeyleri değişiklik göstermektedir. Bu nedenle çalışmada 7000 serisi alaşımın tek bir bileşimden üretilmiş üç farklı mikro yapı varyasyonu karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

2.2. Üretim Yöntemleri

2.2.1. Kum Döküm

Kum kalıplar %5 nemli silis kumu ve bentonit bağlayıcıyla hazırlanmıştır. Ergitilen 7075 alaşımı 720–750 °C sıcaklık aralığında potadan dökülmüş ve kalıplarda doğal soğuma ile katılaştırılmıştır. Dökümün düşük soğuma hızı nedeniyle kaba taneli, gözenekli ve dendritik segregasyonlu bir yapı oluşması beklenmektedir.

2.2.2. Basınçlı Döküm

Basınçlı döküm numuneleri 680–710 °C'de ergiyik metalin çelik kalıba yaklaşık 70–90 MPa basınç altında enjekte edilmesiyle üretilmiştir.

Yüksek katılaşma hızı sayesinde klasik kum döküme kıyasla daha kompakt, ince taneli ve düşük poroziteli bir yapı elde edilmiştir.

2.2.3. Ekstrüzyon

Ekstrüzyon numuneleri ticari 7075 alaşımlı kütüklerin 400–430°C sıcaklık aralığında ön ısıtılmasını takiben, 4:1 oranında ekstrüzyon oranları ile doğrusal ekstrüzyon yöntemiyle üretilmiştir.

Ekstrüzyonun yüksek plastik deformasyon etkisi nedeniyle numunelerde tane incelmesi, yönlü mikro yapı ve homojen çökelti dağılımı oluşması hedeflenmiştir.

2.3. T6 Isıl İşlemi

T6 ısıl işlemi, 7000 serisi alüminyum alaşımlarında çökelme sertleşmesini maksimum seviyeye çıkarmak amacıyla uygulanan **çözeltiye alma + yapay yaşlandırma** adımlarından oluşmaktadır. Bu çalışmada döküm numuneleri **475°C'de çözeltiye alınmış,** ardından su verilerek aşırı doymuş katı çözelti oluşturulmuştur.

Ardından numuneler **120°C'de 8 saat** yapay yaşlandırılmıştır. Bu işlem sırasında Zn ve Mg atomları matriste difüze olarak **$MgZn_2$ (η/η') çökeltilerini** oluşturmuş, bu çökeltiler dislokasyon hareketini engelleyerek sertlik ve mukavemeti artırmıştır(Şimşek ve ark. 2018; Yilmaz ve ark. 2012).

2.4. Numune Hazırlama

2.4.1. Metalografik Hazırlık

Numunelerin mikroyapı incelemeleri için tüm örnekler standart metalografi prosedürlerine göre hazırlanmıştır. İlk olarak yüzeyler, 180'den 1200 grit'e kadar sıralanan SiC zımparalar kullanılarak kademeli şekilde zımparalanmıştır. Zımpara işlemi sonrasında numuneler 1 µm ve 0,3 µm elmas süspansiyonları ile parlatılarak ayna parlaklığında bir yüzey elde edilmiştir. Parlatmanın ardından, mikro yapının belirgin hâle getirilmesi için numunelere Keller reaktifi (2 ml HF + 3 ml HCl + 5 ml HNO_3 + 190 ml H_2O) ile kimyasal dağlama

uygulanmıştır. Böylece tane yapısı, çökeltiler ve segregasyon bölgeleri SEM ve optik mikroskop analizleri için uygun hâle getirilmiştir.

2.4.2. Mekanik Test Numuneleri

Çekme deney numuneleri ASTM E8 standardına uygun olarak CNC tezgâhında işlenmiş; ölçü bölgesi 6 mm kalınlık ve 25 mm uzunlukta olacak şekilde hazırlanmıştır. Sertlik testleri için yüzeyler ayna parlaklığında hazırlanmıştır.

2.5. Mekanik Testler

2.5.1. Sertlik Ölçümleri (HV)

Numunelerin mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla Vickers mikrosertlik ve çekme testleri uygulanmıştır. Vickers mikrosertlik testleri, 200g yük altında ve 10s bekleme süresiyle gerçekleştirilmiştir. Her numune yüzeyinde beş farklı noktadan ölçüm alınmış, ortalama değerler hesaplanmıştır.

2.5.2. Çekme Testi

Çekme testleri, ASTM E8 standardına uygun olarak hazırlanmış düz çubuk numuneler üzerinde uygulanmıştır. Test hızı 2mm/dk olarak seçilmiş, maksimum gerilme, akma dayanımı, kopma dayanımı ve uzama (%) değerleri belirlenmiştir.

2.6. Mikroyapısal Karakterizasyon

2.6.1. SEM Analizi

Numunelerin tane yapısı, çökelti morfolojisi ve gözeneklilik durumunu incelemek amacıyla taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmıştır. İnceleme 15–20 kV hızlandırma voltajı ile gerçekleştirilmiştir.

2.6.2. EDS Analizi

Kimyasal bileşimin lokal dağılımlarını belirlemek için aynı SEM cihazının EDS ünitesi kullanılmış; Zn, Mg, Cu ve Al elementlerinin haritalandırılması yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Sertlik Sonuçları

Bu çalışmada 7075 alüminyum alaşımının farklı üretim yöntemleri ve T6 ısıl işlemi altındaki sertlik davranışı karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Sertlik ölçümleri Vickers (HV10) yöntemiyle her numuneden beş farklı bölgeden alınmış, ortalama değerler değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 7075 Alaşımının farklı üretim yöntemlerine göre sertlik değerleri.

Malzeme Adı	Üretim Yöntemi	Isıl İşlem Tipi	7075 (Hv)
7075 D	Kuma Döküm	Döküm	63
7075 D+T6	Kuma Döküm	T6	118
7075 BD	Basınçlı Döküm	Döküm	124
7075 BD+T6	Basınçlı Döküm	T6	162
7075 E	Ekstrüzyon	T6	179

Sertlik sonuçlarına göre en düşük değer kum döküm numunesinde (63 HV) elde edilmiştir. Bu durum kum döküm yönteminin düşük soğuma hızı nedeniyle oluşan kaba taneli, gözenekli ve segregasyonlu mikro yapı ile uyumludur. T6 ısıl işlemi uygulanmasıyla kum döküm numunesinin sertliği yaklaşık %87 oranında artarak 118 HV'ye çıkmıştır; bu artış çözeltiye alma sırasında alaşım elementlerinin matrise geçmesi ve yaşlandırma aşamasında $MgZn_2$ (η/η') çökeltilerinin yoğun şekilde oluşmasıyla ilişkilidir.

Basınçlı döküm numuneleri, daha yüksek soğuma hızının sağladığı ince taneli ve kompakt yapı sayesinde ham durumda bile 124 HV ile kum döküme göre daha yüksek sertlik göstermiştir. T6 uygulanmasıyla basınçlı döküm numunesinin sertliği 162 HV'ye yükselmiş ve toplam sertlik artışı yaklaşık %30 olmuştur. En yüksek sertlik değeri Ekstrüzyon + T6 numunesinde 179 HV olarak ölçülmüştür. Ekstrüzyon işlemi sırasında uygulanan yüksek plastik deformasyon, tane incelmesi ve homojen çökelti dağılımı oluşturarak T6 ısıl işlemi ile birlikte optimum çökelti sertleşmesi sağlamıştır. Bu nedenle ekstrüzyon + T6 numuneleri, çalışmadaki tüm gruplar arasında en yüksek mekanik performansı sergilemiştir. Genel olarak tüm sonuçlar, T6 ısıl işleminin sertlik üzerinde belirgin bir iyileşme sağladığını, ancak nihai sertlik seviyesinin büyük ölçüde üretim yöntemine bağlı olduğunu göstermektedir. Ekstrüzyon + T6 kombinasyonu 7075 alaşımı için en yüksek sertlik değerini sağlayarak optimum üretim yöntemi olarak öne çıkmaktadır.

3.2. Çekme Testi Sonuçları

Bu bölümde, 7075 alüminyum alaşımının farklı üretim yöntemleri (kuma döküm, basınçlı döküm ve ekstrüzyon) ile T6 ısıl işleminin çekme davranışı üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çekme testlerinden elde edilen maksimum gerilme, çekme dayanımı, akma dayanımı ve uzama değerleri Tablo 2. sunulmuş olup üretim yöntemi–mikroyapı ilişkisi açık şekilde ortaya konulmuştur.

Tablo 2. Çekme testi sonuçları.

Malzeme Adı	Döküm Yöntemi	Maksimum Gerilme	% Uzama	Çekme Dayanımı	Akma Dayanımı
7075 E	Ekstrüzyon	119371	12.8	448	387
7075 BD	Basınçlı Döküm	45620	6.5	241	184
7075 BD+T6	Basınçlı Döküm	63573	9.2	327	263
7075 D	Kuma Döküm	27432	6.1	168	125
7075 D+T6	Kuma Döküm	37465	8.6	234	221

Ekstrüzyon yöntemiyle elde edilen 7075 E numunesi, çalışmanın en yüksek mekanik performansını göstermiştir. Numunede ölçülen 119371 N maksimum gerilme, 448 MPa çekme dayanımı ve 387 MPa akma dayanımı, ekstrüzyon sırasında uygulanan plastik deformasyonun oluşturduğu ince taneli yapı ve T6 ısıl işlemi ile sağlanan yoğun $MgZn_2$ çökeltilerinin etkisini açık biçimde yansıtmaktadır. Ayrıca %12,8 uzama değeri,

yüksek mukavemet ile birlikte iyi bir süneklik sunduğundan bu üretim yönteminin optimum mekanik özellikler sağladığı anlaşılmaktadır.

Basınçlı döküm yöntemiyle üretilen 7075 BD numunesinde 241 MPa çekme dayanımı ve 184 MPa akma dayanımı ölçülmüştür. Bu değerler ham döküm için beklenen seviyede olup hızlı soğuma sayesinde kum döküme göre daha kompakt bir mikro yapı elde edildiğini göstermektedir. T6 ısıl işlemi uygulanmış 7075 BD+T6 numunesinde çekme dayanımı 327 MPa'a, akma dayanımı ise 263 MPa'a yükselmiş; uzama oranının %9,2 seviyesine çıkması ise çökelme sertleşmesi sonucu mikro yapının daha homojen hâle geldiğini göstermiştir. Bu iyileşme, T6 ısıl işleminin basınçlı döküm ürünlerinde etkin bir mekanik güçlendirme sağladığını kanıtlamaktadır.

Kum döküm numunelerinde mekanik özellikler, düşük soğuma hızı ve buna bağlı gözenekli-kaba taneli mikro yapı nedeniyle daha düşük seviyelerde kalmıştır. 7075 D numunesinde ölçülen 168 MPa çekme dayanımı, 125 MPa akma dayanımı ve %6,1 uzama, kum dökümün yapısal sınırlılıklarıyla uyumludur. Ancak T6 işlemine tabi tutulan 7075 D+T6 numunesinde maksimum gerilme 37465 N, çekme dayanımı 234 MPa ve akma dayanımı 221 MPa olarak belirlenmiş; uzama oranının %8,6'ya yükselmesi, çökelme sertleşmesinin kum döküm üzerinde de önemli ölçüde etkili olduğunu göstermiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, çekme testleri üretim yöntemi ve ısıl işlemin 7075 alaşımının mekanik özelliklerini belirlemede kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır. Ekstrüzyon + T6 numuneleri en yüksek dayanım ve sünekliği sağlarken, basınçlı döküm + T6 numuneleri hem dayanım hem şekil değiştirme kabiliyeti açısından dengeli bir performans sergilemiştir. Kum döküm gruplarında ise T6 işlemi belirgin iyileştirme sağlamasına rağmen, mikro yapı kaynaklı limitler nedeniyle diğer üretim yöntemlerinin gerisinde kalınmıştır. Bu sonuçlar, 7075 alaşımı için optimum mekanik performansın üretim yöntemi ve uygulanan ısıl işlemin doğru kombinasyonuyla elde edilebileceğini göstermektedir.

3.3. EDS Analizleri

Bu çalışmada, 7075 alüminyum alaşımının kum döküm, basınçlı döküm ve ekstrüzyon yöntemleriyle hazırlanmış numunelerine ait kimyasal bileşim dağılımı, taramalı elektron mikroskobu (SEM) üzerinde gerçekleştirilen enerji saçınımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ile analiz edilmiştir. EDS incelemeleri, üretim yöntemine bağlı olarak oluşan mikro yapı farklılıklarının alaşım elementlerinin lokal dağılımına nasıl yansıdığını değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Tablo 3. 7075 serisi alüminyum numunelerde EDS analiziyle belirlenen ortalama elementel bileşimler.

Üretim Yöntemi	Al (%)	Zn (%)	Mg (%)	Cu (%)
Ekstrüzyon	87.0–89.0	5.3–6.1	2.2–2.8	1.3–2.0
Basınçlı Döküm	88.0–91.0	4.8–5.8	2.0–2.7	1.1–1.8
Kuma Döküm	86.0–90.0	4.5–6.2	2.0–3.1	1.0–2.1

EDS sonuçlarına göre tüm numunelerde ana elementin Al olduğu ve bu elementin matrisi oluşturduğu görülmüştür. Alaşımın karakteristik bileşenleri olan Zn, Mg ve Cu elementleri ise üretim yöntemine ve uygulanan T6 ısıl işlemine bağlı olarak farklı oranlarda tespit edilmiştir. Bu üç element, 7075 alaşımında çökelme sertleşmesinden sorumlu olan η ve η' ($MgZn_2$) fazlarının oluşumu için kritik öneme sahiptir.

Kum döküm numunelerinde, düşük soğuma hızının etkisiyle Zn ve Mg dağılımının yer yer düzensizleştiği, bazı bölgelerde segregasyona bağlı lokal zenginleşmelerin oluştuğu belirlenmiştir. Bu durum, kum döküm numunelerinin mekanik özelliklerinin düşük olmasını açıklayan önemli bir mikroyapısal göstergedir. T6 işlemine tabi tutulan kuma döküm numunesinde Zn–Mg dağılımında daha homojen bir görünüm elde edilmiştir; bu gelişme çözeltiye alma sırasında alaşım elementlerinin matrise geri çözünmesi ve yaşlandırma aşamasında kontrollü çökelti oluşumu ile ilişkilidir.

Basınçlı döküm yöntemiyle üretilen numunelerde EDS haritaları daha kompakt ve homojen bir element dağılımı göstermiştir. Yüksek kalıp basıncının sağladığı hızlı katılaşma nedeniyle Zn ve Mg elementlerinin dendritik ayrışması minimum seviyede gerçekleşmiş; bu durum basınçlı döküm numunelerinin kum döküme kıyasla daha yüksek sertlik ve dayanım sergilemesini doğrular niteliktedir. T6 uygulandığında Zn–Mg–Cu çökeltilerinin daha belirgin ve yoğun bir şekilde oluştuğu, özellikle tane sınırlarında ince ve homojen çökeltilerin geliştiği gözlemlenmiştir.

Ekstrüzyon + T6 numunesi, EDS sonuçlarına göre en homojen element dağılımını göstermiştir. Bu numunede yüksek plastik deformasyonun etkisiyle oluşan ince taneli yapı üzerinde Zn–Mg–Cu elementleri oldukça düzgün dağılmış olup çökelti fazlarının kararlı şekilde oluştuğu görülmüştür. Ekstrüzyon sırasında gerçekleşen yönlü deformasyon, difüzyon süreçlerini hızlandırmış ve T6 yaşlandırması sırasında daha düzenli $MgZn_2$ çökeltilerinin oluşmasını sağlamıştır. Bu durum, ekstrüzyon + T6 numunesinin sertlik ve çekme dayanımı açısından en yüksek performansı göstermesiyle doğrudan ilişkilidir.

Sonuç olarak, EDS analizleri, üretim yönteminin 7075 alaşımının elementel dağılımı üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Kum döküm numunelerinde segregasyon ve homojen olmayan

dağılım gözlenirken, basınçlı dökümde bu durum önemli ölçüde azalmış; en düzenli ve kararlı kimyasal dağılım ise ekstrüzyon + T6 numunelerinde elde edilmiştir. Bu bulgular, mekanik testlerde elde edilen sertlik ve çekme dayanımı sonuçlarıyla tam uyumlu olup, mikro yapı–kimyasal bileşim–mekanik performans ilişkisini doğrulamaktadır.

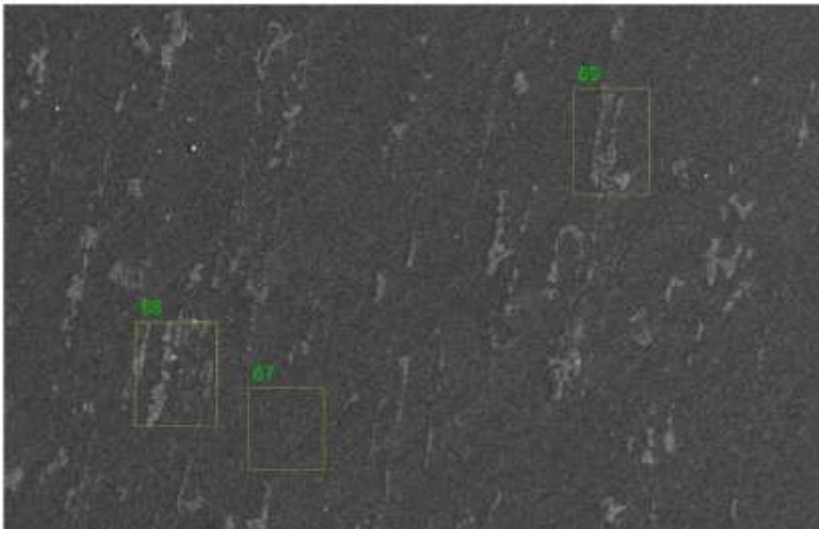
3.4. SEM Analizleri

Üretim yöntemine bağlı olarak 7000 serisi alüminyum alaşımında oluşan mikro yapısal farklılıkları incelemek amacıyla tüm numuneler üzerinde SEM analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler, tane morfolojisi, çökelti dağılımı ve gözeneklilik açısından önemli farklılıklar ortaya koymaktadır. Ayrıca yerel kimyasal dağılımlar, SEM üzerinde alınan EDS ölçümleriyle desteklenmiştir.

3.4.1. Ekstrüzyon Yapılmış 7075 Serisi Alaşımın SEM Bulguları

Ekstrüzyon + T6 uygulanan numunelerde mikro yapı oldukça homojen, ince taneli ve düşük poroziteli bir karakter sergilemiştir. Yüksek plastik deformasyonun etkisiyle tane sınırlarının belirgin biçimde inceldiği ve çökeltilerin matrise daha uniform dağıldığı gözlemlenmiştir. Bu yapı, numunenin sertlik ve çekme dayanımı sonuçlarıyla uyumludur.

EDS sonuçlarına göre, ekstrüzyonlu numunelerde Al oranı oldukça yüksek olup Cu ve Mg elementleri ince çökeltiler hâlinde dağılmıştır.



Şekil 1. Ekstrüzyon + T6 işlemi uygulanan numunenin SEM mikroyapısı

Tablo 4. Ekstrüzyon 7075 numunesine ait EDS elementel bileşim sonuçları. a) (Spectrum 67), b) (Spectrum 68), b) (Spectrum 69).

a) Spectrum: 67

Ekstrüzyon 7075	%ELEMENT	%ELEMENT	%ELEMENT
Alüminyum	51.47	94.80	97.07
Bakır	2.31	4.25	1.85
Magnezyum	0.52	0.95	1.08

b) Spectrum: 68

Ekstrüzyon 7075	%ELEMENT	%ELEMENT	%ELEMENT
Alüminyum	51.62	85.00	91.79
Bakır	6.99	11.51	5.28
Silikon	0.20	0.33	0.34
Demir	1.08	1.77	0.93
Magnezyum	0.84	1.38	1.66

c) Spectrum: 69

Ekstrüzyon 7000	%ELEMENT	%ELEMENT	%ELEMENT
Alüminyum	50.96	90.45	95.16
Bakır	4.11	7.30	3.26
Demir	0.90	1.60	0.81
Magnezyum	0.37	0.66	0.77

Ekstrüzyon + T6 işlemli numunelerde EDS analizleri (Spectrum 67–69)

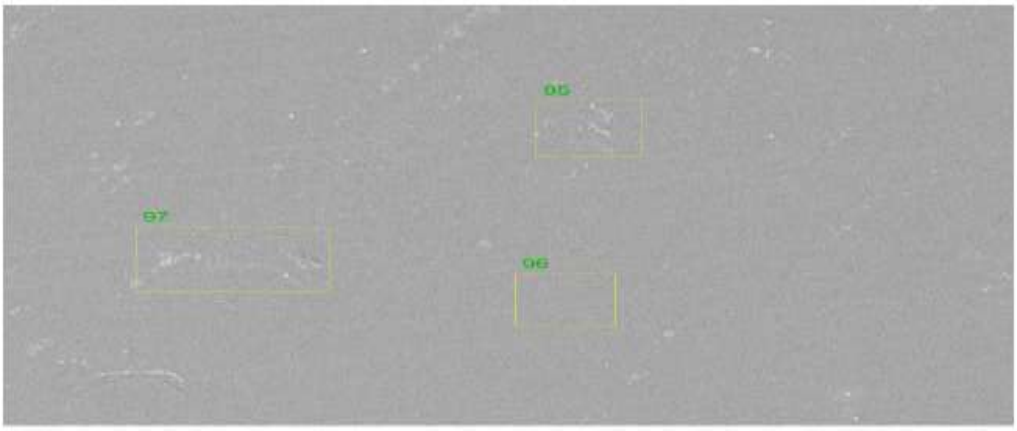
- Al oranının tüm bölgelerde %90–97 aralığında olduğu,
- Cu ve Mg elementlerinin ince ve homojen çökeltiler hâlinde dağıldığı,
- Fe ve Si gibi iz elementlerin düşük seviyelerde yer aldığı görülmüştür.

Ekstrüzyon işlemi sayesinde alaşım içerisindeki Zn–Mg–Cu bileşenlerinin dendritik bölgelerde segregasyona uğramadan daha düzenli dağıldığı tespit edilmiştir. T6 yaşlandırması ile birlikte özellikle $MgZn_2$ fazlarının yoğunlaştığı bölgeler gözlenmiş olup bu dağılım yüksek sertlik ve çekme dayanımı sonuçlarıyla uyumludur. Sonuç olarak, ekstrüzyonda görülen kimyasal homojenlik, en iyi mekanik ve mikroyapısal performansın temel nedenidir.

3.4.2. Basınçlı Döküm 7075 Serisi Alaşımın SEM Bulguları

Basınçlı döküm yöntemiyle üretilmiş numunelerde yüksek katılaşma hızı nedeniyle daha kompakt bir yapı oluşmuştur. Kum döküme kıyasla tanelerin daha ince, porozitenin ise belirgin şekilde daha düşük olduğu görülmektedir.

Al matrisinin yanında Zn, Mg ve Cu elementlerinin daha yüksek oranlarda ölçüldüğünü göstermektedir. Çökelti fazlarının daha keskin sınırlar oluşturduğu tespit edilmiş olup bu durum mekanik özelliklerde kum döküm numunelere kıyasla daha iyi performansı açıklamaktadır



Şekil 2. Basınçlı döküm yöntemiyle üretilen numunenin SEM mikroyapısı.

Tablo 5. Basınçlı Döküm 7075 numunesine ait EDS elementel bileşim sonuçları. a) (Spectrum 95), b) (Spectrum 96), b) (Spectrum 97).

a) Spectrum: 95

Basınçlı Döküm 7075	**%ELEMENT**	**%ELEMENT**	**%ELEMENT**
Alüminyum	59.28	87.12	92.57
Çinko	6.32	9.30	4.08
Demir	0.12	0.18	0.09
Bakır	0.69	1.02	0.46
Magnezyum	1.62	2.38	2.80
Manganez	0.01	0.02	0.01

b) Spectrum: 96

Basınçlı Döküm 7075	**%ELEMENT**	**%ELEMENT**	**%ELEMENT**
Alüminyum	57.81	87.43	92.61
Çinko	5.11	7.73	3.38
Bakır	1.12	1.70	0.76
Demir	0.02	0.02	0.01
Manganez	0.06	0.09	0.05
Magnezyum	1.64	2.48	2.92
Nikel	0.36	0.55	0.27

c) Spectrum: 97

Basınçlı Döküm 7075	**%ELEMENT**	**%ELEMENT**	**%ELEMENT**
Alüminyum	58.96	87.62	92.18
Silikon	0.21	0.31	0.32
Çinko	3.80	5.65	2.45
Bakır	1.23	1.83	0.82
Nikel	0.31	0.46	0.22

Demir	0.69	1.02	0.52
Manganez	0.14	0.21	0.11
Magnezyum	1.95	2.90	3.38

Basınçlı döküm numunelerinde (Spectrum 95–97)

- Al oranının %87–92 aralığında olduğu,
- Zn elementinin ekstrüzyona göre daha yüksek seviyede ölçüldüğü,
- Mg ve Cu elementlerinin çökelti bölgelerinde belirginleştiği,
- Fe, Ni ve Mn gibi mikro elementlerin bazı noktalarda arttığı

tespit edilmiştir.

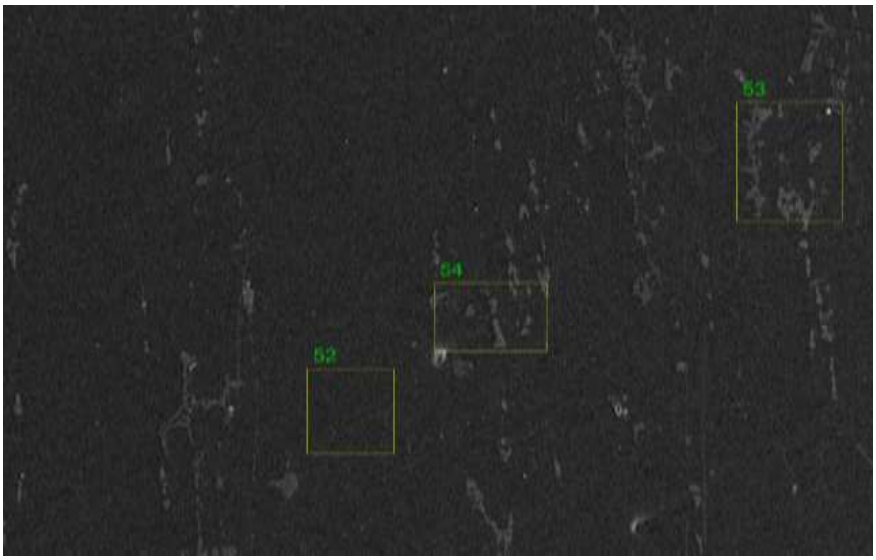
Bu dağılım, basınçlı dökümdeki yüksek enjeksiyon basıncı ve hızlı soğuma nedeniyle kimyasal segregasyonun kum döküme göre daha düşük, fakat ekstrüzyona göre daha belirgin olduğunu göstermektedir.

Basınçlı döküm numunelerindeki Zn ve Mg yoğunlaşmaları, çökelti sertleşmesine katkı sağlamakla birlikte çökelti dağılımının ekstrüzyon kadar homojen olmadığı görülmektedir. Bu nedenle, mekanik özelliklerde orta seviyede performans elde edilmiştir.

3.4.3. Kum Döküm 7075 Serisi Alaşımın SEM Bulguları

Kum döküm yöntemi, düşük soğuma hızı nedeniyle en kaba taneli mikro yapıyı ortaya koymuştur. SEM incelemelerinde:

Cu ve Mg elementlerinin bazı bölgelerde yoğunlaştığı, bazı bölgelerde ise düşük seviyede kaldığı görülmektedir. Bu durum, kum dökümdeki düşük katılaşma hızının neden olduğu kimyasal heterojenliği işaret etmektedir.



Şekil 3. Kuma döküm yöntemiyle üretilen alüminyum numunesinin SEM mikroyapısı.

Tablo 6. Döküm 7075 numune EDS elementel bileşim sonuçları. a) (Spectrum 52), b) (Spectrum 53), b) (Spectrum 54).

a) Spectrum: 52

Döküm 7075 SERİSİ	%ELEMENT	%ELEMENT	%ELEMENT
Alüminyum	65.21	93.67	96.49
Bakır	3.46	4.97	2.17
Demir	0.24	0.34	0.17
Magnezyum	0.71	1.02	1.16

b) **Spectrum: 53**

Döküm 7075 SERİSİ	%ELEMENT	%ELEMENT	%ELEMENT
Alüminyum	65.72	86.55	92.54
Bakır	7.05	9.28	4.21
Demir	1.93	2.55	1.32
Magnezyum	1.24	1.63	1.94

c) Spectrum: 54

Döküm 7075 SERİSİ	%ELEMENT	%ELEMENT	%ELEMENT
Alüminyum	60.86	90.90	94.92
Bakır	4.87	7.28	3.23
Silikon	0.23	0.35	0.35
Demir	0.21	0.31	0.16
Magnezyum	0.78	1.16	1.34

Kum döküm numunelerinde (Spectrum 52–54):

- Al oranında bölgesel değişimler olduğu,
- Cu ve Mg elementlerinin bazı noktalarda yoğunlaştığı,
- Düşük soğuma hızına bağlı olarak dendritik segregasyonların belirginleştiği,
- Fe ve Si gibi elementlerin bazı bölgelerde yükseldiği görülmüştür.

Kum dökümün doğası gereği:

- Heterojen çökelti dağılımı
- Element segregasyonu
- Geniş dendritik kollar
- Gözenekli yapılar

EDS analizinde net olarak ortaya çıkmıştır.

Bu kimyasal heterojenlik, kum döküm numunelerinde elde edilen en düşük sertlik ve mukavemet değerlerinin temel nedenidir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, 7000 serisi alüminyum alaşımının kum döküm, basınçlı döküm ve ekstrüzyon + T6 yöntemleriyle üretilmiş numuneleri mekanik ve mikroyapısal açıdan karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Üretim yönteminin soğuma hızı, tane boyutu ve kimyasal homojenlik üzerinde belirleyici olduğu görülmüştür. Ekstrüzyon yöntemi en ince taneli ve homojen yapıyı sağlarken, kum döküm en kaba taneli ve en yüksek segregasyonlu yapı karakterini göstermiştir.

Sertlik sonuçlarına göre en yüksek değer ekstrüzyon + T6 grubunda, bunu basınçlı döküm ve kum döküm takip etmiştir. Bu durum, çökelti dağılımının ve tane boyutunun sertlik üzerindeki etkisini doğrulamaktadır.

Çekme testlerinde ekstrüzyon + T6 numuneleri en yüksek akma ve çekme dayanımını göstermiştir. Basınçlı döküm orta seviyede bir performans ortaya koyarken, kum döküm örnekleri gözeneklilik ve segregasyon nedeniyle en düşük mukavemet değerlerini sergilemiştir.

SEM analizleri, ekstrüzyon numunelerinde ince taneli, gözeneksiz ve yönlü deformasyonlu bir yapı bulunduğunu; basınçlı dökümde kompakt fakat çökelti homojenliğinin daha düşük olduğunu; kum dökümde ise dendritik segregasyonun belirgin olduğunu ortaya koymuştur.

EDS analizleri, ekstrüzyon + T6 numunelerinde Zn–Mg–Cu çökeltilerinin homojen olarak dağıldığını; basınçlı dökümde hızlı katılaşma nedeniyle orta derecede homojenlik sağlandığını; kum dökümde ise düşük soğuma hızı nedeniyle kimyasal heterojenliğin arttığını göstermiştir.

Mikro yapıdan elde edilen tüm bulgular, mekanik testlerle tam uyum göstermiştir.

- Homojen çökeltiler + ince taneler → daha yüksek dayanım
- Gözenek + segregasyon → daha düşük mekanik performans

Genel değerlendirmede Ekstrüzyon + T6 kombinasyonu 7000 serisi alüminyum için en yüksek performansı sunan yöntem olarak öne çıkmıştır. Bu yöntem, hem çökelme sertleşmesini en etkin şekilde gerçekleştirmekte hem de düşük porozite ile yüksek mekanik dayanım sağlamaktadır.

Bu çalışma, üretim yönteminin mikro yapı ve mekanik performans üzerindeki kritik etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır. İnce taneli, homojen çökelti yapısının elde edilmesini sağlayan Ekstrüzyon + T6 yöntemi, havacılık ve savunma gibi yüksek dayanım gerektiren uygulamalarda 7000 serisi alüminyum alaşımları için en uygun üretim alternatifi olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

Arslan, İ., Gavgalı, E., & Çolak, M. (2019). Kum Kalıba Dökülen Farklı Alüminyum Alaşımlarının Dökümünde Al5Ti1B ve Al10Sr İlavesinin Mikroyapı Özelliklere Etkisinin İncelenmesi. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, *7*(2), 237-244.

Hatch, J. E. (1984). Aluminum: Properties and physical metallurgy: ASM International. *Materials Park (OH)*, 32-36.

Kaufman, J. G. (2000). *Introduction to aluminum alloys and tempers*. ASM international.

Liu, G., Wang, Q., Liu, T., Ye, B., Jiang, H., & Ding, W. (2017). Effect of T6 heat treatment on microstructure and mechanical property of 6101/A356 bimetal fabricated by squeeze casting. *Materials Science and Engineering: A*, *696*, 208-215.

Marlaud, T., Deschamps, A., Bley, F., Lefebvre, W., & Baroux, B. (2010). Evolution of precipitate microstructures during the retrogression and re-ageing heat treatment of an Al–Zn–Mg–Cu alloy. *Acta materialia*, *58*(14), 4814-4826.

Milman, Y. V., Sirko, A., Lotsko, D., Senkov, O., & Miracle, D. (2002). Microstructure and mechanical properties of cast and wrought Al-Zn-Mg-Cu alloys modified with Zr and Sc. Materials Science Forum,

Özdamar, O. (2025). Experimental analysis and optimisation of energy consumption in bandsaw cutting of aluminium alloys. *Multidiscipline Modeling in Materials and Structures*, 1-21.

Özdamar, O., Yetmez, M., Türen, Y., Kocaman, E., & Özyiğit, H. A. (2025). Gd ve Y ilave edilmiş AZ31 magnezyum alaşımına ekstrüzyon ve çok yönlü dövme prosesinin etkisi. *Politeknik Dergisi*, *28*(2), 617-625.

Öztürk, B. (2018). *Alüminyum esaslı fittings malzemelerin tasarımı, üretimi ve özelliklerinin incelenmesi* Doktora Tezi), Kastamonu Üniversitesi].

Öztürk, B., Avcı, Ş., & Özdamar, O. (2025). Investigation of mechanical performance, corrosion resistance, and safety factor in BSP fitting. *Canadian Metallurgical Quarterly*, 1-21.

Öztürk, B., & Kara, F. (2025). A new specific carbon footprint (SCF) theory of serial aluminum alloys in hard turning. *Multidiscipline Modeling in Materials and Structures*.

Öztürk, B., & Küçük, Ö. (2025). Investigating Machinability Properties Of Cu And B4c-Reinforced 6061 Aluminum Alloys Based On Energy Consumption. *Surface Review and Letters*.

Polmear, I., StJohn, D., Nie, J.-F., & Qian, M. (2017). *Light alloys: metallurgy of the light metals*. Butterworth-Heinemann.

Raji, A. (2010). A comparative analysis of grain size and mechanical properties of Al-Si alloy components produced by different casting methods. *AU JT*, *13*(3), 158-164.

Sunar, T., & Özyürek, D. (2020). T6 ve Yüksek Sıcaklık Ön-Çökeltme HTPP Isıl İşleminin AA7075 Alüminyum Alaşımının Yüksek Sıcaklıktaki Çekme Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, *12*(2), 683-692.

Şimşek, İ., Yıldırım, M., Özyürek, D., & Tunçay, T. (2018). Aa7075 Alaşiminin T6 Isil İşleminde Yaşlandirma Süresinin Aşinma Davranişi Üzerine Etkisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, *7*(1), 42-49.

Yilmaz, R., Özyürek, D., & Kıbar, E. (2012). Yeniden Çözeltiye Alma Parametrelerinin 7075 Alüminyum Alaşimlarinin Sertlik Ve Aşinma Davranişlarina Etkisi. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University/Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *27*(2).

FDM TABANLI 3D YAZICILARDA ÜRETİM PARAMETRELERİNİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİLERİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ

Öğr. Gör. Dr. Osman ÖZDAMAR[1]
[1]Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Osmaneli Meslek Yüksekokulu, Makine, Bilecik, Türkiye.
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6353-6812, osman.ozdamar@bilecik.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, FDM tipi 3D yazıcılarla yapılan üretimlerde katman yüksekliği, dolgu oranı ve sıcaklık ayarlarının enerji tüketimine etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler, Ender 3 model yazıcı kullanılarak 40×40×40 mm boyutlarında standart küp numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Üç farklı katman yüksekliği (0,1 mm, 0,2 mm ve 0,3 mm), üç farklı dolgu oranı (%20, %50 ve %100) ve iki farklı sıcaklık seviyesi (tabla sıcaklığı: 60–80 °C, ekstrüder sıcaklığı: 200–220 °C) kombinasyonları kullanılmıştır. Her bir deneyde toplam enerji tüketimi wattmetre ile ölçülmüştür. Sonuçlar, katman yüksekliği arttıkça üretim süresinin kısaldığını, dolgu oranı ve sıcaklık yükseldikçe enerji tüketiminin arttığını göstermiştir. 60 °C tabla ve 200 °C ekstrüder sıcaklığında 0,1 mm katman yüksekliği ve %20 dolgu oranında 0,521 kWh tüketilirken, 80 °C tabla ve 220 °C ekstrüder sıcaklığında 0,3 mm katman yüksekliği ve %100 dolgu oranında 0,932 kWh enerji tüketimi ölçülmüştür. Yüzey kalitesi açısından düşük katman yüksekliği daha iyi sonuçlar verirken, enerji verimliliği bakımından orta katman yükseklikleri (0,2 mm) daha dengeli değerler sunmuştur. Bu çalışma, 3D yazıcılarda optimum üretim parametrelerinin belirlenmesinde sıcaklık, dolgu oranı ve katman yüksekliği arasındaki etkileşimin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: 3D Yazıcı, Enerji Tüketimi, Katman Yüksekliği, Dolgu Oranı, FDM, Sıcaklık

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF PRODUCTION PARAMETERS ON ENERGY CONSUMPTİON IN FDMBASED 3D PRINTERS

Abstract

In this study, the effect of layer height, infill density, and temperature settings on energy consumption in productions made with FDM-type 3D printers was experimentally investigated. The experiments were conducted on standard cube samples measuring 40×40×40 mm using an Ender 3 model printer. Three different layer heights (0.1 mm, 0.2 mm, and 0.3 mm), three different infill ratios (20%, 50%, and 100%), and two different temperature levels (bed temperature: 60–80 °C, extruder temperature: 200–220 °C) were used in combinations. Total energy consumption was measured with a wattmeter in each experiment. The results showed that production time decreased as layer height increased, while energy consumption increased as filler ratio and temperature increased. For example, at a table temperature of 60 °C and an extruder temperature of 200 °C, 0.521 kWh was consumed at a layer height of 0.1 mm and a filler ratio of 20%, while at a table temperature of 80 °C bed and 220 °C extruder temperatures, 0.3 mm layer height, and 100% infill ratio resulted in 0.932 kWh energy consumption. In terms of surface quality, lower layer heights yielded better results, while medium layer heights (0.2 mm) provided more balanced values in terms of energy efficiency. This study demonstrates that the interaction between temperature, infill ratio, and layer height must be considered when determining optimal production parameters in 3D printers.

Keywords: 3D Printer, Energy Consumption, Layer Height, Infill Density, FDM, Temperature

1. GİRİŞ

Katmanlı imalat teknolojileri (Additive Manufacturing), endüstride hızlı prototipleme ve düşük hacimli üretimlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fused Deposition Modeling (FDM) yöntemi, bu teknolojiler arasında en yaygın kullanılanıdır. FDM sürecinde termoplastik filamentler ısıtılarak ekstrüde edilir ve katman katman birleştirilerek istenilen üç boyutlu yapı elde edilir (Yermurat, Secgin, ve Taşdemir, 2023). Bu süreçte enerji tüketimi; katman yüksekliği, dolgu oranı, tabla ve ekstrüder sıcaklığı gibi birçok parametreden etkilenmektedir. Enerji verimliliği, sürdürülebilir üretim hedefleri açısından kritik öneme sahiptir. (Çerlek, Han, Akin, ve Seçgin, 2025), FFF yöntemiyle ABS malzemeden üretilen numunelerde dolgu yoğunluğu, dolgu deseni ve silikon dolgu uygulamasının mekanik performans üzerindeki etkilerini incelemiş ve en yüksek dayanımın %80 dolgu yoğunluğunda 3D Infill deseninde elde edildiğini rapor etmiştir. Bu bulgu, dolgu yapısının yalnızca mekanik değil, enerji verimliliği açısından da önemli bir parametre olduğunu göstermektedir.

Son yıllarda enerji verimliliği, katmanlı imalat süreçlerinde hem ekonomik hem de çevresel açıdan kritik bir performans göstergesi hâline gelmiştir. FDM yazıcılar nispeten düşük güç tüketimine sahip görünseler de uzun süren baskı işlemleri toplam enerji tüketimini önemli ölçüde artırabilmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar, baskı parametrelerindeki küçük değişimlerin enerji tüketiminde anlamlı farklar oluşturduğunu göstermektedir. Örneğin (Martin Baumers, Tuck, Wildman, Ashcroft, ve Hague, 2011), enerji girdilerinin baskı geometrisi ve dolgu yapısıyla doğrudan ilişkili olduğunu belirtirken; (Gebisa ve Lemu, 2019), katman yüksekliği ve sıcaklık ayarlarının enerji tüketimi üzerindeki belirleyici rolüne dikkat çekmiştir. Benzer şekilde (Lalegani Dezaki ve Mohd Ariffin, 2020), dolgu yapısının yalnızca mekanik performansı değil, enerji tüketimini de etkileyen temel bir parametre olduğunu ortaya koymuştur. Benzer şekilde (El youbi El idrissi, Laaouina, Jeghal, Tairi, ve Zaki, 2023), FDM süreçlerinde enerji tüketiminin çoğunlukla tabla ve ekstrüderin termal yönetimine bağlı olduğunu, dolayısıyla sıcaklık parametrelerinin enerji kullanımını önemli ölçüde artırdığını belirtmiştir.

Dolgu oranı ve dolgu deseni hem mekanik dayanımı hem de üretim süresini etkileyen temel parametrelerdir. (Chacón, Caminero, García-Plaza, ve Núnez, 2017), artan dolgu yoğunluğunun enerji tüketimini önemli ölçüde yükselttiğini, (J. Yang ve Liu, 2020) ise farklı infill desenlerinin baskı süresi ve enerji gereksinimini değiştirdiğini bildirmiştir. (Hassan, Jeon, Kim ve Park, 2021) ise infill yapısının enerji tüketiminde %20'nin üzerinde fark yaratabildiğini vurgulamıştır.

Sıcaklık parametreleri de enerji tüketimi üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. (Korkut ve Yavuz, 2022), tabla ve nozul sıcaklığının yükseltilmesinin enerji kullanımını artırdığını; (de Freitas ve Pegado, 2023) ise PLA malzemede sıcaklık değişimlerinin enerji tüketimi ve baskı kararlılığı üzerinde kritik bir etkiye sahip olduğunu vurgulamıştır. (Wichniarek ve Osiński, 2024), FDM baskıda hızın enerji tüketimini doğrudan etkilediğini, ancak

ilişkinin doğrusal olmadığını; bazı makinelerde baskı hızının artırılmasının baskı süresini kısaltarak toplam enerji tüketimini azaltabileceğini, bazı makinelerde ise yüksek hızın anlık güç talebini artırarak enerji tüketiminde artışa yol açabildiğini bildirmiştir. (C.-J. Yang ve Wu, 2022) ise optimum enerji verimliliğinin hız, sıcaklık ve katman yüksekliği kombinasyonuna bağlı olduğunu göstermiştir.

Enerji tüketimi ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki de literatürde sıkça ele alınmaktadır. (Faludi, Bayley, Bhogal, ve Iribarne, 2015), FDM süreçlerinin bazı geleneksel imalat tekniklerine göre daha düşük enerji yoğunluğuna sahip olduğunu ve belirtirken; (Paris, Mokhtarian, Coatanéa, Museau, ve Ituarte, 2016) enerji tüketiminin özellikle uzun süreli baskılarda çevresel etkiyi artırdığını ortaya koymuştur.

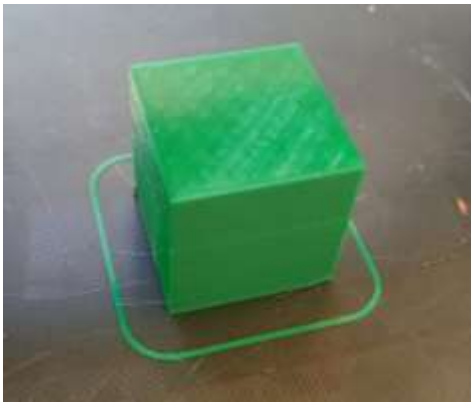
Bu çalışmalar, FDM yazıcılarda enerji tüketiminin; katman yüksekliği, dolgu oranı, sıcaklık, baskı hızı ve dolgu deseni gibi çoklu parametrelerin etkileşimiyle belirlendiğini göstermektedir. Dolayısıyla, optimum üretim koşullarının belirlenmesi hem enerji verimliliği hem de sürdürülebilir üretim açısından kritik önem taşımaktadır. Bu çalışma, FDM tabanlı bir 3D yazıcıda farklı katman yükseklikleri, dolgu oranları ve sıcaklık ayarlarının enerji tüketimine etkilerini deneysel olarak inceleyerek enerji verimliliğini artırmaya yönelik bilimsel katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Bu bağlamda, FDM yazıcılarda optimum üretim parametrelerinin belirlenmesi hem enerji tüketiminin azaltılması hem de baskı kalitesinin korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, farklı katman yüksekliği, dolgu oranı ve sıcaklık ayarlarının enerji tüketimi üzerindeki etkisini deneysel olarak inceleyerek FDM sürecinde enerji verimliliğini artırmaya yönelik bilimsel bir katkı sunmayı amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

Bu çalışma, FDM tipi 3D yazıcılarda kullanılan üretim ayarlarının enerji tüketimi üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak amacıyla planlanmış bir dizi deneyden oluşmaktadır. Deneyler, kullanıcılar arasında yaygın şekilde tercih edilen Creality Ender 3 marka 3D yazıcı ile gerçekleştirilmiştir. Baskı malzemesi olarak PLA filament kullanılmıştır. PLA'nın tercih edilme nedeni, baskı sırasında daha düşük güç tüketmesi, çevresel etkilere daha duyarlı olması ve ölçümler açısından yüksek tekrarlanabilirlik sağlamasıdır.

Tüm deneylerde, üretim parametrelerinin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini karşılaştırabilmek amacıyla 40 × 40 × 40 mm boyutlarında küp şeklinde bir test numunesi kullanılmıştır. Küp geometrisi; baskı süresine, malzeme sarfiyatına ve özellikle dolgu ve katman ayarlarına duyarlılığı nedeniyle enerji analizlerinde sıkça tercih edilen bir test modelidir. Bu sayede parametre değişimlerinin baskı süresi ve enerji tüketimi üzerindeki etkileri daha net ve karşılaştırılabilir şekilde gözlemlenebilmiştir.



Şekil 1. Ender 3 yazıcıda 40×40×40 mm PLA numunesinin baskı sürecinden bir görüntü

Deneylerde katman yüksekliği 0,1 mm, 0,2 mm ve 0,3 mm olarak seçilmiş; dolgu oranı ise %20 olarak sabit tutulmuştur. Böylece diğer değişkenlerin etkisi minimuma indirilerek, katman yüksekliğinin enerji tüketimi üzerindeki katkısı daha hassas biçimde değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Deneylerde Değiştirilen Üretim Parametreleri.

Parametre	**Seçilen Değerler / Seviyeler**
Katman yüksekliği	0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm
Dolgu oranı	%20, %50, %100
Sıcaklık ayarları	Tabla: 60, C, 80 °C
	Nozul: 200 °C ve 220 °C

Bu ayarlar hem literatürde hem de kullanıcı tecrübelerinde enerji tüketimi üzerinde en çok etkisi olduğu bilinen parametrelerdir. Dolayısıyla çalışmanın odağı bu üç parametre üzerine kurulmuştur.

Her baskıdan önce yazıcının tabla sıcaklığı ve nozul sıcaklığı belirlenen değere ulaşana kadar beklenmiş, ardından wattmetre sıfırlanarak enerji ölçümlerinin doğru başlaması sağlanmıştır. Baskı süresince wattmetre; anlık güç tüketimini, toplam enerji miktarını ve gerilim-akım değişimlerini kaydetmiştir. Baskı tamamlandığında wattmetrede görülen toplam enerji tüketimi kaydedilmiş, soğuma süresi ölçümlere dâhil edilmemiştir.



Şekil 2. Deneylerde kullanılan wattmetrenin enerji tüketimi ölçüm ekranından bir örnek.

Tüm kombinasyonlar tekrarlanarak güvenilir sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. Deneyler arasında yazıcının aşırı ısınmasının sonuçları etkilememesi için belirli bir soğuma süresine dikkat edilmiştir.

Toplanan veriler daha sonra karşılaştırmalı olarak incelenmiş; katman yüksekliği, dolgu oranı ve sıcaklık değişimlerinin enerji tüketimini nasıl etkilediği grafikler ve tablolar üzerinden değerlendirilmiştir. Böylece hangi ayarların daha verimli, hangilerinin daha fazla enerji gerektirdiği ortaya konmuştur.

3. BULGULAR

Bu bölümde, farklı katman yükseklikleri, dolgu oranları ve sıcaklık ayarları altında gerçekleştirilen deneylerin enerji tüketimi, baskı süresi ve baskı kalitesi üzerindeki etkileri ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar hem kendi içlerinde hem de literatürdeki çalışmalarla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Farklı baskı parametrelerinde ölçülen enerji tüketimi sonuçları.

Tabla Sıcaklığı (°C)	Ekstrüder Sıcaklığı (°C)	Katman Yüksekliği (mm)	Dolgu Oranı (%)	Baskı Süresi (Saat)	Filament (g)	Baskı Uzunluğu (m)	Toplam Enerji (kWh)
60	200	0.1	20	4.17	23	7.62	0.521
60	200	0.2	50	3.45	45	15.01	0.450
60	200	0.3	100	6.37	80	26.80	0.797
80	220	0.1	20	4.17	23	7.62	0.627
80	220	0.2	50	3.45	45	15.01	0.553
80	220	0.3	100	6.37	80	26.80	0.932

3.1. Katman Yüksekliğinin Etkisi

Çalışmanın en belirgin sonuçlarından biri, katman yüksekliği arttıkça baskı süresinin kısalması ve buna bağlı olarak enerji tüketiminde belirgin bir düşüş görülmesidir.

- 0,1 mm katman yüksekliği, yüksek çözünürlük sunduğu için baskı süresini uzatmış ve bu nedenle enerji tüketimi diğer ayarlara kıyasla daha fazla olmuştur.
- 0,3 mm katman yüksekliğinde ise model daha hızlı tamamlandığı için toplam enerji tüketimi düşmüş; ancak yüzey kalitesinde gözle görülür bir bozulma meydana gelmiştir.

Bu durum, literatürde (M Baumers ve ark., 2012) ve (Gebisa ve Lemu, 2019) tarafından belirtilen "baskı süresi enerji tüketimi ilişkisi" ile uyumludur. Katman inceldikçe sıcak uç (nozul) ve tabla, daha uzun süre aktif kalmakta ve bu da enerji kullanımını artırmaktadır.

Genel olarak bakıldığında, 0,2 mm katman yüksekliği hem makul baskı kalitesi sunmuş hem de enerji tüketimi açısından daha dengeli sonuçlar üretmiştir.

3.2. Dolgu Oranının Etkisi

Dolgu oranındaki değişim, çalışmanın en güçlü etki oluşturan parametrelerinden biridir.

Dolgu oranı arttıkça:

- Baskı süresi uzamış,
- Ekstrüder daha uzun süre çalışmış,
- Tabla ve nozul sıcaklıkları sabit tutulduğu için enerji tüketimi belirgin biçimde artmıştır.
- %20 dolgu kullanıldığında enerji tüketimi düşük seviyelerde kalmıştır.
- %100 dolgu ise hem baskı süresini önemli ölçüde artırmış hem de enerji tüketiminin yaklaşık iki katına çıkmasına neden olmuştur.

Bu sonuçlar, (Chacón ve ark. 2017), (J. Yang ve Liu. 2020) ve (Hassan ve ark. 2021) gibi araştırmacıların dolgu yoğunluğunun baskı süresi ve enerji tüketimi üzerindeki etkilerini vurgulayan çalışmalarıyla örtüşmektedir.

Bu nedenle dolgu oranının yalnızca mekanik dayanım için değil, enerji verimliliği açısından da kritik bir değişken olduğu anlaşılmaktadır.

3.3. Sıcaklık Ayarlarının Etkisi

Tabla ve nozul sıcaklığının artırılması, çalışmada enerji tüketimini doğrudan yükselten bir başka önemli etkendir.

- 60°C tabla ve 200 °C nozul ayarları kullanıldığında enerji tüketimi daha düşük gerçekleşmiştir.
- 80 °C tabla ve 220 °C nozul ayarlarında ise hem anlık güç çekişi artmış hem de sistemin bu sıcaklığı korumak için daha sık devreye girdiği gözlenmiştir.

Bu bulgu, (El youbi El idrissi ve ark. 2023) ve (Korkut ve Yavuz, 2022)'nin sıcaklık artışının enerji tüketimi üzerindeki etkisini açıklayan çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Özellikle tabla sıcaklığındaki artışın, güç tüketiminde nozuldan daha belirgin bir artışa yol açtığı görülmüştür. Bunun nedeni, ısıtılmış tablanın büyük bir yüzeye sahip olması ve sürekli ısı kaybetmesidir.

3.4. Parametrelerin Birlikte Etkisi

Çalışmanın önemli bulgularından biri de parametrelerin tek başına değil, birbiriyle etkileşim içinde enerji tüketimini belirlemesidir.

- 0,1 mm katman + %100 dolgu + yüksek sıcaklık kombinasyonu, en yüksek enerji tüketimine yol açmıştır.
- 0,3 mm katman + %20 dolgu + düşük sıcaklık, en düşük enerji tüketimini üretmiştir.

Ancak düşük enerji tüketen kombinasyonların hepsi yüksek baskı kalitesi sunmamaktadır. Bu nedenle optimum seçimde baskı kalitesi ve enerji verimliliği birlikte değerlendirilmelidir.

Bu bağlamda çalışma, 0,2 mm katman yüksekliği + %50 dolgu + orta seviye sıcaklık ayarlarının hem kalite hem enerji bakımından en dengeli sonuçları verdiğini göstermiştir.

Deney sonuçlarına göre, düşük katman yüksekliğinde baskı süresi artmış, ancak yüzey kalitesi iyileşmiştir. Katman yüksekliği 0,1 mm ve dolgu oranı %20 olan baskıda enerji tüketimi 0,521 kWh olarak ölçülmüştür. Katman yüksekliği 0,3 mm ve dolgu oranı %100 olduğunda ise enerji tüketimi 0,932 kWh değerine ulaşmıştır. Sıcaklık artışı da enerji tüketimini artırmıştır. Bu durum, yüksek sıcaklıkta tabla ve ekstrüderin daha uzun süre aktif kalmasından kaynaklanmaktadır. Enerji tüketimi ile yüzey kalitesi arasında ters orantı bulunmuştur; dolayısıyla optimum enerji verimliliği, 0,2 mm katman yüksekliği ve %50 dolgu oranı kombinasyonunda elde edilmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, FDM tipi 3D yazıcılarda kullanılan baskı parametrelerinin enerji tüketimi üzerindeki etkilerini daha iyi anlayabilmek amacıyla yürütülmüştür. Elde edilen bulgular, özellikle katman yüksekliği, dolgu oranı ve sıcaklık ayarlarının enerji tüketimini belirleyen temel faktörler olduğunu açık bir şekilde ortaya koymuştur. Genel olarak, enerji tüketimi; baskı süresi, dolgu miktarı ve yazıcının termal kararlılıkta kalma süresi ile yakından ilişkilidir.

Çalışmanın en net gözlemlerinden biri, katman yüksekliği arttıkça baskı süresinin kısalması ve buna bağlı olarak enerji tüketiminin düşmesidir. Ancak düşük enerji tüketimi her zaman en iyi baskı anlamına gelmemektedir; düşük katman yükseklikleri daha fazla enerji tüketse de daha yüksek yüzey kalitesi sunmaktadır. Bu nedenle kalite–enerji dengesi açısından 0,2 mm katman yüksekliği optimum bir seçenek olarak öne çıkmıştır.

Bir diğer önemli sonuç, dolgu oranının enerji tüketimi üzerindeki güçlü etkisidir. Dolgu oranı arttıkça, baskı süresi ve ekstrüderin aktif çalışma süresi belirgin biçimde uzamış, bu da toplam enerji tüketiminde ciddi artışlara neden olmuştur. Özellikle %100 dolgu hem üretim süresini hem enerji ihtiyacını en üst seviyeye çıkarmıştır. Bu sonuç, dolgu oranının yalnızca mekanik dayanımı değil enerji tüketimini de doğrudan etkileyen kritik bir parametre olduğunu göstermektedir.

Çalışma ayrıca sıcaklık ayarlarının, özellikle tabla sıcaklığının enerji tüketimi üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymuştur. Tabla sıcaklığı yükseltildiğinde, sistemin bu sıcaklığı koruyabilmek için daha fazla enerji harcadığı ve toplam tüketimin arttığı görülmüştür. Nozul sıcaklığı da enerji tüketimini etkilerken, tabla yüzey alanının geniş olması nedeniyle tabla sıcaklığının etkisi daha belirgin olmuştur.

Tüm parametreler birlikte değerlendirildiğinde, enerji tüketimini belirleyen şey tek bir değişken değil; parametrelerin birbirleriyle olan etkileşimidir. En yüksek enerji tüketimi, düşük katman yüksekliği, yüksek dolgu oranı ve yüksek sıcaklık kombinasyonlarında görülmüştür. Buna karşılık, en düşük tüketim yüksek katman yüksekliği, düşük dolgu oranı ve düşük sıcaklık ayarlarında elde edilmiştir. Ancak baskı kalitesinin de önemli olduğu durumlarda, bu ekstrem noktalar pratik çözümler sunmamaktadır.

Bu nedenle, çalışma genel olarak 0,2 mm katman yüksekliği, %50 dolgu oranı ve orta seviyede sıcaklık ayarlarının hem enerji verimliliği hem de kabul edilebilir baskı kalitesi açısından en dengeli kombinasyonu oluşturduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak bu araştırma, FDM yazıcılarda enerji tüketimini azaltmaya yönelik pratik öneriler sunmakta; üreticiler, araştırmacılar ve kullanıcılar için yol gösterici bilgiler sağlamaktadır. Gelecek çalışmalarda farklı filament türleri, yazıcı modelleri, dolgu desenleri ve baskı hızının enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin incelenmesi, elde edilen sonuçların daha geniş bir çerçevede değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca yapay zekâ destekli optimizasyon yöntemleri ile enerji tüketimini minimize eden ideal parametre kombinasyonlarının belirlenmesi, FDM üretim süreçlerinde hem ekonomik hem çevresel açıdan önemli kazanımlar sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Baumers, M., Tuck, C., Wildman, R., Ashcroft, I., & Hague, R. (2011). Energy inputs to additive manufacturing: Does capacity utilization matter? *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 225(12), 2228–2239. https://doi.org/10.1177/0954405411407646

Baumers, M., Tuck, C., Wildman, R., Ashcroft, I., Rosamond, E., & Hague, R. (2012). Combined build-time, energy consumption and cost estimation for direct metal laser sintering. *Rapid Prototyping Journal*, 18(3), 257–264. https://doi.org/10.1108/13552541211218118

Chacón, J. M., Caminero, M. A., García-Plaza, E., & Núñez, P. J. (2017). Additive manufacturing of PLA structures using fused deposition modelling: Effect of process parameters on mechanical properties and their optimal selection. *Materials & Design*, 124, 143–157. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2017.03.065

Çerlek, Ö., Han, K., Akin, Y., & Seçgin, Ö. (2025). Experimental investigation of parameters affecting the tensile strength of silicone-filled 3D printed ABS products. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 34(11), 9627–9636. https://doi.org/10.1007/s11665-025-09735-9

de Freitas, F., & Pegado, H. (2023). Impact of nozzle temperature on dimensional and mechanical characteristics of low-density PLA. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 126(3), 1629–1638. https://doi.org/10.1007/s00170-023-11152-3

El Youbi El Idrissi, M. A., Laaouina, L., Jeghal, A., Tairi, H., & Zaki, M. (2023). Modeling of energy consumption and print time for FDM 3D printing using multilayer perceptron network. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 7(4), 128. https://doi.org/10.3390/jmmp7040128

Faludi, J., Bayley, C., Bhogal, S., & Iribarne, M. (2015). Comparing environmental impacts of additive manufacturing vs traditional machining via life-cycle assessment. *Rapid Prototyping Journal*, 21(1), 14–33. https://doi.org/10.1108/RPJ-07-2013-0067

Gebisa, A. W., & Lemu, H. G. (2019). Influence of 3D printing FDM process parameters on tensile property of ULTEM 9085. *Procedia Manufacturing*, 30, 331–338. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.047

Hassan, M. R., Jeon, H. W., Kim, G., & Park, K. (2021). The effects of infill patterns and infill percentages on energy consumption in fused filament fabrication using CFR-PEEK. *Rapid Prototyping Journal*, 27(10), 1886–1899. https://doi.org/10.1108/RPJ-12-2020-0293

Korkut, V., & Yavuz, H. (2022). Examining the influential parameters on reducing both energy and time requirements in open-source 3D printers. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(1), 403–411. https://doi.org/10.21597/jist.1024741

Lalegani Dezaki, M., & Mohd Ariffin, M. K. A. (2020). The effects of combined infill patterns on mechanical properties in FDM process. *Polymers*, 12(12), 2792. https://doi.org/10.3390/polym12122792

Paris, H., Mokhtarian, H., Coatanéa, E., Museau, M., & Ituarte, I. F. (2016). Comparative environmental impacts of additive and subtractive manufacturing technologies. *CIRP Annals*, 65(1), 29–32. https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.04.036

Wichniarek, R., & Osiński, F. (2024). Assessing energy efficiency in desktop-size FFF 3D printers. *Applied Sciences*, 14(24), 11819. https://doi.org/10.3390/app142411819

Yang, C.-J., & Wu, S.-S. (2022). Sustainable manufacturing decisions through the optimization of printing parameters in 3D printing. *Applied Sciences*, 12(19), 10060. https://doi.org/10.3390/app121910060

Yang, J., & Liu, Y. (2020). Energy, time and material consumption modelling for fused deposition modelling process. *Procedia CIRP*, 90, 510–515. https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.118

Yermurat, B., Seçgin, O., & Taşdemir, V. (2023). Multi-material additive manufacturing: Investigation of the combined use of ABS and PLA in the same structure. *Materials Testing*, 65(7), 1119–1126. https://doi.org/10.1515/mt-2022-0135

DİŞ HEKİMLİĞİ EĞİTİMİNDE YAŞAM BECERİLERİNİN ULUSAL VE ULUSLARARASI STANDART BELGELER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş. Gör. Dr., Numan BADEMLİ (Birinci yazar)[1]

[1]Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Eğitimi, nbademli@mehmetakif.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6255-1073

Özet

Bu çalışmanın amacı, diş hekimliği eğitiminde yaşam becerilerinin ulusal ve uluslararası standart belgelerdeki konumunu karşılaştırmalı olarak incelemektir. Çalışma, modern diş hekimliği eğitiminin yalnızca teknik beceriler değil, aynı zamanda etik, duygusal ve sosyal yeterlikler gerektirdiği varsayımından hareket etmektedir. Araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi yaklaşımıyla yürütülmüştür. İnceleme kapsamına uluslararası belgelerden ADEE-GED (2017/2024), ADEA (2017), GDC (2025) ve AB Direktifi (2005/36/EC); ulusal düzeyde ise DUÇEP (2024) alınmıştır. Belgeler, Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 1997) ve OECD (2018) yaşam becerileri sınıflandırmaları temel alınarak yedi tema (karar verme, eleştirel düşünme, iletişim, öz farkındalık, empati, etik farkındalık ve yaşam boyu öğrenme) doğrultusunda analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre ADEE, ADEA ve GDC belgeleri yaşam becerilerini açık, ölçülebilir ve değerlendirilebilir öğrenme çıktılarıyla tanımlarken; AB Direktifi bu becerilere dolaylı biçimde yer vermekte, DUÇEP ise yaşam becerilerini açıkça tanımlamakla birlikte ölçme-değerlendirme boyutunda geliştirilmeye açıktır. Özellikle öz farkındalık, reflektif uygulama ve duygusal dayanıklılık alanlarında uluslararası örneklerle uyum potansiyeli dikkat çekicidir. Bulgular, yaşam becerilerinin diş hekimliği eğitiminin etik, profesyonel ve psikososyal temellerini güçlendirdiğini göstermektedir. Türkiye'de DUÇEP'in uluslararası standartlarla daha yüksek uyum sağlayabilmesi için yaşam becerilerinin müfredata açık, ölçülebilir ve davranış temelli biçimde entegrasyonu önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Diş Hekimliği Eğitimi, Yaşam Becerileri, Profesyonellik.

EVALUATION OF LİFE SKILLS IN DENTAL EDUCATION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF NATIONAL AND INTERNATIONAL STANDARDS

Abstract

This study aims to comparatively analyze the representation of life skills within national and international standards of dental education. It is grounded on the assumption that contemporary dental education requires not only technical proficiency but also ethical awareness, emotional intelligence, and psychosocial competence. A qualitative document analysis design was employed. The documents reviewed included international frameworks—ADEE-GED (2017/2024), ADEA (2017), GDC (2025), and the EU Directive 2005/36/EC—alongside the national standard DUÇEP (2024). Each document was analyzed thematically according to the World Health Organization (1997) and OECD (2018) classifications of life skills, covering seven domains: decision-making, critical thinking, communication, self-awareness, empathy, ethical awareness, and lifelong learning. Findings indicate that the ADEE, ADEA, and GDC frameworks define life skills as explicit, measurable, and assessable learning outcomes, while the EU Directive references them implicitly. The DUÇEP (2024) document explicitly includes life skills but lacks detailed assessment mechanisms. Notably, Turkish dental education demonstrates strong potential for alignment with international frameworks, especially in self-awareness, reflective practice, and emotional resilience. Life skills constitute the ethical, professional, and psychosocial foundation of modern dental education. For greater international alignment, it is recommended that the DUÇEP framework explicitly integrates life skills into the curriculum through behavior-based and assessable outcomes.

Keywords: Dentistry Education, Life Skills, Professionalism

GEBELİKTE TOKOFOBİ (DOĞUM KORKUSU): NEDENLERİ, SONUÇLARI VE BAŞ ETME YÖNTEMLERİ

Ebe Ayşe ŞENGÜL[1]/ Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN[2]
[1]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ebelik Bölümü, aysearslan20@gmail.com, 009-006-9700-4121
[2]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, ozralp60@gmail.com, 0000-0002-2264-2886

Özet

Kadın yaşamının çok özel olmasının yanı sıra oldukça hassas dönemlerinden biri olan gebelik, yaşanan hormonal, fiziksel ve duygusal değişimler ve doğuma ilişkin belirsizlikler nedeniyle çoğu kadında kaygı ve korku meydana getirebilmektedir. Doğum korkusu (Tokofobia); doğumun uzaması, ağrı duyma endişesi, sezaryen ya da müdahaleli doğum gereksinimi, kontrolü kaybetme hissi, sağlık personeliyle iletişim güçlüğü gibi faktörlerin etkisiyle ortaya çıkabilmektedir. Yapılan araştırmalar da doğum korkusu yüksek olan gebelerde doğum sırasında analjezik ihtiyacının arttığı, doğum süresinin uzadığı ve sezaryen oranlarının yükseldiğini göstermektedir. Doğum korkusu bunun yanı sıra doğum deneyimini olumsuz etkileyerek annelerin kendine güvenini azaltmakta, anne-bebek bağlanmasını geciktirebilmekte ve postpartum depresyon riskini artırmaktadır. Bundan dolayı gebelik sürecinde doğum korkusunun erken tanımlanması, doğuma hazırlık eğitimi, psikolojik destek ve güven temelli doğum ortamı sağlanması çok önemlidir. Önceki araştırmalarda bilişsel-davranışçı yaklaşımlar gibi psiko-eğitimsel yöntemlerin, ebe desteği, danışmanlığının ve doğum öncesi eğitim programlarının doğum korkusunu azalttığı tespit edilmiştir. Bu derlemede, gebelikte doğum korkusunun nedenleri, doğum süreci üzerindeki etkileri ve gebelikte doğum korkusuyla baş etme yöntemlerini literatür kapsamında inceleyerek gelecekteki araştırmalara ve klinik uygulamalara katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Doğum korkusu, tokofobi, gebelik, ebelik

TOKOPHOBIA (FEAR OF CHILDBIRTH) DURING PREGNANCY: CAUSES, CONSEQUENCES, AND COPING STRATEGIES

Abstract

Pregnancy, one of the most special yet highly sensitive periods in a woman's life, can cause anxiety and fear in many women due to the hormonal, physical and emotional changes experienced and the uncertainties surrounding childbirth. Fear of childbirth (tokophobia) can arise due to factors such as prolonged labour, anxiety about pain, the need for a caesarean section or assisted delivery, a feeling of loss of control, and difficulty communicating with healthcare personnel. Studies have also shown that pregnant women with high levels of fear of childbirth have an increased need for analgesics during labour, longer labour times, and higher caesarean section rates. In addition, fear of childbirth negatively affects the birth experience, reducing mothers' self-confidence, delaying mother-baby bonding, and increasing the risk of postpartum depression. Therefore, early identification of fear of childbirth during pregnancy, childbirth preparation education, psychological support, and providing a confidence-based childbirth environment are crucial. Previous studies have found that psycho-educational methods such as cognitive-behavioral approaches, midwife support, counselling, and prenatal education programs reduce fear of childbirth. This review aims to contribute to future research and clinical practice by examining the causes of fear of childbirth during pregnancy, its effects on the birth process, and methods for coping with fear of childbirth within the scope of the literature.

Keywords: Fear of childbirth, tokophobia, pregnancy, midwifery

1. GİRİŞ

Doğum korkusu olarak da bilinen tokofobi olgusu, anne sağlığı ve doğum deneyimleri üzerindeki önemli etkileri nedeniyle hem klinik hem de akademik ortamlarda giderek daha fazla ilgi görmektedir. Doğumla ilgili bir miktar kaygı yaygın olsa da tokofobi tipik endişelerin ötesine geçerek, bir kadının hamilelik boyunca psikolojik sağlığını bozabilecek ve doğum yapma kararını tamamen etkileyebilecek yaygın bir korku olarak ortaya çıkar (Rachmah vd., 2024). Bu korku, önceki doğum deneyimlerinden kaynaklanan kişisel travma, doğum süreciyle ilgili bilgi eksikliği veya annelik ve çocuk yetiştirmeyle ilgili kültürel beklentiler ve toplumsal baskılar gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabilir (Ji vd., 2024; Nilsson vd., 2018).

Araştırmalar, tokofobinin yalnızca anne adayı için değil (örneğin artan kaygı ve stres gibi), aynı zamanda fetal sonuçlar için de ciddi sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir; çünkü anne ruh sağlığı hem doğum süresini hem de yenidoğan gelişimini etkileyebilir (Fernández-Alonso vd., 2023; Rúger-Navarrete vd., 2023). Tokofobinin nedenlerini ve çeşitli tezahürlerini anlamak, etkili başa çıkma stratejileri ve psiko-eğitimsel müdahaleler geliştirmek için çok önemlidir. Literatür, psikoeğitim ve destek sistemlerini içeren müdahalelerin hamile kadınlar arasındaki korku yoğunluğunu önemli ölçüde azaltabileceğini, doğum deneyimlerini ve psikolojik dayanıklılıklarını artırabileceğini göstermektedir (Kalok vd., 2025a; Kalok vd., 2025b).

Ayrıca, başa çıkma mekanizmaları ile ilgili yapılan incelemeler, hamile kadınların doğum korkularına yanıt olarak benimsedikleri farklı yaklaşımları ortaya koymaktadır. Sosyal destek arama ve doğum öncesi eğitime katılma gibi olumlu başa çıkma stratejileri, daha düşük seviyelerde tokofobi ve anksiyete ile ilişkilidir (Lebni vd., 2020). Tersine, kaçınma veya inkâr korkuyu sürdürebilir ve bu da doğum öncesi bakım sırasında kişiye özel psikolojik desteğe olan ihtiyacı göstermektedir (Melender, 2002). Bu çalışma, tokofobinin nedenlerini, anne ve yenidoğan sağlığı üzerindeki sonuçlarını inceleyerek ve kadınların doğum deneyimlerini güvenle geçirmelerini sağlayacak etkili başa çıkma yöntemlerini tartışarak tokofobinin karmaşıklığını derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır.

2.DOĞUM KORKUSUNUN TANIMI VE NEDENLERİ

Klinik olarak yoğun ve irrasyonel bir doğum korkusu olarak tanımlanan tokofobi, dünya çapında önemli sayıda kadını etkilemektedir. Çalışmalar, kadınların yaklaşık %14'ünün çeşitli psikolojik ve sosyal faktörlerden kaynaklanabilen bu yıpratıcı durumu yaşadığını tahmin etmektedir (Geng vd., 2023). Hamile anneler arasında yaygın olan tipik doğum kaygısının aksine, tokofobi şiddetli strese ve doğum sürecinden kaçış yolu olarak isteğe bağlı sezaryen doğum yapma isteğinin artmasına yol açabilir (Nguyen vd., 2021).

Tokofobinin kökenleri karmaşıktır ve genellikle geçmiş travmatik doğum deneyimlerinden, ağrı korkusundan veya hamilelik sırasında yetersiz tıbbi desteğin neden olduğu kaygıdan kaynaklanır (Bhatia ve Jhanjee, 2012).

Sosyal iletişim, korkunun şekillenmesinde önemli bir rol oynar; kadınlar arasında doğumla ilgili paylaşılan olumsuz hikayeler, bireysel korkuları artırabilir (Rouhe vd., 2009). Dahası, daha önce düşük yapmış olmak veya ölü doğum yapmış olmak gibi faktörler, tokofobi geliştirme olasılığını önemli ölçüde artırır; çünkü bu deneyimler genellikle sonraki gebeliklerin güvenliği ve sonuçları konusunda artan kaygıya yol açar (Makara-Studzińska vd., 2022).

3. DOĞUM KORKUSU PREVELANSI VE POPÜLASYONLAR

Doğum korkusu veya tokofobi, hamile kadınların önemli bir bölümünü etkileyen anne sağlığı açısından önemli bir endişe kaynağıdır. Araştırmalar, doğum korkusunun dünya genelinde yaygınlığının, coğrafi konum, kültürel inançlar ve bireysel psikolojik özellikler gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak %5 ila %25 arasında değiştiğini tahmin etmektedir (Johnson vd., 2019; khosravi vd., 2022). Yüksek gelirli ülkelerde, çalışmalar doğumla ilgili ciddi endişelerin yaklaşık %14 yaygınlık gösterdiğini ve diğer bağlamlarda bu oranın farklılık gösterdiğini bildirmiştir (Kalok vd., 2025b).

Doğum korkusunun yaygınlığındaki çeşitlilik, önceki doğum deneyimleri, psikolojik durumlar ve sosyal destek sistemleri gibi çeşitli faktörlere bağlanabilir. Örneğin, acil sezaryen doğum veya uzun süren doğum gibi daha önce olumsuz bir doğum deneyimi yaşayan kadınların, sonraki doğumlardan korkma olasılığı daha yüksektir (Størksen ve ark., 2015; Størksen ve ark., 2013). Ayrıca, İsveç'te yapılan bir araştırmanın bulguları, kadınların %22'sinin hamileliğin ortasında doğum korkusu yaşadığını, bu oranın hamileliğin sonuna yaklaştıkça %19'a düştüğünü göstermektedir (Johnson ve ark., 2019).

COVID-19 pandemisi, doğum korkusunun manzarasını daha da karmaşıklaştırmıştır. Fernández-Alonso ve ark., pandemi sırasında hamile kadınlar arasında kaygı düzeylerinin arttığını bildirerek, halk sağlığı krizlerinin gebelik ve doğumla ilgili korku ve kaygıları önemli ölçüde artırabileceğini vurgulamıştır (Fernández-Alonso ve ark., 2023).

İlginçtir ki, araştırmalar doğum korkusunun yalnızca gelişmiş ülkelerdeki anne adaylarıyla sınırlı olmadığını, düşük gelirli ülkelerdeki kadınları da kapsadığını göstermektedir. Malavi'de yapılan bir çalışma, kadınların farklı doğum uygulamalarına, tıbbi kaynaklara ve kültürel bağlamlara rağmen benzer korku ve kaygı düzeyleriyle karşı karşıya olduğunu göstermiştir (Khwepeya ve ark., 2018). Bu durum, doğum korkusunun evrensel bir sorun olduğunu, çeşitli nüfusları ve sosyoekonomik bağlamları kapsadığını ve bu nedenle etkili bir şekilde ele alınması için kişiye özel yaklaşımlar gerektirdiğini göstermektedir. Kırsal kesimlerde doğum korkusu da önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Hindistan, Karnataka'daki hamile kadınlar arasında yapılan bir araştırma, doğumla ilişkili korkunun önemli bir yaygınlık gösterdiğini ortaya koymuş ve kültürel

faktörlerin ve toplumsal beklentilerin doğum sürecini çevreleyen kaygı duygularını şiddetlendirebileceğini vurgulamıştır (Johnson ve ark., 2019).

Geniş kapsamlı düşünüldüğünde, doğum korkusu kültürel ve ekonomik sınırları aşan yaygın ve karmaşık bir sorun olmaya devam etmektedir. Farklı popülasyonlarda yaygınlığının anlaşılması, hamile kadınların ruh sağlığı ihtiyaçlarının karşılanması ve doğum sırasında anne deneyimlerinin iyileştirilmesi için doğum öncesi bakım uygulamalarının iyileştirilmesi açısından çok önemlidir.

4. DOĞUM KORKUSUNUN SINIFLANDIRMASI

Genellikle yoğun doğum korkusu (tokofobi), iki temel kategoriye ayrılmaktadır. Birincil tokofobi ve ikincil tokofobi olarak bu sınıflamayaı ifade edebililirz. ***Birincil tokofobi***; genellikle ilk kez anne olanları etkiler ve doğum deneyimiyle ilgili beklentisel kaygı ile karakterizedir. Bu kaygı, doğumun fiziksel ve psikolojik zorluklarıyla ilgili endişelerden kaynaklanır (Rachmah vd., 2024; Kattan ve Albarraq, 2023). Birincil tokofobi yaşayan kadınlar genellikle doğum konusunda panik, korku ve kaygı gibi belirtiler gösterir ve bu da onları elektif sezaryen doğumlara yönlendirebilir veya gebelikten tamamen kaçınmalarına yol açabilir (Saisto ve Halmesmäki, 2003).

Buna karşılık, ***ikincil tokofobi;*** genellikle daha önce doğum yapmış kadınlarda, özellikle de geçmiş deneyimleri travmatik veya komplikasyonlarla gölgelenmişse ortaya çıkar (Rachmah vd., 2024; Gerges vd., 2024). Bu korku, önceki bir doğum sırasında yaşanan fiziksel travmadan veya yetersiz tıbbi bakımla ilişkili çaresizlik hissi gibi deneyimle ilişkili duygusal sıkıntılardan kaynaklanabilir (Erbil vd., 2025). Araştırmalar, travmatik doğum deneyimleri yaşayan kadınların sonraki gebeliklerinde tokofobi geliştirme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir; çünkü önceki olumsuz deneyimler, doğum algılarını ve beklentilerini etkilemektedir (Rouhe vd., 2011).

Prenatal Depresyon Belirtisi Şeklindeki Tokofobi: Tokofobi ve depresyon arasındaki ilişki de önemlidir, çünkü doğum korkusu depresif semptomlarla birlikte var olabilir veya onları şiddetlendirebilir. Çalışmalar, tokofobi yaşayan kadınların doğum sonrası depresyon geliştirme riskinin daha yüksek olduğunu ve korkunun tetikleyici bir faktör olduğunu göstermiştir (Räisänen vd., 2013; Haines vd., 2015; Uçar, Gölbaşı,2015). Hem doğum korkusu hem de depresyon birbiriyle bağlantılı olabilir; Depresyondan muzdarip kadınlar doğumu daha da korkutucu bir süreç olarak algılayabilir ve bu da kaygılarının şiddetlenmesine yol açabilir (Garthus-Niegel vd., 2014). Öte yandan, tokofobiyle ilişkili artan stres seviyeleri, hamilelik sırasında ve sonrasında depresif semptomların başlamasına katkıda bulunarak korku ve duygusal sıkıntıdan oluşan kısır bir döngü yaratabilir (Kalok vd., 2025).

Depresyon da dahil olmak üzere ruhsal sağlık sorunlarının yaygınlığı, doğumdan korkan kadınlarda, korkmayan kadınlara kıyasla belirgin şekilde daha yüksektir (Rouhe vd., 2011; Saisto ve Halmesmäki, 2003). Örneğin, Rouhe vd. (2011), doğum korkusu olan kadınlarda, doğum korkusu olmayan kadınlara kıyasla iki kat daha fazla depresyon ve anksiyete bozukluğu yaygınlığı olduğunu bulmuştur (Räisänen vd., 2013). Bu nedenle, doğum öncesi bakım sırasında tokofobiyle mücadele etmek, yalnızca anne ruh sağlığını iyileştirmek için değil, aynı zamanda genel doğum deneyimlerini geliştirmek için de hayati önem taşımaktadır.

5. DOĞUM KORKUSUNUN NEDENLERİ VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Doğum korkusunun nedenleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde annenin yaşı, eğitim durumu, primipar olmak, olumsuz cinsel veya doğum deneyimine sahip olmak, annenin psikolojik sorunlarının olması, stres, sosyal desteğin olmayışı, sosyal fobi, işsizlik gibi durumların ele alındığı görülmektedir. Anne yaşı ve eğitim durumu, sağlık okuryazarlığı, algılanan öz yeterlilik ve destekleyici kaynaklara erişimdeki farklılıklarla ilişkili olabilecek demografik göstergelerdir. İlk doğum deneyimi (ilk kez doğum yapmak), doğum sürecine aşina olmamaktan kaynaklanan artan belirsizlik ve kaygı ile sıklıkla ilişkilendirilir. Olumsuz cinsel veya önceki doğum deneyimleri, travmayla ilişkili tepkilere yol açarak sonraki gebeliklerde beklentisel korkuyu artırabilir. Kaygı bozuklukları ve stres gibi psikolojik sorunlar, doğumun tehdit edici olarak algılanmasına yol açan bilişsel ve duygusal yatkınlık yaratan faktörler olarak kabul edilmektedir. Sosyal destek eksikliği de köklü bir etkendir; çünkü güçlü destek ağları genellikle psikolojik sıkıntıyı dengeler ve hamilelik sırasında başa çıkma mekanizmalarını güçlendirir. Sosyal fobi, klinik ortamlarda algılanan yargıya veya kontrol kaybına duyarlılığı artırarak korkuları daha da şiddetlendirebilir. Son olarak, işsizlik, perinatal anksiyeteye karşı artan hassasiyet ve destekleyici bakıma erişimin azalmasıyla ilişkili olan sosyoekonomik stresin bir göstergesi olabilir (Demirsoy ve Aksu, 2015; Uçar ve Gölbaşı, 2015; Sezen ve Ünsalver, 2018; Arslantaş vd., 2020; Bilge vd., 2022; Bülez ve Kul Uçtu, 2022).

Doğum korkusunun sonuçları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde preterm eylem, acil sezaryen doğum, doğum süresinin uzaması, diztozi, travma sonrası stres bozukluğu, fetal distres, postpartum depresyon, prenetal bağlanma, sezaryen tercihinin artması, anne-bebek bağlanması gibi durumların ele alındığı görülmektedir (Aksoy, 2015; Uçar ve Gölbaşı, 2015; Sarı ve Gürhan, 2024).

Doğum korkusuyla baş etme yöntemleri incelendiğinde doğuma hazırlık sınıfları (gebe eğitim sınıfları), müzik terapisi, ebelik desteği, nefes farkındalık, bireysel danışmanlık programı, NLP (Nöro Linguistik Programlama) teknikleri, EFT (Emotional Freedom Technique- Duygusal Özgürlük Tekniği), DoFES (Doğumda Farkındalık Eğitim Sınıfı) Programı, hipnobirthing felsefesine dayalı destekleyici bakım, roy uyum modeli aralıklı doğum

desteği girişimi ve hemşirelik desteği gibi durumların ele alındığı görülmektedir (Demirsoy ve Aksu, 2015; Çiftçi vd., 2022).

Literatürde doğum korkusuna katkıda bulunduğu tespit edilen bir dizi psikososyal, demografik ve deneyimsel faktör incelenmektedir (Laursen vd., 2008; Erbil vd., 2025; Kalok vd., 2025). Perinatal psikoloji ve doğum araştırmalarında doğum korkusu, hem bireysel hem de çevresel değişkenlerden etkilenen çok faktörlü bir yapı olarak kavramsallaştırılmaktadır. Listelenen faktörler -anne yaşı, eğitim düzeyi, ilk doğum, önceki olumsuz cinsel veya doğum deneyimleri, psikolojik zorluklar, stres, yetersiz sosyal destek, sosyal fobi ve işsizlik- bu araştırma grubunda sıklıkla incelenen belirleyicileri yansıtmaktadır. Anne yaşı ve eğitim durumu, sağlık okuryazarlığı, algılanan öz yeterlilik ve destekleyici kaynaklara erişimdeki farklılıklarla ilişkili olabilecek demografik göstergelerdir. İlk doğum deneyimi (ilk kez doğum yapmak), doğum sürecine aşina olmamaktan kaynaklanan artan belirsizlik ve kaygı ile sıklıkla ilişkilendirilir. Olumsuz cinsel veya önceki doğum deneyimleri, travmayla ilişkili tepkilere yol açarak sonraki gebeliklerde beklentisel korkuyu artırabilir. Kaygı bozuklukları ve stres gibi psikolojik sorunlar, doğumun tehdit edici olarak algılanmasına yol açan bilişsel ve duygusal yatkınlık yaratan faktörler olarak kabul edilmektedir. Sosyal destek eksikliği de köklü bir etkendir; çünkü güçlü destek ağları genellikle psikolojik sıkıntıyı dengeler ve hamilelik sırasında başa çıkma mekanizmalarını güçlendirir. Sosyal fobi, klinik ortamlarda algılanan yargıya veya kontrol kaybına duyarlılığı artırarak korkuları daha da şiddetlendirebilir. Son olarak, işsizlik, perinatal anksiyeteye karşı artan hassasiyet ve destekleyici bakıma erişimin azalmasıyla ilişkili olan sosyoekonomik stresin bir göstergesi olabilir (Laursen vd., 2008; Størksen vd., 2013; Bdier vd., 2023; Oğur vd., 2023)

Ampirik araştırmalarda bir dizi klinik ve psikolojik sonuç doğum korkusuyla ilişkilendirilmektedir. Perinatal sağlık literatüründe doğum korkusu, yalnızca duygusal veya bilişsel bir tepki olarak değil, aynı zamanda obstetrik süreçleri, anne ruh sağlığını ve erken ebeveyn-bebek ilişkilerini etkileyebilecek bir faktör olarak da anlaşılmaktadır (Hildingsson ve Rubertson, 2022) Listelenen sonuçlar; - erken doğum, acil sezaryen doğum, uzamış doğum, distosi, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB), fetal sıkıntı, doğum sonrası depresyon, doğum öncesi bağlanmada değişiklikler, sezaryen doğum tercihinin artması ve anne-bebek bağlanma sonuçlar- hem fizyolojik hem de psikososyal alanları yansıtmaktadır. Fizyolojik bir bakış açısından, doğum korkusu ile ilişkili artan anksiyete ve stres, nöroendokrin işlevleri etkileyerek erken doğum başlangıcına katkıda bulunabilir veya normal doğum sürecini engelleyebilir, böylece distosi riskini ve acil obstetrik müdahale olasılığını artırabilir. Korku kaynaklı gerginlik ve ağrı algısındaki düzensizlik de doğumu uzatabilir ve anne-bebek dolaşımını zorlaştırarak potansiyel olarak fetal sıkıntıya yol açabilir. Psikolojik olarak, yüksek doğum korkusu seviyelerine sahip kadınlar, özellikle doğum deneyimi kontrol edilemez veya tehdit edici olarak algılandığında, doğum

sonrası travma sonrası stres belirtileri geliştirme riski altındadır. Doğum korkusu, benzer şekilde doğum sonrası depresyonla da bağlantılıdır; çünkü kronik doğum öncesi kaygı, duygusal dayanıklılığı zayıflatabilir ve anneliğe geçişi sekteye uğratabilir. Doğum korkusu ayrıca karar alma davranışlarını da etkileyebilir; özellikle de annelerin vajinal doğumla ilişkili beklenen ağrı veya algılanan tehlikeden kaçınma aracı olarak sezaryen doğumu tercih etmelerini artırabilir. Ek olarak, doğum korkusu ve doğumla ilgili meşguliyet, hamilelik sırasında duygusal erişilebilirliği azaltabilir, bu da doğum öncesi bağın zayıflamasına ve bazı durumlarda doğumdan sonra anne-bebek bağının erken döneminde zorluklara yol açabilir (Hofberg ve Brockington, 2000; Waldenström vd., 2006; Laursen vd., 2009; Størksen vd., 2015; Heumen vd., 2018; Hildingsson ve Rubertsson, 2022).

6. DOĞUM KORKUSUNU AZALTMA VEYA YÖNETMEDE EBENİN ROLÜ

Literatürde doğum korkusunu azaltma veya yönetme yöntemleri olarak araştırılan çeşitli müdahaleler incelenmektedir. Bu yaklaşımlar, doğum korkusununun çok faktörlü yapısını ve perinatal bakımda bütünsel müdahale stratejilerine olan ihtiyacı yansıtan eğitimsel, psikolojik, davranışsal ve destekleyici bakım yöntemlerini kapsamaktadır (Duncan vd., 2017; Poorjandaghi vd., 2020; Mostafa Amer vd., 2022).

Doğum hazırlığı veya gebelik eğitimi dersleri en yaygın kullanılan stratejilerden biridir ve bilgiyi geliştirerek, algılanan kontrolü artırarak ve doğum süreciyle ilgili öz yeterliliği artırarak korkuyu azaltmayı amaçlamaktadır. Bu dersler genellikle doğum fizyolojisi, başa çıkma stratejileri ve hastane prosedürleri hakkında bilgi içerir ve böylece doğum korkusuna katkıda bulunan temel faktörlerden biri olan belirsizliği azaltır (Poorjandaghi vd., 2020). Ebelerin doğum korkusunu hafifletmek için uyguladıkları temel müdahalelerden biri psikoeğitimdir. Ebe liderliğindeki psikoeğitim stratejileri gebe kadınlarda kaygı düzeylerini önemli ölçüde azaltmaktadır (Gaffari vd., 2022). Psikoeğitimin kadınların doğum sürecini anlamalarına yardımcı olarak doğumla ilgili yanlış anlamaları ve korkuları azaltmaktadır (Aydın ve Aktaş, 2021). Ayrıca bilinen bir ebenin hamileliği boyunca ve doğum sırasında anneye bakması da korkuyu azaltmada kritik öneme sahiptir (Hildingsson vd., 2019). Ebeler ayrıca farkındalık, gevşeme ve müzik terapisi gibi terapötik tekniklerin bakım uygulamalarına dahil edilmesini kolaylaştırır (Saisto vd., 2006). Ebeler aracılığıyla doğum eğitimi alan kadınların doğum deneyimlerini olumlu algılama ve daha düşük korku seviyeleri bildirme olasılıkları bulunmaktadır (Avcı, 2024). Ayrıca, ebelerin sağladığı duygusal destek, anne-bebek arasında daha iyi bir bağ kurulmasını sağlayarak depresyon ve kaygı gibi doğum sonrası komplikasyonların azaltılmasına yardımcı olabilir (Hildingsson vd., 2019). Kadınların gebelik sürecinde doğuma yönelik korkularını azaltmak ve öz-yeterlilik düzeylerini artırmak için ebeler; gebeleri gözlemlemeli, çeşitli geçerlik güvenirliği yapılmış ölçeklerle değerlendirmeli ve doğumda öz yeterliliği düşük olan kadınların stres ve korkularını gidermeye yönelik girişimlerde bulunmalıdırlar. Doğum hazırlık için

kadınları antenatal dönemden itibaren takip edip, öz yeterlilik düzeyini artırmak için eğitimler ve danışmanlık vererek kadınları normal doğuma hazırlayarak, normal doğum eyleminin nasıl gerçekleşeceği konusunda, doğum eylemine kadınları katılımı konusunda danışmanlık ve eğitim verebilirler (Kahraman ve Alparslan, 2022).

Müzik terapisi, nefes farkındalığı uygulamaları ve hipnodoğum felsefesine dayalı destekleyici bakım gibi tamamlayıcı ve bütünleştirici terapiler, stres tepkilerini düzenlemek için tasarlanmıştır. Rahatlamayı teşvik eder, otonom sinir sistemi aktivitesini düzenler ve anne adaylarının hamilelik ve doğum sırasında kaygı, ağrı algısı ve duygusal gerginlikle başa çıkmalarına yardımcı olurlar (Abd Elgwad vd., 2021; Mizobata vd., 2024; Zartasha vd., 2024). Profesyonel destek bir diğer kritik boyuttur. Ebelik desteği, hemşirelik desteği ve bireysel danışmanlık programları, sürekli duygusal ve bilgilendirici desteğin annenin başa çıkma kapasitesini güçlendirebileceği anlayışına dayanır. Bu yaklaşımlar genellikle doğum sürecinde güvenlik, güçlenme ve güven duygusu geliştirmeyi amaçlar (Li vd., 2020). NLP (Nöro-Linguistik Programlama) ve EFT (Duygusal Özgürlük Tekniği) gibi psikolojik ve nörolinguistik teknikler, bazı durumlarda uyumsuz bilişleri, olumsuz doğum anılarını ve artan fizyolojik uyarılmayı ele almak için kullanılır. Kanıtlar güç bakımından farklılık gösterse de bu yöntemler korku temelli düşünce kalıplarını yeniden çerçevelemek ve bilişsel ve somatik mekanizmalar aracılığıyla kaygıyı azaltmak için tasarlanmıştır (Birner ve Große, 2021). DoFES (Doğum Farkındalığı Eğitim Sınıfı) gibi yapılandırılmış programlar ve Roy Uyum Modeli gibi teorik modellere dayalı girişimler, annenin dayanıklılığını artıran uyarlanabilir başa çıkma, bilinçli karar verme ve davranışsal stratejileri vurgular. Bu çerçevelere dayanan aralıklı doğum destek girişimleri, annelerin psikolojik ve fizyolojik ihtiyaçlarına yanıt veren bireyselleştirilmiş bakımı önceliklendirir (Birner ve Große, 2021).

7. SONUÇ

Doğum korkusu, psikolojik, sosyal, kültürel ve tıbbi faktörlerden etkilenen karmaşık ve son derece kişisel bir deneyimdir. Bu bölümde de belirtildiği gibi, nedenleri geçmiş travmalardan ve destekleyici bilgi eksikliğinden toplumsal anlatılara ve tıbbi belirsizliklere kadar uzanır. Sonuçları çok geniş kapsamlı olabilir ve yalnızca bir kadının hamilelik sırasındaki duygusal refahını değil, aynı zamanda doğum tercihlerini, klinik sonuçlarını, doğum sonrası uyumunu ve doğum bakımına ilişkin uzun vadeli algılarını da etkileyebilir.

Ancak, eğitim ve terapötik müdahalelerden ebelik bakımının sürekliliğine ve kişiye özel doğum planlamasına kadar mevcut çeşitli başa çıkma stratejileri, doğum korkusunun hem anlaşılabilir hem de oldukça yönetilebilir olduğunu göstermektedir. Anne adaylarına empati ve kanıta dayalı rehberlik sunulduğunda korku, baskın bir güçten dayanıklılığı güçlendiren ve nihayetinde daha olumlu bir doğum deneyimini destekleyen bir duyguya dönüşebilir.

Bu nedenle, nedenleri anlamak, sonuçları kabul etmek ve etkili başa çıkma yöntemleri uygulamak, yalnızca anne ruh sağlığını iyileştirmek için değil, aynı zamanda saygılı ve birey merkezli bir doğum bakımı sağlamak için de önemlidir. Doğum korkusunu meşru ve çok yönlü bir olgu olarak kabul ederek, sağlık hizmeti sağlayıcıları, doğum partnerleri ve toplum bir bütün olarak, bireylerin doğuma güvenle, açıklıkla ve şefkatle yaklaşmalarına yardımcı olmada önemli bir rol oynayabilir.

8. KAYNAKLAR

Abd Elgwad, F. M., Mourad, M. Y., & Mahmoud, N. M. (2021). Effect of Benson's relaxation therapy on stress and physiological parameters among women with preeclampsia. *Alexandria Scientific Nursing Journal*, *23*(1), 63-74.

Aksoy, A. N. (2015). Doğum korkusu: Literatür değerlendirmesi. *ODÜ Tıp Dergisi*, *2*(3).

Arslantaş, H., Çoban, A., Dereboy, F., Sarı, E., Şahbaz, M., & Kurnaz, D. (2020). Son trimester gebelerde doğum korkusunu etkileyen faktörler ve doğum korkusunun postpartum depresyon ve maternal bağlanma ile ilişkisi. *Cukurova Medical Journal*, *45*(1), 239-250.

Avci, F., Goymen, A., Coskun, A., Kulhan, M., Celik, C., Duymus, A. C., & Bilgi, A. (2024). Investigation of the Relationship of Self-Efficacy in Labour And Birth Anxiety Between Primiparous and Multiparous Pregnant Women: A Descriptive Cross-Sectional Study. *International Target Medicine Journal*, *3*(1 PP: 1-27), 1-6.

Aydın, R., & Aktaş, S. (2021). Midwives' experiences of traumatic births: A systematic review and meta-synthesis. *European journal of midwifery*, *5*, 31.

Bdier, D., Mahamid, F., Fallon, V., & Amir, M. (2023). Posttraumatic stress symptoms and postpartum anxiety among palestinian women: the mediating roles of self-esteem and social support. *BMC women's health*, *23*(1), 420.

Bhatia, M. S., & Jhanjee, A. (2012). Tokophobia: A dread of pregnancy. *Industrial Psychiatry Journal*, *21*(2), 158-159.

Bilge, Ç., Dönmez, S., Olgaç, Z., & Pirinççi, F. (2022). Gebelikte doğum korkusu ve etkileyen faktörler. *Sağlık Bilimlerinde Değer*, *12*(2), 330-335.

Birner, C., & Grosse, G. (2021). Systematic review on the efficacy of interventions for fear of childbirth, anxiety and fear in pregnant women. *J Pediatr Infants*, *4*(2), 66-90.

Bülez, A., & Kul Uçtu, A. (2022). Gebelerde Sosyal Fobinin Doğum Korkusu Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Göbeklitepe Medical Science Journal*, *5*(7), 229-237.

Çiftçi, A., Karakuş, Ö., Kumral, A., Zararsız, A., & Bay, F. (2022). Türkiye'de Doğum Korkusu ile Başetme Yöntemleri Konusunda Yapılan Lisansüstü Tezler Üzerine Sistematik İnceleme. *KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *3*(1), 43-57.

Demirsoy, G., & Aksu, H. (2015). Doğum korkusunun nedenleri ve baş etme. *Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, *2*(2), 36-45.

Duncan, L. G., Cohn, M. A., Chao, M. T., Cook, J. G., Riccobono, J., & Bardacke, N. (2017). Benefits of preparing for childbirth with mindfulness training: a randomized controlled trial with active comparison. *BMC pregnancy and childbirth*, *17*(1), 140.

Erbil, N., Boyraz Yanık, H. G., & Yıldız, G. (2025). Personality Traits, Stress, Anxiety, Depression Levels, Fear of Childbirth, and Affecting Factors in Turkish University Students. *Depression and Anxiety*, *2025*(1), 5130737.

Fernández-Alonso, A. M., Pérez-López, F. R., Díaz-Goicoechea, M., Vicente-García, G., Mayoral-César, V., & Rodríguez-Castillo, C. (2023). Expectations of childbirth and anxiety in at term pregnant women during the SARS-CoV-2 pandemic in Spain: A pilot study. *Italian Journal of Gynaecology and Obstetrics, 35*(4), 503-510

Garthus-Niegel, S., von Soest, T., Knoph, C., Simonsen, T. B., Torgersen, L., & Eberhard-Gran, M. (2014). The influence of women's preferences and actual mode of delivery on post-traumatic stress symptoms following childbirth: a population-based, longitudinal study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *14*(1), 191.

Geng, W., Cao, J., Jin, L., & Wei, J. (2023). Case report: specific phobia of vaginal penetration in a pregnant patient. *Frontiers in Psychiatry*, *14*, 1218900.

Gerges, S., Yakın, E., Sakr, F., Dabbous, M., Obeid, S., & Hallit, S. (2024). Assessing primary Tokophobia among Lebanese childless men and nulliparous women: psychometric validation of the Arabic versions of the fathers' fear of childbirth scale and Tokophobia severity scale. *BMC Psychology*, *12*(1), 579.

Ghaffari, S. F., Elyasi, F., Mousavinasab, S. N., & Shahhosseini, Z. (2022). The effect of midwifery-led counseling on expectant fathers' fear of childbirth: a smartphone-based randomized controlled trial. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *22*(1), 285.

Haines, H., Pallant, J., Fenwick, J., Gamble, J., Creedy, D., Toohill, J., … & Hildingsson, I. (2015). Identifying women who are afraid of giving birth: a comparison of the fear of birth scale with the wdeq-a in a large australian cohort. *Sexual & Reproductive Healthcare, 6*(4), 204-210.

Hildingsson, I., & Rubertsson, C. (2022). Postpartum bonding and association with depressive symptoms and prenatal attachment in women with fear of birth. *BMC pregnancy and childbirth*, *22*(1), 66.

Hildingsson, I., Karlström, A., Rubertsson, C., & Haines, H. (2019). Women with fear of childbirth might benefit from having a known midwife during labour. *Women and Birth*, *32*(1), 58-63.

Hofberg, K., & Brockington, I. (2000). Tokophobia: an unreasoning dread of childbirth: a series of 26 cases. *The British Journal of Psychiatry*, *176*(1), 83-85.

Ji, K. M., Li, Z. Z., Min, H., Sun, L. P., & Zhao, Y. (2025). The trajectory and influencing factors of fear of childbirth in third trimester primiparas: a prospective longitudinal study. *Journal of Advanced Nursing*, *81*(8), 4712-4722.

Johnson, A., G, M., Jacob, R., Jessie, M., Mary, F., Agrawal, T., … & Raman, V. (2019). Fear of childbirth among pregnant women availing antenatal services in a maternity hospital in rural karnataka. *Indian Journal of Psychological Medicine, 41*(4), 318-322.

Kahraman, A., & Alparslan, Ö. (2022). Kültürlerarası bir ölçek uyarlama çalışması; normal doğuma yönelik öz-yeterlilik ölçeği. *TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 2*(3), 238-249.

Kalok, A., Kamisan Atan, I., Sharip, S., Safian, N., & Shah, S. A. (2025a). Factors influencing childbirth fear among Asian women: a scoping review. *Frontiers in Public Health*, *12*, 1448940.

Kalok, A., Kamisan Atan, I., Sharip, S., Safian, N., & Shah, S. A. (2025b). Psychosocial Determinants of Childbirth Fear Among Asian Women: A Scoping Review. *Healthcare, 13,* 1535.

Kattan, W., & Albarraq, R. (2023). Case report of tokophobia. *Medicine: Case Reports and Study Protocols*, *4*(5), e0281.

Khosravi, P., Beiranvand, S., Beiranvand, B., & Khalesi, Z. (2022). Relationship between primigravid women's awareness, attitude, fear of childbirth, and mode of delivery preference. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology X, 14,* 100143.

Khwepeya, M., Lee, G. T., Chen, S. R., & Kuo, S. Y. (2018). Childbirth fear and related factors among pregnant and postpartum women in Malawi. *BMC pregnancy and childbirth*, *18*(1), 391.

Laursen, M., Hedegaard, M., & Johansen, C. (2008). Fear of childbirth: predictors and temporal changes among nulliparous women in the Danish National Birth Cohort. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, *115*(3), 354-360.

Laursen, M., Johansen, C., & Hedegaard, M. (2009). Fear of childbirth and risk for birth complications in nulliparous women in the Danish National Birth Cohort. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, *116*(10), 1350-1355.

Lebni, J. Y., Farahani, F. K., Solhi, M., & Azar, F. E. F. (2021). Causes and grounds of childbirth fear and coping strategies used by Kurdish adolescent pregnant women in Iran: a qualitative study. *Journal of Reproduction & Infertility*, *22*(1), 47-56.

Li, C., Sun, X., Li, Q., Sun, Q., Wu, B., & Duan, D. (2020). Role of psychotherapy on antenatal depression, anxiety, and maternal quality of life: A meta-analysis. *Medicine*, *99*(27), e20947.

Makara-Studzińska, M., Zaręba, K., Kawa, N., & Matuszyk, D. (2022). Tokophobia and anxiety in pregnant women during the SARS-CoV-2 pandemic in Poland—a prospective cross-sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(2), 714.

Melender, H. L. (2002). Fears and coping strategies associated with pregnancy and childbirth in Finland. *Journal of Midwifery & Women's Health*, *47*(4), 256-263.

Mizobata, V. N., Castro, A. B., de Lima Parada, C. M. G., de Avila, M. A. G., Gibim, B. N., & Jamas, M. T. (2024). Internal Structure of the Brazilian Online Version of the Childbirth Fear Prior to Pregnancy Scale. *The Open Nursing Journal*, *18*(1).

Mostafa Amer, H., Sh Shehata, H., Hasan Alam, F., Kamal Mohamed Sweelam, R., & Mostafa Arrab, M. (2022). Effectiveness of cognitive behavioral therapy intervention on depressive symptoms and sleep quality among postnatal women. *Egyptian Journal of Health Care*, *13*(3), 940-956.

Nguyen, L. D., Nguyen, L. H., Ninh, L. T., Nguyen, H. T. T., Nguyen, A. D., Vu, L. G., ... & Ho, R. C. (2021). Fear of childbirth and preferences for prevention services among urban pregnant women in a developing country: a multicenter, cross-sectional study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(10), 5382.

Nilsson, C., Hessman, E., Sjöblom, H., Dencker, A., Jangsten, E., Mollberg, M., ... & Begley, C. (2018). Definitions, measurements and prevalence of fear of childbirth: a systematic review. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *18*(1), 28.

Oğur, N. B., Çeken, C., Oğur, Y. S., Yuvaci, H. U., Yazici, A. B., & Yazici, E. (2023). Development of an artificial intelligence-supported hybrid data management platform for monitoring depression and anxiety symptoms in the perinatal period: Pilot-scale study. *IEEE Access*, *11*, 31456-31466.

Poorjandaghi, M., Vakilian, K., Khorsandi, M., & Abdi, M. (2022). Effect of cognitive-behavioral therapy focused on self-esteem on fear of childbirth: A counseling approach in prenatal care and a randomized clinical trial. *Int J Womens Health Reproduct Sci*, *10*(1), 31-7.

Rachmah, E. N., Tjahjono, E., & Sukamto, M. E. (2024). The effect of psychoeducation on fear of childbirth: a literature review. *Proceeding of International Conference on Healthy Living (INCOHELIV)* (Volume 1, 2024), https://doi.org/10.24123/incoheliv.v1i1.6549

Räisänen, S., Lehto, S. M., Nielsen, H. S., Gissler, M., Kramer, M. R., & Heinonen, S. (2013). Fear of childbirth predicts postpartum depression: a population-based analysis of 511 422 singleton births in Finland. *BMJ open*, *3*(11), e004047.

Rouhe, H., Salmela-Aro, K., Gissler, M., Halmesmäki, E., & Saisto, T. (2011). Mental health problems common in women with fear of childbirth. *Bjog an International Journal of Obstetrics & Gynaecology, 118*(9), 1104-1111.

Rouhe, H., Salmela-Aro, K., Halmesmäki, E., & Saisto, T. (2009). Fear of childbirth according to parity, gestational age, and obstetric history. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, *116*(1), 67-73.

Rúger-Navarrete, A., Vázquez-Lara, J. M., Antúnez-Calvente, I., Rodríguez-Díaz, L., Riesco-González, F. J., Palomo-Gómez, R., ... & Fernández-Carrasco, F. J. (2023, January). Antenatal fear of childbirth as a risk factor for a bad childbirth experience. *Healthcare, 11,* 297.

Saisto, T., & Halmesmäki, E. (2003). Fear of childbirth: a neglected dilemma. *Acta Obstetricia Et Gynecologica Scandinavica, 82*(3), 201-208.

Saisto, T., Toivanen, R., Salmela-Aro, K., & Halmesmäki, E. (2006). Therapeutic group psychoeducation and relaxation in treating fear of childbirth. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica*, *85*(11), 1315-1319.

Sarı, T., & Gürhan, N. (2024). Gebelerde Psikoeğitimlerin Doğum Korkusu ve Anksiyete Semptomları Üzerine Etkisi: Meta Analiz. *Gevher Nesibe Journal of Medical and Health Sciences*, *9*(1), 1-13.

Sezen, C., & Ünsalver, B. Ö. (2018). Doğum korkusu ve sosyal destek düzeyi arasındaki ilişki: bir gözden geçirme ve pilot çalışma. *The Journal of Neurobehavioral Sciences*, *5*(1), 29-36.

Størksen, H. T., Garthus-Niegel, S., Adams, S. S., Vangen, S., & Eberhard-Gran, M. (2015). Fear of childbirth and elective caesarean section: a population-based study. *BMC pregnancy and childbirth*, *15*(1), 221.

Størksen, H., Garthus-Niegel, S., Vangen, S., & Eberhard-Gran, M. (2013). The impact of previous birth experiences on maternal fear of childbirth. *Acta Obstetricia Et Gynecologica Scandinavica, 92*(3), 318-324.

Uçar, T., & Gölbaşı, Z. (2015). Nedenleri ve Sonuçlarıyla Doğum Korkusu. *İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 4*(2), 54-58.

Van Heumen, M. A., Hollander, M. H., Van Pampus, M. G., Van Dillen, J., & Stramrood, C. A. (2018). Psychosocial predictors of postpartum posttraumatic stress disorder in women with a traumatic childbirth experience. *Frontiers in psychiatry*, *9*, 348.

Waldenström, U., Hildingsson, I., & Ryding, E. L. (2006). Antenatal fear of childbirth and its association with subsequent caesarean section and experience of childbirth. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, *113*(6), 638-646.

Zartasha, Naz, S., Khatoon, Z., Karim, S., Atiq, M., & Khattak, I. U. (2024). Effectiveness of Hypnobirthing in Reducing Anxiety Level among Pregnant Women During Childbirth: A Quasi-Experimental Study in Tertiary Care Hospital of Islamabad. *Journal of Health and Rehabilitation Research*, *4*(1), 1569-1573.

HAMİLELİKTE YAŞAM KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER: FİZİKSEL, PSİKOLOJİK VE SOSYAL BOYUTLARIN İNCELENMESİ

Ebe Ayşe ŞENGÜL[1]/ Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN[2]
[1] Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ebelik Bölümü, aysearslan20@gmail.com, 009-006-9700-4121
[2]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, ozralp60@gmail.com, 0000-0002-2264-2886

Özet

Kadın yaşam sürecinde psikolojik, fizyolojik ve sosyal değişimlerin yaşandığı önemli bir süreç olan gebelik döneminin annenin fiziksel sağlığının yanı sıra, anneye verilen sosyal destek düzeyi ile annenin psikolojik iyilik halinin de yaşam kalitesi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Gebelikte yaşam kalitesi; annenin duygusal durumu, sağlık hizmetlerine erişim düzeyi, algıladığı aile ve çevre desteği, bedensel rahatlığı, ekonomik koşullar ve gebeliğe yönelik tutumlarıyla ilişkilidir. Yapılan araştırmalar bulantı, bel ağrısı ve yorgunluk gibi fizyolojik rahatsızlıkların; stres, kaygı depresyon gibi psikolojik faktörlerle birleştiğinde yaşam kalitesi üzerinde daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bunun aksine doğuma yönelik bilgilendirme programları, düzenli doğum öncesi kontroller, olumlu beden algısı, eşin ilgisi ve yeterli sosyal destek gibi faktörler yaşam kalitesini artıran koruyucu faktörlerdir. Gebelikte yaşam kalitesinin yüksek olması sadece annenin sağlığını ilgilendiren bir durum değildir. Aynı zamanda doğum sonuçları ve fetüsün gelişimi açısından da kritik bir öneme sahiptir. Bundan dolayı ebe ve diğer sağlık profesyonelleri gebelerin fiziksel ve psikososyal ihtiyaçlarını bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmelidir. Bu çalışma gebelikte yaşam kalitesi üzerinde etkili olan fiziksel, sosyal ve psikolojik faktörleri literatür kapsamında inceleyerek, anne ve bebek sağlığının desteklenmesi konusunda önerilerde bulunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Gebelik, yaşam kalitesi, anne yaşam kalitesi, ebelik

FACTORS EFFECTING QUALITY OF LIFE DURING PREGNANCY: A REVIEW OF PHYSICAL, PSYCHOLOGICAL, AND SOCIAL DIMENSIONS

Abstract

It is known that pregnancy, an important period in a woman's life during which psychological, physiological and social changes occur, affects not only the mother's physical health but also her quality of life, along with the level of social support she receives and her psychological well-being. Quality of life during pregnancy is related to the mother's emotional state, access to healthcare, perceived family and social support, physical comfort, economic conditions, and attitudes toward pregnancy. Research shows that physiological discomfort such as nausea, back pain, and fatigue, when combined with psychological factors such as stress, anxiety, and depression, have a more negative impact on quality of life. Conversely, factors such as birth information programs, regular antenatal checkups, positive body image, spousal attention, and adequate social support are protective factors that enhance quality of life. High quality of life during pregnancy is not only a matter of maternal health; it is also critical for birth outcomes and fetal development. For this reason, midwives and other healthcare professionals should assess the physical and psychosocial needs of pregnant women using a holistic approach. This study aims to examine the physical, social and psychological factors affecting quality of life during pregnancy within the scope of the literature and to make recommendations for supporting maternal and infant health.

Keywords: Pregnancy, quality of life, maternal quality of life, midwifery

1. GİRİŞ

Hamilelik döneminde yaşam kalitesi, bireylerin bu önemli değişim döneminde nasıl hareket ettiğini etkileyen dinamik bir deneyim etkileşimiyle şekillenir. Hamilelik ilerledikçe, günlük yaşamın çeşitli boyutları değişebilir, bu da yeni talepler yaratırken aynı zamanda büyüme ve uyum fırsatları da sunabilir. Bu dönemde genel refaha katkıda bulunan unsurları anlamak, anne sağlığına bütünsel bir bakış açısı kazandırmak için çok önemlidir.

Bu çalışma, hamilelik boyunca yaşam kalitesini şekillendirebilecek temel etkileri incelemektedir. Her hamilelik kendine özgü olsa da refahı destekleyebilecek veya tehdit edebilecek temel alanları belirlemek, araştırma, klinik uygulama ve daha geniş destek sistemleri için değerli bilgiler sağlar. Bu etkileri özetleyerek, çalışma, hamile bireylerin çeşitli ihtiyaçlarının farkına varılması ve kapsamlı bakımın öneminin vurgulanması için bir temel sunmayı amaçlamaktadır.

2. HAMİLELİKTE YAŞAM KALİTESİ

Fiziksel olarak hamilelik, genellikle sabah bulantısı, yorgunluk ve hareket kabiliyetini ve genel fiziksel sağlığı etkileyen bedensel değişiklikler gibi rahatsızlıklara eşlik eder. Artan kilo, hormonal dalgalanmalar ve vücut fonksiyonlarındaki değişiklikler, fiziksel kısıtlamalara ve rahatsızlığa yol açarak zaman zaman genel yaşam kalitesini düşürebilir. Ancak bazı kadınlar, özellikle doğum öncesi yoga veya rahatsızlığı hafifletmek için tasarlanmış egzersizler yaparken, artan canlılık ve fiziksel iyilik anları yaşadıklarını bildirmektedir (Yeşilyurt vd., 2024).

Psikolojik olarak hamilelik, sevinç ve beklentiden kaygı ve korkuya kadar çok çeşitli duyguları harekete geçirebilir. Doğum düşüncesi hem heyecan verici hem de göz korkutucu olabilir. Birçok anne adayı, doğum eylemi, olası doğum komplikasyonları ve ebeveynlik sorumlulukları konusunda artan kaygı seviyeleri yaşar. Bu duygusal iniş çıkışlara, sağlıklı bir hamilelik ve bebek için toplumsal beklentiler ve kişisel umutlar da eklenir. Sağlık hizmeti sağlayıcılarından, aileden ve arkadaşlardan gelen destek, korkuları hafifletmede ve daha olumlu bir psikolojik duruma katkıda bulunmada kritik bir rol oynayabilir (Abdulai vd., 2025).

Sosyal açıdan, hamilelik sırasında yaşam kalitesi genellikle anne adayının sahip olduğu destek sistemlerinden etkilenir. Eş, aile ve arkadaşlarla ilişkiler özgüveni artırabilir veya stresi artırabilir. Destekleyici bir eş, güvenlik ve duygusal refah duygusunu önemli ölçüde artırabilirken, izolasyon veya destek eksikliği duyguları kaygı ve tatminsizliği artırabilir. Doğum öncesi gruplara veya derslere katılmak, dayanışmayı teşvik edebilir ve paylaşılan deneyimler aracılığıyla duygusal destek sağlayabilir (Kazemi vd., 2017).

Sonuç olarak, hamilelik sırasında yaşam kalitesi, fiziksel refah, duygusal sağlık ve sosyal dinamiklerin etkileşimiyle şekillenen çok yönlü bir deneyimdir. Gebelik dönemi boyunca, hem öz algı ve dayanıklılık gibi içsel faktörlerin hem de destek ağlarının kalitesi ve sağlık hizmetlerine erişim gibi dışsal faktörlerin etkisiyle

büyük ölçüde dalgalanabilir. Sonuç olarak, hamilelikte olumlu bir yaşam kalitesi yalnızca annenin refahını desteklemekle kalmaz, aynı zamanda çocuk için daha sağlıklı sonuçlar için de zemin hazırlar.

3. HAMİLELİKTE YAŞAM KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Hamilelik sırasında yaşam kalitesi, hem fizyolojik hem de psikososyal boyutlardan büyük ölçüde etkilenen çok yönlü bir konudur. Fiziksel sağlık değişiklikleri, psikososyal stres faktörleriyle birleştiğinde, hamile kadınların yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir. Çeşitli çalışmalar, hamile kadınların sıklıkla fiziksel sağlık alanlarında düşüşler yaşadığını ve bunun genel refahı etkileyerek hem anneler hem de bebekleri için çeşitli olumsuz sonuçlara yol açabileceğini göstermektedir.

3.1. Hamilelikte Yaşam Kalitesini Etkileyen Fiziksel Faktörler

Fizyolojik olarak hamilelik, kadınların vücutlarında rahatsızlığa ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesinin (YK) düşmesine neden olabilen önemli değişikliklere neden olur. Özellikle, mide bulantısı ve kusmadan kaynaklanan rahatsızlık, düşük yaşam kalitesinin bir belirleyicisi olarak yaygın olarak kabul edilmektedir ve hiperemezis gravidarum gibi ciddi vakalar, günlük yaşam işlevleri ve ruh hali üzerinde özellikle olumsuz etkilere neden olarak anne refahını ve bebek bağını olumsuz etkilemektedir (Bonis vd., 2025; Munch vd., 2010). Ankete dayalı araştırmalarda, hamile kadınlar hamilelikleri boyunca, özellikle de sonraki aşamalarda, fiziksel işlev ve canlılık puanlarında genellikle azalma bildirmektedir. Bu durum, fiziksel sağlık sorunları ile düşük yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi vurgulamaktadır (Wang vd., 2013; Chang vd., 2014).

Kilo alımı, hormonal değişimler ve vücut mekaniğindeki değişiklikler gibi meydana gelen fizyolojik değişiklikler de bir kadının fiziksel rahatlığını ve hareketliliğini önemli ölçüde etkileyebilir. Ghamgosar vd., (2022), doğum için en uygun mekanların yaratılmasının annelerin öznel refahını nasıl artırabileceğini belirtmekte ve fiziksel ortamın doğum sırasında genel yaşam kalitesinde hayati bir rol oynadığını vurgulamaktadır.

Ayrıca, hamilelikte fiziksel aktivitenin önemi göz ardı edilemez (Özdemir vd., 2017; Ünver ve Aylaz, 2017). Düzenli fiziksel aktivite hem fiziksel hem de duygusal faydalar sağlayarak anne yaşam kalitesinin iyileştirilmesiyle ilişkilendirilirken, hareketsiz yaşam tarzları daha kötü sonuçlarla ilişkilidir (Seneviratne vd., 2014; Kolu vd., 2014). Örneğin, aktif kadınlar, standartlaştırılmış yaşam kalitesi ölçümleriyle ölçülen sağlık metriklerinin, hareketsiz akranlarına kıyasla önemli ölçüde daha iyi olduğunu bildirmiştir (Seneviratne vd., 2014; Kolu vd., 2014). Rashidian vd. (2023), düzenli fiziksel aktivitenin ruh halini ve genel sağlık durumunu olumlu yönde etkileyerek yaşam kalitesini iyileştirdiğini öne sürerek, hamilelik döneminde fiziksel sağlık ile yaşam kalitesi arasındaki bağlantıyı vurgulamaktadır. Lagadec vd. (2018), özellikle artan işlevsel sınırlamalar ve rahatsızlıklar nedeniyle hamilelik ilerledikçe fiziksel yaşam kalitesinde bir düşüş olduğunu bildirmektedir.

Bu düşüş, hamilelik boyunca fiziksel aktiviteyi sürdürmeyi ve rahatsızlığı en aza indirmeyi amaçlayan müdahalelerin önemini vurgulamaktadır. Dolayısıyla egzersiz ve fizik tedavi müdahalelerinin entegrasyonu, anne refahını artırmada ve dolayısıyla yaşam kalitesini iyileştirmede önemli bir yere sahiptir (Yeşilyurt vd., 2024).

3.2. Hamilelikte Yaşam Kalitesini Etkileyen Psikolojik Faktörler

Psikolojik olarak hamilelik, sevinç ve beklentiden kaygı ve korkuya kadar çok çeşitli duyguları tetikleyebilir. Doğum yapma düşüncesi hem heyecan verici hem de göz korkutucu olabilir. Birçok anne adayı, doğum sancısı, olası doğum komplikasyonları ve ebeveynlik sorumlulukları konusunda artan kaygı seviyeleri yaşar. Bu duygusal iniş çıkışlara, sağlıklı bir hamilelik ve bebek için toplumsal beklentiler ve kişisel umutlar da eklenir. Sağlık hizmeti sağlayıcılarından, aileden ve arkadaşlardan gelen destek, korkuları hafifletmede ve daha olumlu bir psikolojik duruma katkıda bulunmada kritik bir rol oynayabilir (Derya, 2018; Özşahin vd., 2018; Dağlar vd., 2019).

Psikolojik iyilik hali, hamilelik sırasında yaşam kalitesini etkileyen bir diğer önemli faktördür. Anksiyete, depresyon ve stres, birçok hamile kadın için yaygın endişelerdir ve hem yaşam kalitelerini hem de doğum öncesi sağlıklarını olumsuz etkileyebilir. Soyemi vd. (2022), hamile kadınlarda düşük sosyal destek ile daha düşük yaşam kalitesi puanları arasında güçlü bir ilişki bulmuş ve stres ve duygusal sıkıntı gibi psikolojik faktörlerin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilediğini tespit etmiştir. Vachková vd. (2013), psikolojik değişikliklerin özellikle üçüncü trimesterde belirgin olduğunu belirterek, beklenti ve korku gibi duygusal yüklerin hamileliğin ilerleyen dönemlerinde zirveye ulaşabileceğini ve ruh sağlığını olumsuz etkileyebileceğini öne sürmüştür. Bu nedenle, danışmanlık ve akran destek ağları aracılığıyla psikolojik destek, olumlu bir yaşam kalitesini teşvik etmek için çok önemlidir.

3.3. Hamilelikte Yaşam Kalitesini Etkileyen Sosyal Faktörler

Sosyal faktörler de hamilelik sırasında yaşam kalitesini önemli ölçüde etkiler. Finansal kaygılar, ilişki dinamikleri ve destek eksikliği gibi çeşitli kaynaklardan kaynaklanan stres, fiziksel semptomları kötüleştirerek hem zihinsel hem de fiziksel sağlığı daha da kötüleştiren bir döngü yaratabilir (Kazemi vd., 2017; Shishehgar vd., 2013; Calou vd., 2014). Çalışmalar, güçlü sosyal desteğin hamilelik sırasında yüksek yaşam kalitesi ile bağlantılı olduğunu göstermektedir. Daha güçlü bir topluluk ve aile desteğine sahip kadınlar daha düşük stres, kaygı ve depresyon seviyeleri bildirmektedir (Soyemi vd., 2022; Abdulai vd., 2025). Öte yandan, yetersiz destek; kaygı ve çaresizlik duygularını şiddetlendirerek doğum sonrası depresyon ve diğer ruh sağlığı sorunlarının görülme sıklığının artmasına neden olabilir (Shishehgar vd., 2013; Abdulai vd., 2025). Kazemi vd. (2017), destekleyici ilişkilerin izolasyon ve kaygı duygularını hafifletebileceğini ve böylece bir kadının genel

yaşam kalitesini artırabileceğini vurgulayarak sosyal etkileşimlerin önemini vurgulamaktadır. Dahası, algılanan damgalama veya annelikle ilgili toplumsal beklentiler de dahil olmak üzere hamileliğin sosyal dinamikleri stres seviyelerine katkıda bulunabilir (Cheng vd., 2016). Bu nedenle, hamile kadınlar arasında bütünsel refahı ve yaşam kalitesini teşvik etmek için destekleyici bir sosyal ortamın oluşturulması esastır.

Yüksek riskli gebelikler de dahil olmak üzere kriz durumları, kadınları yaşam kalitelerini ve doğum sonuçlarını olumsuz etkileyen yüksek stres seviyelerine maruz bırakır (Kaddoura vd., 2024). Fiziksel sağlık, psikolojik refah ve sosyal destek arasındaki bu dinamik etkileşimleri anlamak, anne ve yenidoğan sağlığını iyileştirmeyi hedefleyen sağlık hizmeti sağlayıcıları için kritik öneme sahiptir.

Özetle, gebelik sırasında yaşam kalitesi, fizyolojik değişikliklerden psikososyal stres faktörlerine kadar uzanan bir dizi birbiriyle bağlantılı faktörden derinden etkilenir. Sosyal destek sistemlerini geliştirmeye ve fiziksel aktiviteyi teşvik etmeye odaklanan müdahaleler, anne sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak ve anneler ve çocukları için daha iyi sonuçlar sağlayan destekleyici bir ortam yaratmak için elzemdir.

3. YAŞAM KALİTESİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK EBELİK MÜDAHALELERİ

Annenin doğum öncesi ve doğum sonrası dönem ile ilgili konularda eğitim alma durumu, gebe ya da lohusanın yaşam kalitesinin yükselmesine önemli katkıları olan, annenin doğum, doğum sonu dönem, ailedeki yeni düzen ve beden imgesindeki değişikliklere uyum sağlamasına yardım eden önemli bir müdahaledir. Gebelikte ve doğum sonrası döneme yönelik yeterli, kaliteli ve nitelikli bir eğitim ile sağlanan destek annedeki stresi azaltmaktadır. Bu da anne adayında özgüveni artırmakta ve başarılı bir gebelik, doğum, doğum sonrası dönem yaşanmasına neden olmakta, ayrıca ebeveynliğe uyumunu da kolaylaştırmaktadır. Annenin bilgili olması ile anne kontrolü elinde tutma ve özgüven duygularını yaşarken, baş etme, sorun çözme becerileri de gelişerek yaşam kalitesinin yükseltilmesine de katkıda bulunmaktadır (Çelik, Türkoğlu & Pasinlioğlu, 2014; Demir & Taşpınar ,2021; Dağlar ve ark., 2019; Yılmaztürk, 2010).

Prenatal dönemde kaliteli bakım sunulması ile anne adayının gebeliğe uyumu, doğuma hazırlığı kolaylaşmakta ve doğum, doğum sonrası dönemlerde sağlık bakım hizmetlerinden yararlanmasını kolaylaştırmakta ve artırmaktadır. Ayrıca kadının ileri yaşam dönemlerindeki sağlık düzeyini belirlemektedir ve bu, aldığı bakımın niteliği ve kalitesi ile yakından ilişkilidir Ebe doğum sonrası uyum sürecinde annenin duygusal durumunu, bebeği ile etkileşimini ve beklenmeyen durumların anneye etkisini değerlendirmelidir. Bununla birlikte babaları doğum sonrası sürece katarak, anne-baba ve bebeğe optimal koşullar sağlanmalıdır. Ebeler ailelere, anne- baba-bebek ilişkisinin her zaman dinamik bir süreç olduğunu vurgulamalıdır. Ebelerin baba adaylarına, gebelik, doğum ve doğum sonrası dönemde ebeveynlik rollerine geçiş konusunda eğitimler vermesi ile başarılı ebeveynlik davranışları oluşmasını sağlamaktadır. Anne-bebek ve Baba-bebek etkileşiminin erken başlatılması

için anne ve abeveyn dostu hastane girişimlerinin çoğaltılarak sürdürülmesi ebelerin bakımına destekleyici katkı vermektedir (Özkan, Çakıl ve Kanbur, 2023).

4. SONUÇ

Hamilelikte yaşam kalitesinin çok yönlü boyutları incelendiğinde, çeşitli fiziksel, psikolojik ve sosyal faktörlerin anne sağlığı deneyimlerini ve sonuçlarını şekillendirmek için iç içe geçtiği görülmektedir. Bu faktörler arasında uyku kalitesi, sosyal destek, fiziksel aktivite ve beslenme alışkanlıkları yer alır ve bunlar toplu olarak hamilelikle ilgili semptomları, stres seviyelerini ve nihayetinde yaşam kalitesini etkiler. Bulantı, kusma ve duygusal sıkıntı gibi gebelikle ilişkili semptomlarla bağlantılı bir bozukluk olan uyku kalitesi niceliksel olarak önemli bir bileşendir (Sánchez vd., 2022). Kötü uykunun, gebelikte yaygın olan bel ağrısı ve huzursuz bacak sendromu gibi fiziksel rahatsızlıkları şiddetlendirdiği tespit edilmiştir (Guilloty vd., 2015). Yeterli sosyal desteğin, anne adaylarında stres ve kaygı düzeylerini dengeleyerek psikolojik refahı artırdığı gösterilmiştir (Pearce, 2017). Bu destek, ikili başa çıkma ve evlilik uyumu gibi olumlu başa çıkma stratejileriyle birleştirildiğinde, gebelikle ilişkili psikolojik streslere karşı dayanıklılığı artırır (Stennett ve Khalil, 2007).

Su sporları, pilates ve yogayı kapsayan fiziksel aktivitenin de önemli faydalar sağladığı gösterilmiştir. Düzenli egzersiz, yaygın gebelik rahatsızlıklarını hafifletebilir, ruh halini iyileştirebilir ve uyku kalitesini artırabilir (Charnley vd., 2013). Özellikle yoga ve pilates gibi aktiviteler yalnızca fiziksel zindeliği artırmakla kalmaz, aynı zamanda annelerin gebelik stresleriyle başa çıkmalarına da yardımcı olarak genel refahı olumlu yönde etkiler (Charnley vd., 2013). Öte yandan, gebelikte hareketsiz davranışların gebelik diyabeti ve obezite gibi olumsuz sonuçlarla bağlantılı olduğu ve fiziksel aktiviteye dengeli bir yaklaşımın gerekli olduğu ortaya konmuştur (Schummers vd., 2015).

Klinik olarak vücut kitle indeksi ile tanımlanan obezite, hipertansiyon ve gebelik diyabeti dahil olmak üzere gebelik komplikasyonlarıyla önemli ölçüde ilişkilidir (McKinley vd., 2015). Gebelik öncesi yüksek vücut kitle indeksi, kadınları gebelikte daha fazla kilo almaya ve ölü doğum ve sezaryen doğum gibi ilişkili risklere yatkın hale getirir (Villalobos-Rodríguez vd., 2023; Lennon vd., 2022). Akdeniz diyeti, hem anne sağlığını hem de fetal gelişimi destekleyen besin açısından yoğun gıdalara öncelik vererek ve sağlıklı gebelik kilo alımını teşvik eden yönergelerle uyumlu olarak, obezitenin bazı olumsuz etkilerini hafifletebilecek faydalı bir beslenme çerçevesi olarak ortaya çıkmıştır (Khadilkar vd., 2017).

Özellikle gebelik stresi ve kaygısıyla ilgili ruhsal sağlık sorunları, bütüncül yönetim stratejilerini gerekli kılıyor. Ruhsal müdahaleler ve sanat terapisinin duygusal dayanıklılığı ve başa çıkma mekanizmalarını geliştirmedeki etkinliği bilinmektedir (Bärebring vd., 2016). Ayrıca, yakın partner şiddeti, hamileliğin psikolojik ortamını ciddi şekilde etkileyebilir ve bu da toplum temelli müdahaleleri ve danışmanlık desteğini gerekli kılar (Manjula

vd., 2024). Anne ve fetüs açısından sonuçların iyileştirilmesinde psikolojik ve fiziksel sağlık müdahalelerinin bütünleştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, fiziksel, psikolojik ve sosyal faktörlerin etkileşimi, hamilelik sırasında yaşam kalitesini belirlemede hayati önem taşır. Uyku yönetimi, fiziksel aktivite, beslenme rehberliği ve psikolojik desteğin entegre edildiği kapsamlı yaklaşımlar hem anne hem de çocuk için sağlık sonuçlarını optimize edebilir. Bu nedenle, halk sağlığı girişimleri, genel gebelik deneyimini iyileştirmek için bu çok yönlü stratejilerin önemini vurgulamalıdır.

KAYNAKLAR

Abdulai, M., Adhikary, P., Baumann, S., Ejaz, M., Priya, A., Spelke, B., … & Sylvetsky, A. (2025). How maternal morbidities impact women's quality of life during pregnancy and postpartum in sub-saharan africa and south asia: a qualitative study. Plos Global Public Health, 5(9), e0004229. https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0004229

Bärebring, L., Bullarbo, M., Glantz, A., Agelii, M., Jagner, Å., Ellis, J., … & Augustin, H. (2016). Preeclampsia and blood pressure trajectory during pregnancy in relation to vitamin d status. Plos One, 11(3), e0152198. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152198

Bonis, M., Cimino, G., Ianes, I., Costantini, E., d'Abate, C., Centini, G., … & Martire, F. (2025). Associations of nausea and vomiting of pregnancy with maternal and fetal outcomes. Journal of Clinical Medicine, 14(12), 4300. https://doi.org/10.3390/jcm14124300

Calou, C., Pinheiro, A., Castro, R., Oliveira, M., Aquino, P., & Antezana, F. (2014). Health related quality of life of pregnant women and associated factors: an integrative review. Health, 06(18), 2375-2387. https://doi.org/10.4236/health.2014.618273

Chang, S., Chen, K., Lin, M., Lin, H., Huang, L., & Lin, W. (2014). A repeated measures study of changes in health-related quality of life during pregnancy and the relationship with obstetric factors. Journal of Advanced Nursing, 70(10), 2245-2256. https://doi.org/10.1111/jan.12374

Charnley, M., Abayomi, J., & Weeks, A. (2013). Childhood obesity is associated with maternal nutrition and gestational weight gain. Proceedings of the Nutrition Society, 72(OCE3), E157. https://doi.org/10.1017/s0029665113001808

Cheng, T. S., Loy, S. L., Cheung, Y. B., Godfrey, K. M., Gluckman, P. D., Kwek, K., ... & GUSTO study group. (2016). Demographic characteristics, health behaviors before and during pregnancy, and pregnancy and birth outcomes in mothers with different pregnancy planning status. *Prevention Science*, *17*(8), 960-969.

Çelik, A., Türkoğlu, N., & Pasinlioğlu, T. (2014). Annelerin yaşam kalitesinin belirlenmesi. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 17(3), 151-15.

Dağlar, G., Nur, N., Bilgiç, D., & Özkan, S. A. (2019). Gebelerin stresle başa çıkma tarzları ile yaşam kalitesi arasındaki ilişki. *Cukurova Medical Journal*, *44*(3), 953-959.

Demir, R, Taşpınar A. (2021). Doğum Öncesi Eğitimin Doğum Sonu Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 10(2), 154-165. https://doi.org/10.53424/balikesirsbd.794309

Derya, Y. A., Özşahin, Z., Uçar, T., Erdemoğlu, Ç., & Ünver, H. (2018). Gebelikteki yakınmaların yaşam kalitesine etkisi ile psikososyal sağlık düzeyi arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, *12*(3), 171-177.

Ghamgosar, F. D., Yazdanfar, S. A., Monfared, N. S. S., & Litkouhi, S. (2022). A Re-reading of Iranian Mothers' Perception of the Environmental Conditions of Physiologic Childbirth Spaces: An Exploratory Factor Analysis.

Guilloty, N., Soto, R., Anzalota, L., Rosario, Z., Cordero, J., & Palacios, C. (2015). Diet, pre-pregnancy bmi, and gestational weight gain in puerto rican women. Maternal and Child Health Journal, 19(11), 2453-2461. https://doi.org/10.1007/s10995-015-1764-4

Kaddoura, R., Zankar, R., Tamim, H., Bejjani, M., Mahfoud, Z., Salameh, P., … & Charafeddine, L. (2024). The impact of stress, social support, and quality of life on preterm birth: findings from a prospective cohort study.. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5362987/v1

Kazemi, F., Nahidi, F., & Kariman, N. (2017). Exploring factors behind pregnant women's quality of life in Iran: a qualitative study. *Electronic physician*, *9*(12), 5991.

Kazemi, F., Nahidi, F., & Kariman, N. (2017). Exploring factors behind pregnant women's quality of life in Iran: a qualitative study. Electronic Physician, 9(12), 5991-6001. https://doi.org/10.19082/5991

Khadilkar, A., Kajale, N., Khadilkar, V., Chiplonkar, S., & Padidela, R. (2017). Prevalence of metabolic syndrome markers among women at 1-year postpartum as per prepregnancy body mass index status: a longitudinal study. Indian Journal of Endocrinology and Metabolism, 21(5), 703-709. https://doi.org/10.4103/ijem.ijem_145_17

Kolu, P., Raitanen, J., & Luoto, R. (2014). Physical activity and health-related quality of life during pregnancy: a secondary analysis of a cluster-randomised trial. Maternal and Child Health Journal, 18(9), 2098-2105. https://doi.org/10.1007/s10995-014-1457-4

Lagadec, N., Steinecker, M., Kapassi, A., Magnier, A. M., Chastang, J., Robert, S., ... & Ibanez, G. (2018). Factors influencing the quality of life of pregnant women: a systematic review. *BMC pregnancy and childbirth*, *18*(1), 455.

Lennon, C., Voss, K., & Vitek, W. (2022). Preconception health optimization in women with polycystic ovary syndrome − how to find the time?. Current Opinion in Endocrinology Diabetes and Obesity, 29(6), 541-546. https://doi.org/10.1097/med.0000000000000781

Manjula, V. and Sarathi, S. (2024). Evaluate the effectiveness of nursing interventional package regarding pregnancy induced hypertension among pregnant women: a pilot study. South Eastern European Journal of Public Health, 2238-2243. https://doi.org/10.70135/seejph.vi.2402

McKinley, P., Monk, C., Muntner, P., Colantonio, L., Goetzl, L., Hatch, M., … & Flood, P. (2015). Beat-to-beat heart rate and blood pressure variability and hypertensive disease in pregnancy. American Journal of Perinatology, 32(11), 1050-1058. https://doi.org/10.1055/s-0035-1548542

Munch, S., Korst, L., Hernandez, G., Romero, R., & Goodwin, T. (2010). Health-related quality of life in women with nausea and vomiting of pregnancy: the importance of psychosocial context. Journal of Perinatology, 31(1), 10-20. https://doi.org/10.1038/jp.2010.54

Özdemir, Ö. Ç., Sürmeli, M., Özel, A., Yavuz, İ. E., Topçuoğlu, A., & Ankaralı, H. (2017). Gebelerde fiziksel aktivite ve yaşam kalitesi arasındaki ilişki. *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*, *22*(2), 95-102.

Özkan, H., Çakıl,M. ve Kanbur, A. (2023). Model ve kuramlarla prenatal ebelik bakımı. YOBU Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi 4 (3): 319-332.

Özşahin, Z., Erdemoğlu, Ç., & Karakayalı, Ç. (2018). Gebelikte psikososyal sağlık düzeyi ve ilişkili faktörler. *The Journal of Turkish Family Physician*, *9*(2), 34-46.

Pearce, E. (2017). Higher tsh and lower ft4 levels in pregnant women are associated with higher pregestational bmi and greater gestational weight gain. Clinical Thyroidology, 29(8), 310-311. https://doi.org/10.1089/ct.2017;29.310-311

Rashidian, S., Fathi, K., & Ghalavand, A. (2023). Comparison of Quality of life, Thyroid Hormones, and Blood Glucose in Active and Inactive Pregnant Women. *Jundishapur Scientific Medical Journal*, *22*(2), 225-236.

Sánchez, T., Meaney, S., O'Connor, C., Linehan, L., O'Donoghue, K., Byrne, M., … & Matvienko-Sikar, K. (2022). Facilitators and barriers influencing weight management behaviours during pregnancy: a meta-synthesis of qualitative research. BMC Pregnancy and Childbirth, 22(1), 682. https://doi.org/10.1186/s12884-022-04929-z

Schummers, L., Hutcheon, J., Bodnar, L., Lieberman, E., & Himes, K. (2015). Risk of adverse pregnancy outcomes by prepregnancy body mass index. Obstetrics and Gynecology, 125(1), 133-143. https://doi.org/10.1097/aog.0000000000000591

Seneviratne, S., Parry, G., McCowan, L., Ekeroma, A., Jiang, Y., Gusso, S., … & Hofman, P. (2014). Antenatal exercise in overweight and obese women and its effects on offspring and maternal health: design and rationale of the improve (improving maternal and progeny obesity via exercise) randomised controlled trial. BMC Pregnancy and Childbirth, 14(1), 148. https://doi.org/10.1186/1471-2393-14-148

Shishehgar, S., Mahmoodi, A., Dolatian, M., Mahmoodi, Z., Bakhtiary, M., & Majd, H. (2013). The relationship of social support and quality of life with the level of stress in pregnant women using the path model. Iranian Red Crescent Medical Journal, 15(7), 560-565. https://doi.org/10.5812/ircmj.12174

Soyemi, A. O., Sowunmi, O. A., Amosu, S. M., & Babalola, E. O. (2022). Depression and quality of life among pregnant women in first and third trimesters in Abeokuta: A comparative study. *South African Journal of Psychiatry*, *28*.

Stennett, A., & Khalil, R. (2007). Interactions of biologically active factors and vascular mediators during hypertension in pregnancy. Current Hypertension Reviews, 3(4), 231-241. https://doi.org/10.2174/157340207782403944

Ünver, H., & Aylaz, R. (2017). Gebelerde fiziksel egzersizin yaşam kalitesi üzerine etkisi. *Journal of Clinical Obstetrics & Gynecology*, *27*(2), 71-78.

Vachkova, E., Jezek, S., Mares, J., & Moravcova, M. (2013). The evaluation of the psychometric properties of a specific quality of life questionnaire for physiological pregnancy. *Health and quality of life outcomes*, *11*(1), 214.

Villalobos-Rodríguez, A., Cárdenas-Núñez, R., Narváez-Palacios, J., Hernández-Fuentes, Y., Bibiano-Rodríguez, C., Novelo-Salazar, M., … & Padrón-Arredondo, G. (2023). Risk factors that increase maternal morbidity in pregnant women between 30 to 34 years of age. Scirea Journal of Clinical Medicine, 8(5), 376-384. https://doi.org/10.54647/cm321176

Wang, P., Liou, S., & Cheng, C. (2013). Prediction of maternal quality of life on preterm birth and low birthweight: a longitudinal study. BMC Pregnancy and Childbirth, 13(1), 124. https://doi.org/10.1186/1471-2393-13-124

Yeşilyurt, S., Birinci, T., Taş, S., Tosun, G., Özer, M., & Özengın, N. (2024). Safety and efficacy of motor imagery-based physical activity in high-risk pregnancy: a randomized controlled study. International Journal of Gynecology & Obstetrics, 167(3), 1222-1230. https://doi.org/10.1002/ijgo.15799

Yılmaztürk, Y. (2010). Postpartum dönemindeki kadınların yaşam kalitesinin incelenmesi. Yükseklisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.

YENİDOĞAN TERMOREGÜLASYONU ÜZERİNE BİLİMSEL EĞİLİMLER: BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ

Hacer İrem GÜMÜŞ SAPANCA[1]/ Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN[2]
[1]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı, irem5805_-_@hotmail.com, https://orcid.org/0009-0000-1990-3136
[2]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı, ozgur.alparslan@gop.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-2264-2886

Özet

Bu çalışmanın amacı, yenidoğan termoregülasyonu, kanguru anne bakımı, skin-to-skin temas, preterm bebek bakımı ve emzirme ile ilişkili bilimsel üretimi kapsamlı biçimde incelemek ve alanın gelişim eğilimlerini bibliyometrik yöntemlerle ortaya koymaktır. Araştırmada Web of Science veri tabanında 1980–2025 yılları arasında yayımlanan toplam 2.194 çalışma analiz edilmiştir. Veriler BibTeX formatında dışa aktarılmış; yayın özellikleri, yıllara göre üretim eğilimleri, en etkili yazarlar, ülkeler arası iş birlikleri, atıf yapıları, anahtar kelime eş-oluşum ağları, tematik haritalar ve trend topic analizleri Bibliometrix/Biblioshiny yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular, yenidoğan termoregülasyonu alanındaki yayın sayısının özellikle 2015 sonrası hızla arttığını göstermektedir. En çok çalışma "kangaroo mother care", "skin-to-skin contact", "preterm infants", "newborn" ve "breastfeeding" temalarında yoğunlaşmıştır. Tematik harita analizine göre "care–neonatal–newborn" kümesi motor tema olarak öne çıkmış; "kangaroo mother care–mother–infants" temel temalar arasında yer almıştır. "Unexpected–sudden–collapse" niş bir alan oluştururken, "breastfeeding–study–factors" gelişmekte olan veya zayıflayan temalar olarak belirlenmiştir. Trend topic analizi, 2020 sonrası dönemde "health care", "sepsis", "nursing care", "NICU", "neonatal outcomes", "mortality", "hypothermia" ve "skin-to-skin care" gibi kavramların yükseliş gösterdiğini ortaya koymuştur. Ülke bazlı incelemede ABD, İsveç, Kanada ve Birleşik Krallık en çok atıf alan ülkeler olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak çalışma, yenidoğan termoregülasyonu alanında küresel araştırma ilgisinin hızla arttığını ve kanguru bakımı ile skin-to-skin temasın literatürde baskın temalar hâline geldiğini göstermektedir. Bulgular, aile merkezli bakım modellerinin önem kazandığını, preterm bakımına yönelik müdahalelerin güçlendiğini ve klinik uygulamalarda termoregülasyonun multidisipliner bir yaklaşım gerektirdiğini desteklemektedir.

Anahtar kelimeler: termoregülasyon, kanguru anne bakımı, bibliyometrik analiz, ebelik

SCIENTIFIC TRENDS IN NEONATAL THERMOREGULATION: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Abstract

The aim of this study is to comprehensively examine the scientific production related to neonatal thermoregulation, kangaroo mother care, skin-to-skin contact, preterm infant care, and breastfeeding, and to reveal developmental trends in the field through bibliometric methods. A total of 2,194 studies published between 1980 and 2025 in the Web of Science database were analyzed. Data were exported in BibTeX format, and publication characteristics, annual scientific production trends, most influential authors, international collaborations, citation structures, keyword co-occurrence networks, thematic maps, and trend topic analyses were evaluated using Bibliometrics/Biblioshiny software.

The findings indicate that scientific output in the field of neonatal thermoregulation has increased considerably, especially after 2015. The most frequently studied themes were “kangaroo mother care,” “skin-to-skin contact,” “preterm infants,” “newborn,” and “breastfeeding.” The thematic map analysis revealed that the “care–neonatal–newborn” cluster emerged as a motor theme, while “kangaroo mother care–mother–infants” was identified as a basic theme. The “unexpected–sudden–collapse” cluster represented a niche area, whereas “breastfeeding–study–factors” appeared as an emerging or declining theme. Trend topic analysis showed an increase in terms such as “health care,” “sepsis,” “nursing care,” “NICU,” “neonatal outcomes,” “mortality,” “hypothermia,” and “skin-to-skin care” after 2020. Country-level evaluation indicated that the United States, Sweden, Canada, and the United Kingdom were the most cited contributors.

In conclusion, this study demonstrates a rapid global increase in research interest in neonatal thermoregulation and highlights that kangaroo mother care and skin-to-skin contact have become dominant themes in literature. The findings emphasize the growing importance of family-centered care models, the strengthening of interventions for pre-term infants, and the need for a multidisciplinary approach in clinical thermoregulation practices.

Keywords: thermoregulation, kangaroo mother care, bibliometric analysis, midwifery

1. GİRİŞ

Yenidoğanın ısı kontrolü, tüm neonatal bakım süreçlerinin merkezinde yer alan kritik bir fizyolojik işlevdir ve özellikle preterm bebeklerde olgunlaşmamış termoregülasyon mekanizmaları nedeniyle daha büyük klinik önem taşımaktadır (WHO, 2015). Doğum sonrası cilt adaptasyonunun zaman alması (Utaş, 2011) ve deri bariyerinin ilk bir yıl boyunca gelişmeye devam etmesi (Cimete vd., 2013), yenidoğanların çevresel ısı değişikliklerine duyarlılığını artırmaktadır. Hipoterminın mortalite ve morbiditeyi artıran etkileri; solunum sıkıntısı, hipoglisemi ve metabolik asidoz gibi komplikasyonlarına yol açması nedeniyle literatürde giderek daha fazla araştırılmaktadır. Son yıllarda kanguru anne bakımı, ten tene temas ve gelişimsel bakım yaklaşımlarının termal stabilite üzerindeki olumlu etkilerine ilişkin kanıtların artması, alanın bilimsel görünürlüğünü belirgin biçimde yükseltmiştir. Bu artan ilgi, yenidoğan termoregülasyonuna ilişkin araştırma eğilimlerinin, tematik odakların ve uluslararası iş birliklerinin sistematik biçimde incelenmesini gerekli kılmaktadır. Bibliyometrik analiz, bu bilimsel üretimi nesnel olarak haritalandırma ve alanın gelişim dinamiklerini ortaya koyma konusunda güçlü bir yöntem sunmaktadır (Aria ve Cuccurullo, 2017). Bu çalışma, yenidoğan termoregülasyonu ve ilişkili bakım uygulamalarına yönelik bilimsel eğilimleri kapsamlı bir bibliyometrik yaklaşım ile analiz etmeyi amaçlamaktadır.

1.1. Termoregülasyon

Termoregülasyon, organizmanın en az oksijen ve enerji harcayarak vücut sıcaklığını normal sınırlar içinde tutabilmek için ısı üretimi ile ısı kaybını dengede tutma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (RCHM, 2020). Termonötral ortam, bebeğin 36,5–37,5 °C arasındaki normal vücut sıcaklığını en düşük metabolik harcama ile sürdürebildiği ideal çevre koşullarını ifade eder. Termonötral aralık ise bebeğin doğum ağırlığı, gestasyon haftası, giyinik olup olmaması ve klinik durumuna göre etkilenmekte ve değişiklik göstermektedir (North Devon Healthcare NHS Trust, 2018). Bu aralığın dışına çıkılması, ısı kaybına bağlı hipotermi veya aşırı ısı birikimi sonucu hipertermi gibi termal stres durumlarına yol açabilir (CHW, 2021).

Fetal dönemde ısı plasenta aracılığıyla stabil biçimde düzenlenirken, doğumdan sonra yenidoğanın kendi ısı üretim mekanizmalarını devreye sokması gerekir. Yenidoğanda titreme ile ısı üretimi yeterince gelişmemiştir; bu nedenle temel ısı üretim yolu kahverengi yağ dokusunun metabolik aktivitesi ile gerçekleşen titremesiz termogenezdir. Kahverengi yağ dokusu boyun, skapula çevresi, böbrek üstü bölgesi ve mediasten gibi alanlarda yoğunlaşmıştır. Soğuğa maruz kalındığında norepinefrin salınımı artar ve hızlı enerji dönüşümü gerçekleşir. Vücut ısı kaybı dört temel mekanizma ile gerçekleşir: buharlaşma, konveksiyon, iletim ve radyasyon. Buharlaşma yoluyla kayıp özellikle doğumda amniyotik sıvının hızla buharlaşmasıyla belirgindir. Konveksiyon, daha soğuk hava akımıyla ortaya çıkan ısı kaybını; iletim, soğuk yüzeylerle temas sonucu oluşan ısı transferini;

radyasyon ise fiziksel temas olmadan daha soğuk yüzeylere doğru ısı kaybını ifade eder (Kanto ve Calvert, 1977). Doğum anında hızlı ısı kaybının temel nedeni, ıslak ve sıcak intrauterin ortamdan daha soğuk bir çevreye geçişle buharlaşmanın dramatik şekilde artmasıdır (Hammarlund vd., 1980).

Termoregülasyonun etkinliği birçok faktörden etkilenir. Gestasyon haftası, doğum ağırlığı, çevresel koşullar (ortam sıcaklığı, nem, hava akımı), giyim ve sarma uygulamaları, metabolik durum ve enfeksiyon gibi etmenler termal dengeyi doğrudan belirler. Preterm bebekler daha az kahverengi yağ dokusuna sahip olup, düşük doğum ağırlıklı (<2500 g) bebeklerde ısı kaybı daha hızlıdır. Hipoglisemi, sepsis ve solunum sıkıntısı gibi durumlar ısı üretimini sınırlar ve hipotermi riskini artırır.

Yenidoğanın termoregülasyonunu desteklemek için doğumdan hemen sonra hızlı kurulanma ve sıcak bir ortam sağlanması gerekir (Aylward ve Mahoney, 2019). Islak yüzeyler hızla kurulanmalı, bebeğin kuru ve sıcak bir örtüyle sarılması sağlanmalıdır. Kanguru Anne Bakımı (KAB), bebeğin çıplak olarak annenin göğsüne yerleştirilmesi ile ısı kaybını azaltır, glikoz dengesini iyileştirir ve bağlanmayı güçlendirir (Conde-Agudelo ve Díaz-Rossello, 2016). Plastik örtüler ve servo kontrollü inkübatörler, özellikle preterm bebeklerde buharlaşma yoluyla ısı kaybını önemli ölçüde azaltır. Nem kontrolü de özellikle <30 haftalık bebeklerde kritik öneme sahiptir.

Termoregülasyonun izlenmesi, aksiller, timpanik ve cilt sensörleriyle sıcaklık ölçümü, YBÜ'de sürekli monitörizasyon ve servo kontrollü sistemler ile otomatik ısı düzenlemesini içerir. Bu sayede hipotermi ve hipertermiye erken müdahale edilebilir. Yenidoğanda termoregülasyon yaşamın ilk saatlerinden itibaren kritik öneme sahiptir. Doğumdan sonra buharlaşma, iletim, konveksiyon ve radyasyon yoluyla hızlı ısı kaybı meydana gelir ve özellikle preterm bebeklerde ciddi klinik riskler oluşturur. Termonötral ortamın sağlanması, kanıta dayalı bakım uygulamalarının kullanılması ve sağlık profesyonellerinin bilinçli yaklaşımı termal dengeyi korumada belirleyici rol oynar. Kanguru anne bakımı, uygun çevresel düzenlemeler ve inkübatör kullanımı ile hipotermi ve hipertermi önemli ölçüde önlenebilir. Bu nedenle termoregülasyonun etkin yönetimi, yenidoğan sağlığını korumada ve morbidite ile mortalitenin azaltılmasında hayati bir bileşendir. Bu bağlamda yenidoğan termoregülasyonuna ilişkin bilimsel yayınların incelenmesine, küresel ölçekteki gelişimini ve alan yazındaki tematik/kavramsal örüntülerin ortaya konmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenle bibliyometrik olarak bir inceleme yapılması, yayınlar üzerinden nicel göstergeler, iş birliği ağları ve kavramsal haritalar analize bakılması düşünülmüştür.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışma, yenidoğan termoregülasyonuna ilişkin bilimsel yayınların küresel ölçekteki gelişimini ve alan yazındaki tematik/kavramsal örüntüleri ortaya koymayı amaçlayan betimsel nitelikte bir bibliyometrik araştırmadır (Liu vd., 2020). Çalışmada, belirlenen anahtar kelimeler çerçevesinde ulaşılan yayınlar üzerinden nicel göstergeler, iş birliği ağları ve kavramsal haritalar analiz edilmiştir.

2.2. Çalışma Verileri

Araştırmanın veri kaynağını, sağlık bilimleri ve yenidoğan bakımı alanında yüksek kapsayıcılığa sahip uluslararası bir indeks olan Web of Science (WoS) Core Collection veri tabanı oluşturmaktadır. WoS üzerinde yapılan tarama sonucunda, 1980–2025 yılları arasında yenidoğan termoregülasyonu ile ilişkili olarak yayımlanan çalışmalar belirlenmiştir. Tarama sonrasında elde edilen kayıtlar içerisinden kriterleri karşılayan yayınlar seçilmiş ve toplam 2194 makale analiz kapsamına alınmıştır. Bu yönüyle çalışma, ilgili dönemde WoS'ta indekslenen yenidoğan termoregülasyonu literatürünü temsil eden kapsamlı bir örneklem üzerinde yürütülmüştür.

2.3. Anahtar Kelimeler ve Tarama Stratejisi

Tarama stratejisi, yenidoğan termoregülasyonunu doğrudan ya da dolaylı biçimde ele alan klinik ve bakım temalarını kapsayacak şekilde yapılandırılmıştır. WoS veri tabanında başlık, özet ve anahtar kelimeler alanında aşağıdaki arama dizgesi kullanılmıştır:

("neonatal thermoregulation" OR "newborn thermoregulation" OR "neonatal temperature regulation" OR "neonatal hypothermia" OR "hypothermia newborn" OR "thermal care newborn" OR "temperature instability newborn" OR "warm chain" OR "skin-to-skin contact" OR "kangaroo mother care")

Bu dizge ile, hem ısısal düzenleme süreçlerini doğrudan konu alan çalışmalar hem de kanguru anne bakımı, cilt teması, warm chain uygulamaları, hipotermi ve preterm bakımına odaklanan yayınların kapsanması hedeflenmiştir.

2.4. Dahil Edilme ve Dışlanma Ölçütleri

Tarama sonucunda elde edilen kayıtlar aşağıdaki ölçütlere göre gözden geçirilmiş ve filtrelenmiştir:

2.4.1. Dahil Edilme Kriterleri

- 1980–2025 yılları arasında yayımlanmış olmak,
- WoS'ta indekslenmiş olmak,
- Makale türünün araştırma makalesi veya derleme makalesi olması,

- Yenidoğan termoregülasyonu, ısı kontrolü, hipotermi, kanguru anne bakımı, skin-to-skin temas, warm chain ve ilişkili bakım uygulamalarını konu edinmek,
- Tam metnine erişilebilir olmak (bibliyometrik göstergeler için gerekli künyesel bilgiler ve özet verisinin bulunması).

2.4.2. Dahil Edilmeme Kriterleri

- Editöryal yazı, mektup, özet kitapçığı, konferans bildirisi türündeki kısa metinler,
- Yenidoğan dönemi dışında kalan yaş gruplarına odaklanan ve termoregülasyonla ilişkisi sınırlı veya dolaylı olan çalışmalar,
- Yinelenen kayıtlar.

Bu kriterler çerçevesinde, yinelenen ve kapsam dışı çalışmalar elendikten sonra kalan 2194 çalışma bibliyometrik analize dahil edilmiştir.

2.5. Veri Toplama Süreci

WoS veri tabanında belirlenen arama dizgesi uygulanmış, elde edilen kayıtlar tam künyesel bilgiler (yazar, yıl, dergi, ülke, anahtar kelimeler, atıf sayıları vb.) ile birlikte dışa aktarılmıştır. İndirilen veriler, bibliyometrik analiz için uyumlu formatlara dönüştürülerek analiz yazılımlarına aktarılmıştır.

2.6. Veri Analizi

Veri analizi sürecinde R ortamında çalışan bibliometrix paketi ve onun web arayüzü olan Biblioshiny kullanılmıştır. Analiz kapsamında şu başlıklara odaklanılmıştır:

- **Yıllık yayın eğilimleri:**
  - Yıllara göre yayın sayılarının dağılımı,
  - Yıllık büyüme oranı ve literatürün gelişim hızı.
- **Yazar, ülke ve dergi göstergeleri:**
  - En üretken yazarlar,
  - En fazla yayın üreten ülkeler ve ülke iş birliği ağları,
  - En çok yayın yapılan dergiler ve kaynaklar.
- **Atıf analizleri:**
  - Ülkelere göre toplam atıf sayıları,
  - En çok atıf alan çalışmalar,
  - Alanın temel referans makaleleri.
- **Anahtar kelime ve tematik analizler:**
  - En sık kullanılan anahtar kelimeler,

- Kavramsal haritalar ve tematik kümelenmeler (motor, temel, niş ve yükselen/azalan temalar),
- Anahtar kelimelerin yıllara göre dağılımı ve trend topic analizi.

2.7. Etik Hususlar

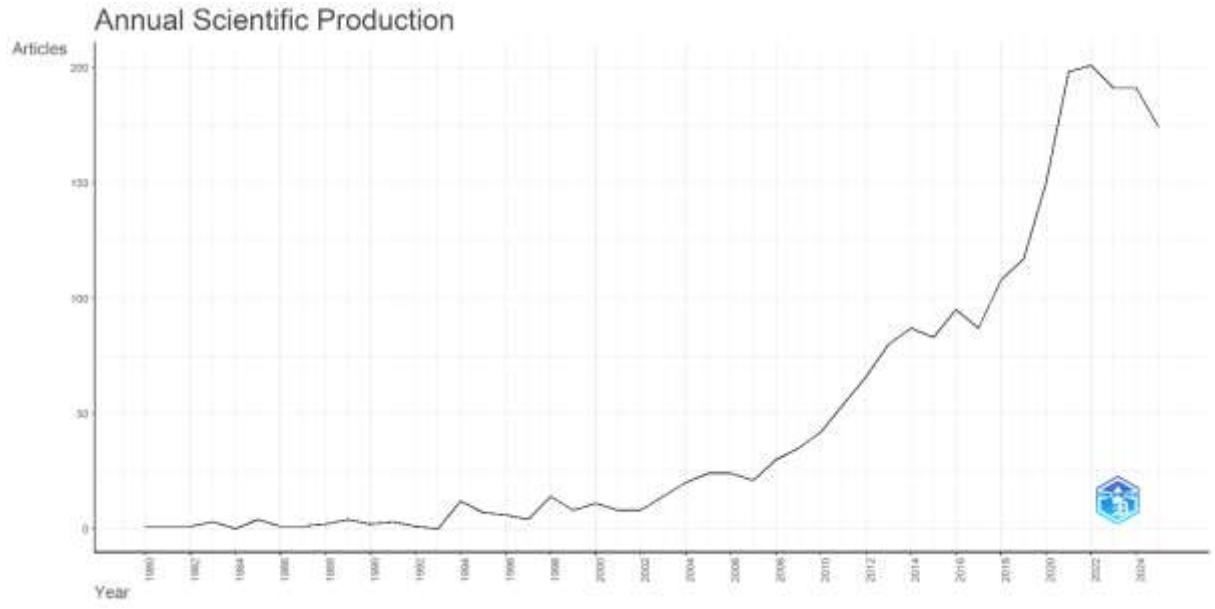
Çalışma, yalnızca uluslararası bir indeks veri tabanında yer alan ve herkese açık bibliyografik veriler üzerinden yürütüldüğü için, çalışmanın etik kurul iznine tabi olmadığı ve çalışmanın tüm sürecinde Committee on Publication Ethics (COPE) tarafından belirlenen kurallara uyularak süreç yürütülmüştür.

3. BULGULAR



Şekil 1. Genel bilgiler

Bu bibliyometrik analizde, 1980–2025 yılları arasında yenidoğan termoregülasyonu ve ilişkili bakım uygulamalarına odaklanan toplam 2194 bilimsel çalışma incelenmiştir. Analiz bulguları, alan yazının son yıllarda belirgin biçimde ivme kazandığını ortaya koymaktadır. Yıllık büyüme oranı %12,15 olarak hesaplanmış; çalışmaların ortalama yaşı 7,68 yıl bulunmuştur. Bu durum, yenidoğan termoregülasyonu literatürünün güncel, dinamik ve hızla gelişen bir yapı sergilediğini göstermektedir. Çalışma başına düşen ortalama 20,86 atıf, alanın bilimsel etkisinin güçlü olduğuna işaret etmektedir. İncelenen yayınlar 446 farklı dergi ve kaynaktan elde edilmiş; toplam 10.270 farklı yazarın katkı sunduğu belirlenmiştir. Uluslararası iş birliği oranının %28,67 düzeyinde olması, yenidoğan termoregülasyonunun küresel sağlık öncelikleri arasında yer aldığını ortaya koymaktadır (Şekil1). Çalışmaların önemli bir kısmını araştırma makaleleri (%77) ve derleme türü yayınlar (%12) oluşturmaktadır.



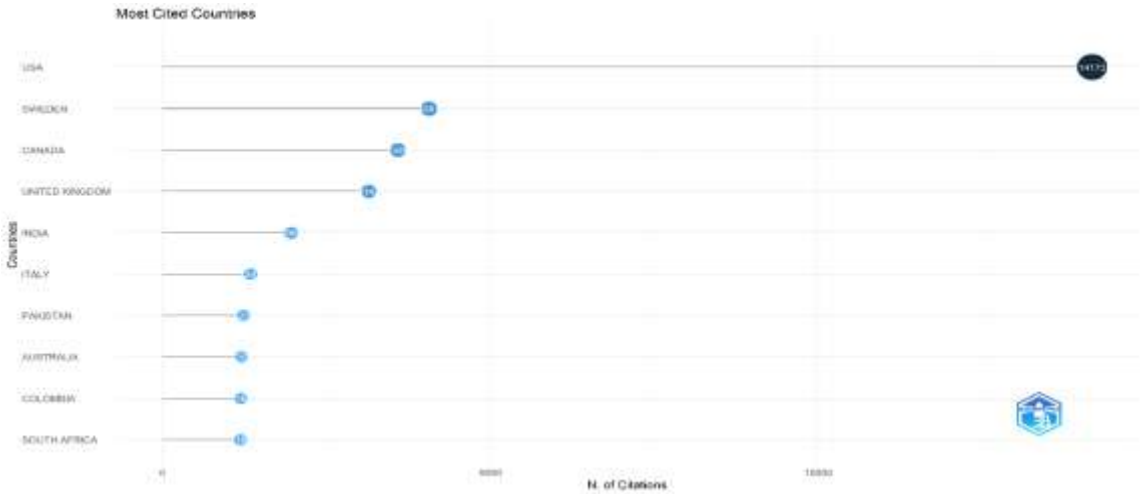
Şekil 2. Yıllık yayın eğilimleri

Yıllara göre yayın dağılımı incelendiğinde, 1980–2005 döneminde yenidoğan termoregülasyonu alanında sınırlı sayıda çalışma üretildiği ve büyümenin görece yavaş seyrettiği görülmüştür. 2005 sonrasında yayın sayılarında kademeli bir artış başlamış; özellikle 2015 yılından itibaren yıllık yayın üretiminde belirgin bir hızlanma gözlenmiştir. 2020 yılı, yıllık makale sayısının 200'ün üzerine çıktığı dramatik bir sıçrama dönemi olarak dikkat çekmektedir (Şekil2). Bu artışın, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) "*Essential Newborn Care*", "*Warm Chain*" ve *Kangaroo Mother Care (KMC)* politikalarının küresel düzeyde yaygınlaşmasıyla paralellik gösterdiği değerlendirilmektedir (Bergman, 2024). 2021–2023 döneminde yayın sayıları zirveye ulaşmış; 2024–2025 yıllarında hafif bir gerileme olmakla birlikte, üretimin önceki yıllara kıyasla hâlâ oldukça yüksek bir düzeyde seyrettiği görülmektedir (Şekil2). Bu bulgular, yenidoğan termoregülasyonunun son on yıl içinde giderek daha fazla araştırma odağı hâline geldiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 3. Uluslararası yayın iş birliği

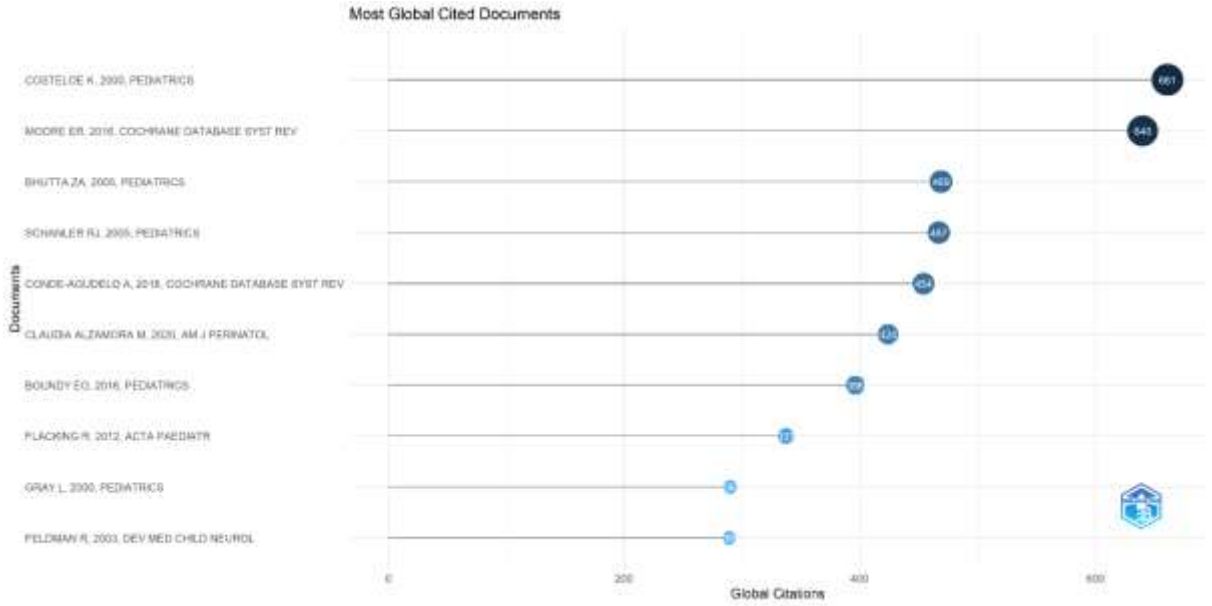
Ülkeler arası iş birliği haritası incelendiğinde (Şekil 3), ABD, Birleşik Krallık ve Avustralya'nın küresel iş birliği ağının merkezinde yer aldığı; bu ülkelerin çok sayıda ülke ile ortak yayın ürettikleri belirlenmiştir. Avrupa ülkeleri arasında da yoğun karşılıklı ortaklıklar gözlenmiş; özellikle Batı ve Kuzey Avrupa ülkelerinin iş birliğine dayalı üretimde güçlü bir konumda olduğu saptanmıştır. Bunun yanında, Güney Asya (Hindistan, Pakistan), Afrika (Gana, Kenya, Nijerya) ve Güney Amerika ülkelerinin, özellikle hipotermi, düşük doğum ağırlığı ve yenidoğan sağkalımı odaklı projeler yoluyla küresel araştırma ağında önemli aktörler hâline geldiği görülmüştür. Bu tablo, yenidoğan termoregülasyonu araştırmalarının çok uluslu ve multidisipliner bir çerçevede yürütüldüğünü göstermektedir.



Şekil 4. Atıf dinamikleri

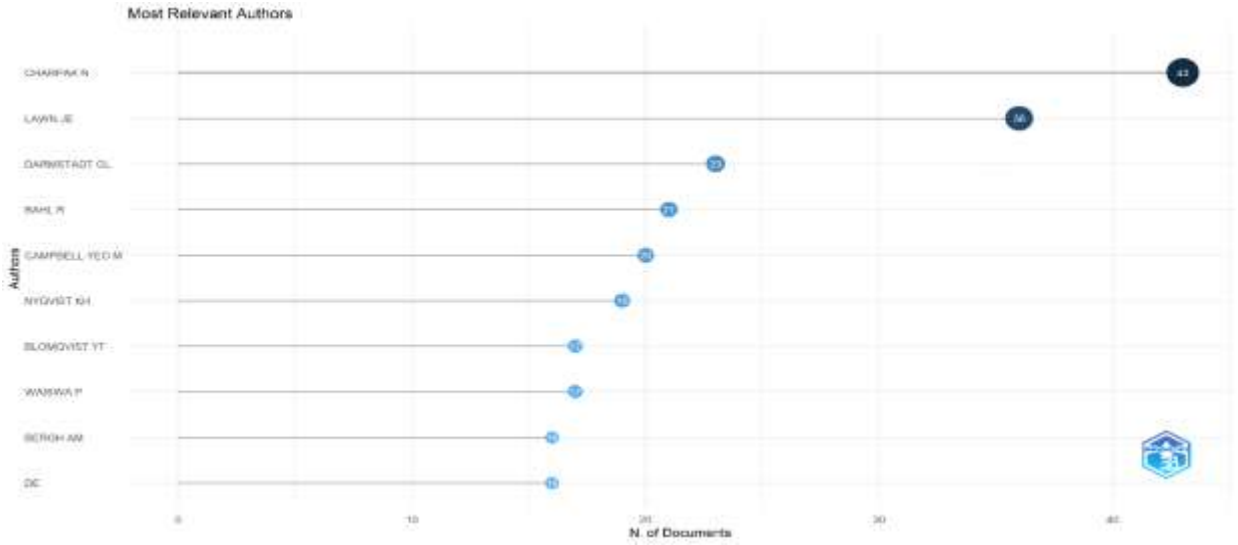
Atıf dinamikleri incelendiğinde (Şekil 4), ABD'nin 14.173 atıf ile açık ara en fazla atıf alan ülke olduğu; İsveç'in 3.206, Kanada'nın 2.583 atıf ile onu takip ettiği görülmüştür. Birleşik Krallı'ğın 1.143 atıf ile üst

sıralarda yer aldığı; Hindistan (96 atıf), İtalya (34), Pakistan (23), Avustralya (20), Kolombiya (19) ve Güney Afrika'nın (18) da alana katkı sunan önemli ülkeler arasında bulunduğu belirlenmiştir. Atıf dağılımı, yüksek gelirli ülkelerin literatüre yön veren temel çalışmaların önemli bir bölümünü ürettiğini; bununla birlikte düşük ve orta gelirli ülkelerin özellikle hipotermi ve mortalite odaklı çalışmalarla alanda giderek daha görünür hâle geldiğini göstermektedir.



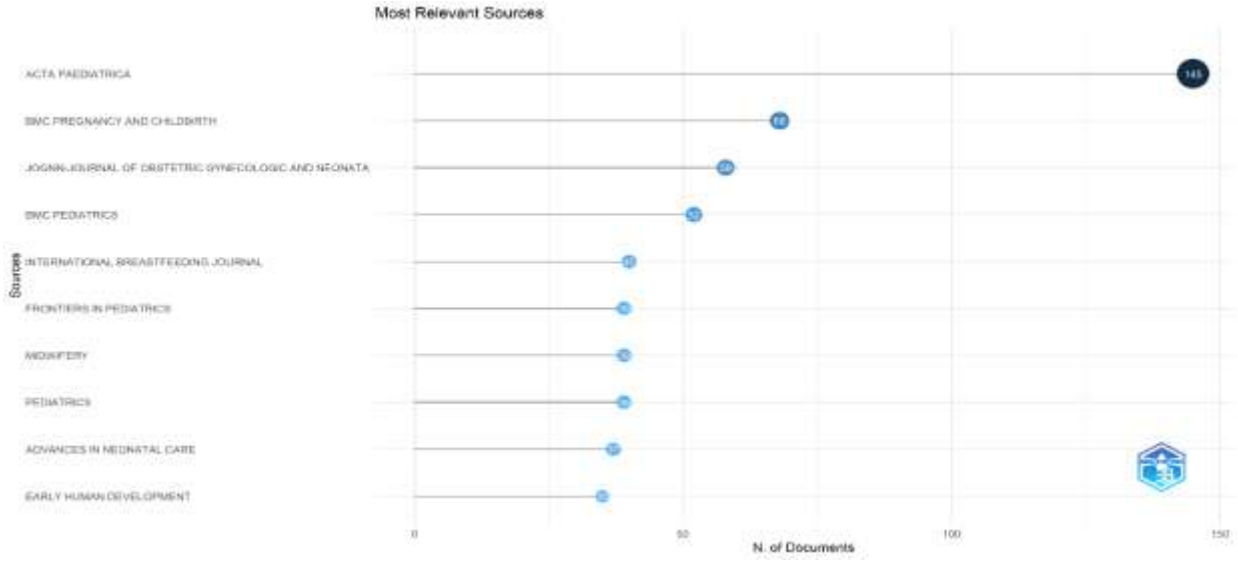
Şekil 5. En çok atıf alan çalışmalar

En çok atıf alan çalışmalar incelendiğinde (Şekil 5), Costeloe K. tarafından 2000 yılında Pediatrics dergisinde yayımlanan çalışmanın 661 atıf ile alanın temel referanslarından biri olduğu saptanmıştır. İlk sıralarda yer alan diğer çalışmaların da ağırlıklı olarak Pediatrics ve Cochrane Database kaynaklı olduğu; bu çalışmaların çoğunlukla prematüre bebeklerde hipotermi, sağkalım, kanguru anne bakımı (KMC) ve temel yenidoğan bakım protokollerine odaklandığı görülmüştür. Özellikle 2016 yılı civarındaki atıf yoğunluğunun, WHO'nun doğum sonrası bakım ve termal koruma rehberlerinde yaptığı güncellemelerle zaman açısından örtüştüğü dikkat çekmektedir (WHO, 2015).



Şekil 6. En üretken yazarlar

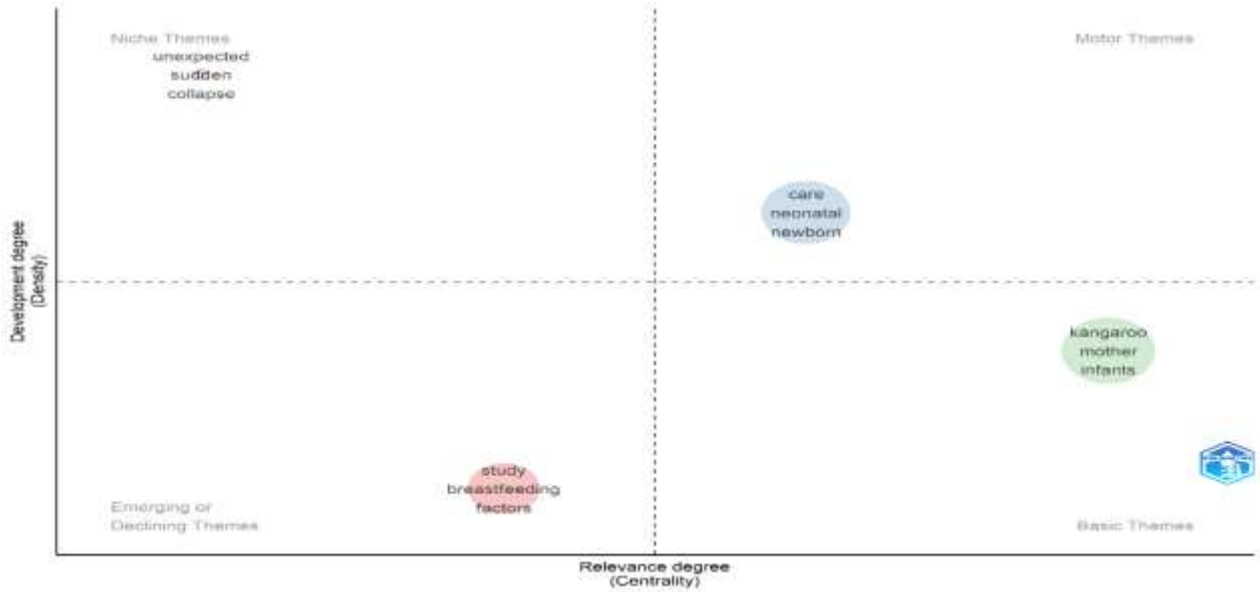
Yazar bazında üretkenlik analizine göre (Şekil 6), Charpak N., 43 yayın ile en üretken araştırmacı olarak öne çıkmaktadır. Onu Lawn J.E. (36 yayın) ve Darmstadt G.L. (23 yayın) takip etmektedir. Bahl R. (21 yayın), Campbell-Yeo M. (20 yayın), Nyqvist K.H. (19 yayın) ile Blomqvist Y.T. ve Waiswa P. (17'şer yayın) da alanda sık yayın üreten yazarlar arasındadır. Bergh A.M. ve De ise 16'şar yayın ile ilk 10'da yer almaktadır. Bu dağılım, yenidoğan termoregülasyonu literatüründe belirli araştırmacı grupları ve ekiplerin uzun yıllara yayılan, süreklilik arz eden bir üretim sergilediğini göstermektedir.



Şekil 7. En fazla yayın yapan dergiler

Dergi bazında üretim incelendiğinde (Şekil 7), Acta Paediatrica'nın 145 yayın ile en fazla çalışmanın yayımlandığı dergi olduğu belirlenmiştir. BMC Pregnancy and Childbirth (68 yayın), JOGNN – Journal of

Obstetric, Gynecologic and Neonatal Nursing (58 yayın) ve BMC Pediatrics (52 yayın) alanın diğer önemli kaynaklarıdır. Ayrıca International Breastfeeding Journal (40 yayın) ile Frontiers in Pediatrics, Midwifery ve Pediatrics dergilerinin her birinin 39 yayın ile literatüre kayda değer katkı sunduğu görülmüştür. Advances in Neonatal Care (37 yayın) ve Early Human Development (35 yayın) da en fazla yayın üreten dergiler arasında yer almaktadır. Bu tablo, yenidoğan termoregülasyonu araştırmalarının hem pediatri hem ebelik/hemşirelik hem de emzirme odaklı dergilerde yayımlandığını; dolayısıyla alanın çok disiplinli bir karakter taşıdığını desteklemektedir.



Şekil 8. Tematik eğilimler

Tematik haritalar incelendiğinde (Şekil 8), "care", "neonatal" ve "newborn" kavramlarının motor temalar grubunda yer aldığı; bu temaların hem yüksek önem hem de yüksek gelişmişlik düzeyine sahip olduğu görülmüştür. Bu bulgu, yenidoğan termoregülasyonu literatürünün çekirdeğinde, genel yenidoğan bakımı ve ısısal stabiliteyi destekleyen uygulamaların bulunduğunu göstermektedir. "Kangaroo mother care", "mother" ve "infants" ise basic themes (temel temalar) kategorisinde yer almakta; alan açısından yüksek merkeziliğe sahip olmakla birlikte, daha fazla derinleştirilmesi gereken temel odaklar olarak karşımıza çıkmaktadır. "Unexpected", "sudden", "collapse" gibi kavramlar niche themes (niş temalar) grubuna dâhil olup, belirli klinik senaryolara odaklanan ancak genel literatürde nispeten daha sınırlı yer tutan araştırma eksenlerini temsil etmektedir. "Study", "breastfeeding", "factors" temaları ise emerging/declining themes (yükselen/gerileyen temalar) kategorisinde yer almakta; bu durum söz konusu konuların bazı alt alanlarda yeni yükselen, bazı alt alanlarda ise görece önemini yitiren araştırma başlıkları olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 9. En sık kullanılan kavramlar

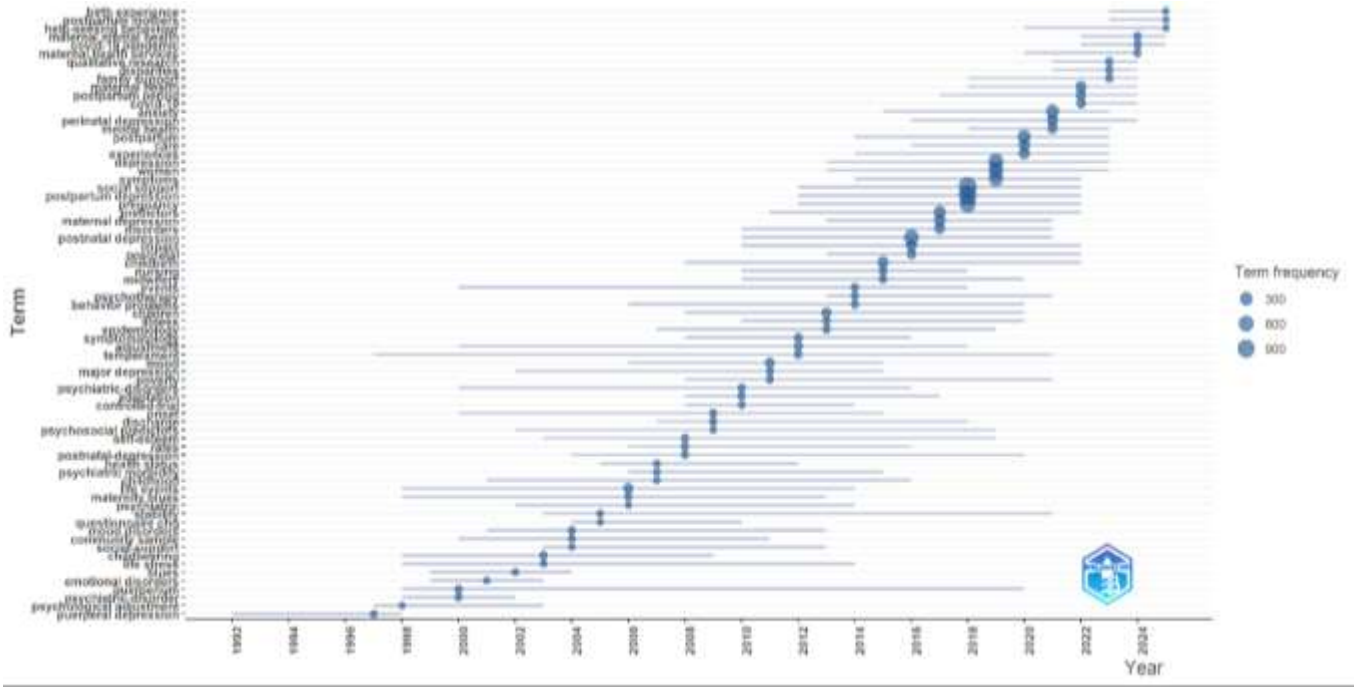
Kelime sıklığı analizinde (Şekil 9), alan yazında en baskın kavramın "kangaroo mother care" olduğu ve en sık çalışılan tema olarak öne çıktığı belirlenmiştir. Bununla birlikte "skin-to-skin contact", "breastfeeding", "infants", "newborn", "preterm infants" gibi kavramların da yüksek frekansta kullanıldığı görülmüştür. "Hypothermia", "temperature", "birth weight", "NICU", "mortality", "outcomes" gibi terimler, çalışmalarda eşlik eden temel klinik ve fizyolojik boyutları temsil etmektedir. Bu bulgular, yenidoğan termoregülasyonu literatüründe özellikle ısı düzenlemesi, prematüre ve düşük doğum ağırlıklı bebeklerin bakımı, emzirme ve kanguru anne bakımının merkezî temalar etrafında yoğunlaştığını göstermektedir.

Year	KANGAROO MOTHER CARE	BREASTFEEDING	CARE	INFANTS	SKIN-TO-SKIN CONTACT	PRETERM INFANTS	NEWBORN	BIRTH	INFANT	TO-SKIN CONTACT
2025	484	292	266	258	247	242	229	226	203	190
2024	447	268	244	239	219	225	216	215	186	181
2023	415	240	219	211	200	205	196	201	168	165
2022	376	215	198	196	174	192	185	177	155	147
2021	329	176	167	173	153	170	161	150	127	126
2020	296	154	134	148	132	150	126	122	106	106
2019	263	130	117	124	114	139	117	102	94	90
2018	234	110	103	115	98	128	105	90	79	80
2017	209	92	93	103	80	112	90	77	70	74
2016	190	79	84	88	70	103	79	68	60	69

Şekil 10. Anahtar kelimelerin yıllara göre dağılımı

Anahtar kelimelerin yıllara göre dağılımı incelendiğinde (Şekil 10), "kangaroo mother care" teriminin 2016–2025 döneminde en hızlı artan kavram olduğu; kullanım sıklığının 190'dan 484'e yükselerek açık ara en sık kullanılan anahtar kelime konumuna geldiği görülmüştür. "Breastfeeding" terimi 79'dan 292'ye, "care" kavramı ise 84'ten 266'ya çıkmıştır. "Infants" anahtar kelimesi 2016'da 88 iken 2025'te 258 kullanım sıklığına

ulaşmıştır. “Skin-to-skin contact” (70’ten 247’ye), “preterm infants” (103’ten 242’ye) ve “newborn” (79’dan 229’a) terimlerinde de belirgin bir artış gözlenmiştir. “Birth” kelimesinin 68’den 226’ya yükselmesi, doğum ve doğum sonrası bakım süreçlerinin çalışmalarda güçlü şekilde ele alındığını göstermektedir. Genel olarak, son on yıllık dönemde anahtar kelimelerin giderek daha fazla preterm bakım, anne-bebek etkileşimi, emzirme ve termal bakım ekseninde yoğunlaştığı söylenebilir.



Şekil 11. Trend başlıklar

Trend topic analizi (Şekil 11), 2010 öncesinde sınırlı sayıda terimin (“*developing countries*”, “*crying*”, “*traditional care*” vb.) ön planda olduğunu; 2010–2015 döneminde ise “neonatal hypothermia”, “skin-to-skin care”, “temperature”, “birth-weight infants”, “follow-up” gibi fizyolojik ve klinik bakım odaklı kavramlarda belirgin bir artış yaşandığını göstermiştir. 2015 sonrasında, “kangaroo mother care”, “preterm infants”, “skin-to-skin contact”, “newborn”, “mortality”, “survival” gibi çekirdek temalar güçlü bir yükseliş eğilimine girmiştir. 2020–2025 döneminde ise “health care”, “sepsis”, “nursing care”, “neonatal intensive care units (NICU)”, “breastfeeding”, “mother care”, “low-birth-weight” ve “premature infants” kavramlarının en yoğun çalışılan temalar hâline geldiği görülmüştür. Aynı dönemde “randomized controlled trial”, “outcomes”, “intervention” gibi yöntem odaklı terimlerin kullanımının artması, yenidoğan termoregülasyonu alanında müdahale çalışmalarının ve kanıta dayalı uygulamaların güçlendiğine işaret etmektedir.

4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bibliyometrik analiz, 1980–2025 yılları arasında yenidoğan termoregülasyonu, kanguru anne bakımı, skin-to-skin temas, preterm bebek bakımı ve emzirme ile ilişkili literatürde belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. Yayın üretimi yıllar içinde düzenli şekilde yükselmiş, özellikle 2015 sonrası alanda çok hızlı bir büyüme yaşanmıştır. Cañadas, vd. (2021) ortaya koydukları araştırmada da Kanguru anne bakımı ve cilt-cilde temas konularında, 1990–2019 arasında yapılan bir bibliyometrik analiz, bu alanda yüksek üretkenlik dönemine girildiğini ve araştırmaların giderek çeşitlendiğini dile getirmişlerdir.

En sık çalışılan temalar arasında "kangaroo mother care", "skin-to-skin contact", "preterm infants", "breastfeeding", "care", "newborn" ve "infants" yer almaktadır. Motor temalar incelendiğinde, araştırmaların merkezinde yenidoğanın ısısal stabilitesini destekleyen uygulamalar ile preterm bebeklere yönelik müdahalelerin bulunduğu görülmektedir. Trend analizleri, özellikle son 10 yılda NICU bakım kalitesi, sepsis, neonatal hypothermia, neonatal survival, mother care ve nursing care gibi kavramların hızla öne çıktığını ortaya koymaktadır. Bu durum, alanın hem klinik bakım hem de ebe-hemşirelik uygulamaları açısından multidisipliner bir yapıya doğru geliştiğini göstermektedir.

Bununla birlikte literatür dağılımında yüksek gelirli ülkelerin atıf ve yayın sayısında belirgin üstünlüğe sahip olduğu; düşük-orta gelirli ülkelerde ise yenidoğan mortalitesi ve hipotermi odaklı çalışmaların öne çıktığı görülmüştür. Bu tablo, araştırma üretiminin küresel dağılımında heterojenlik bulunduğunu ve kapasite farklılıklarının araştırma çıktılarına yansıdığını düşündürmektedir. Özellikle Afrika ve Güney Asya'nın son yıllarda daha görünür hâle gelmesi, ilerleyen dönemlerde bu bölgelerde artan üretim hacmi ile literatür ağırlığının

daha dengeli bir yapıya ulaşabileceğini göstermektedir.

Elde edilen bulgular, yenidoğan termoregülasyonunun günümüzde yalnızca fizyolojik bir süreç olarak değil, aynı zamanda ebeveyn katılımı, anne-bebek bağı, erken temas, emzirme başarısı ve neonatal mortaliteyi azaltma gibi pek çok önemli klinik ve psikososyal çıktı ile ilişkilendirildiğini göstermektedir. Kangaroo Mother Care (KMC), global literatürde açık ara en baskın tema olup gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde giderek standart bir bakım uygulamasına dönüşmekte ve yaygınlaşmaktadır (Sahoo, vd., 2025). Skin-to-skin contact, preterm ve düşük doğum ağırlıklı bebeklerde stabilizasyonun sağlanmasında kritik bir uygulama olarak ön plana çıkmaktadır. Özellikle, skin-to-skin contact sırasında bebeklerin vücut sıcaklığının yükseldiği, kalp ve solunum hızlarının normale döndüğü ve oksijen satürasyonun arttığı farklı araştırmalarda ortaya konulmuştur (Bera, vd., 2014; Mateen, vd., 2023).

Breastfeeding ile termoregülasyon arasındaki ilişki son yıllarda daha fazla araştırılmaya başlanmış olup, trend analizine göre gelecekte bu alanda daha fazla çalışma yapılması beklenmektedir. Kanguru Anne Bakımı tüm yenidoğanlarda temel yaklaşım olarak yaygınlaştırılmalı, özellikle preterm bebeklerde klinik zorunluluk olarak ele alınmalıdır. NICU ortamlarında servo kontrollü termal takip, nem yönetimi ve deri bütünlüğünü koruyucu bakım uygulamaları geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). *Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*. Journal of Informetrics, 11(4), 959–975.

Aylward, G. P., & Mahoney, A. D. (2019). ***Comprehensive neonatal care: An interdisciplinary approach.*** Springer Publishing.

Bera, A., Ghosh, J., Singh, A., Hazra, A., Som, T., & Munian, D. (2014). Effect of Kangaroo Mother Care on Vital Physiological Parameters of The Low Birth Weight Newborn. *Indian Journal of Community Medicine : Official Publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine*, 39, 245 - 249. https://doi.org/10.4103/0970-0218.143030.

Bergman, N. (2024). New policies on skin-to-skin contact warrant an oxytocin-based perspective on perinatal health care. *Frontiers in Psychology*, 15. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1385320.

Cañadas, D., Perales, A., Del Pilar Casado Belmonte, M., Martínez, R., & Carreño, T. (2021). Kangaroo mother care and skin-to-skin care in preterm infants in the neonatal intensive care unit: A bibliometric analysis.. *Archives de pediatrie: organe officiel de la Societe francaise de pediatrie*. https://doi.org/10.1016/j.arcped.2021.11.007

Children's Hospital at Westmead. (2021). *Thermal care and temperature management in newborns: Clinical guideline*. https://www.schn.health.nsw.gov.au/ https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Cimete, G., Çınar, D. N., & Kuğuoğlu, S. (2013). Çocuk, hastalık ve hastane ortamı. İçinde Z. Conk, Z. Başbakkal, H. Balyılmaz & B. Bolışık (Ed.), *Pediatri hemşireliği* (1. baskı, ss. 101–141). Akademisyen Kitabevi.

Conde-Agudelo, A., & Díaz-Rossello, J. (2016). *Kangaroo mother care to reduce morbidity and mortality in low birthweight infants*. Cochrane Database of Systematic Reviews.

Conde-**Agudelo, A., & Díaz-Rossello, J. (2016).** Kangaroo mother care to reduce morbidity and mortality in low birthweight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2016*(8). https://doi.org/10.1002/14651858.CD002771.pub4

Costeloe, K., Hennessy, E., Gibson, A. T., Marlow, N., Wilkinson, A. R., & EPICure Study Group. (2000). The EPICure study: outcomes to discharge from hospital for infants born at the threshold of viability. *Pediatrics*, *106*(4), 659-671. https://doi.org/10.1542/peds.106.4.659

Hammarlund**, K., Sedin, G., Strömberg, B., & Karlsson, B. (1980).** Heat loss from the skin of newborn infants. *Acta Paediatrica Scandinavica, 69*(3), 385–392.

Kanto**, W. P., & Calvert, J. P. (1977).** Mechanisms of heat loss in the newborn. *American Journal of Diseases of Children, 131*(5), 582–586.

Liu, C., Yuan, Q., Mao, Z., Hu, P., Chi, K., Geng, X., Hong, Q. ve Sun, X. (2020). The top 100 most cited articles on rhabdomyolysis: A bibliometric analysis. *The American Journal Emergency Medicine*, 38(9):1754-1759. https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.05.031

Mateen, A., Awan, N., Gul, S., Adeel, B., Razzak, S., & Mushtaq, S. (2023). Effects of Kangaroo Mother Care on Physiological Parameters of Low-Birth-Weight Neonates. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*. https://doi.org/10.53350/pjmhs2023174260.

North Devon Healthcare NHS Trust. (2018). *Thermal care and neutral thermal environment for newborns: Clinical guidance*. https://www.northdevonhealth.nhs.uk/

Royal Children's Hospital Melbourne. (2020). *Thermoregulation: Clinical guideline*. https://www.rch.org.au/

Sahoo, P., Panda, S., & Das, N. (2025). A Literature Review on Early Kangaroo Mother Care: Historical Roots, Neonatal Intensive Care Unit (NICU) Integration, and Challenges. *Cureus*, 17. https://doi.org/10.7759/cureus.85140

Utaş, S. (2011). Yenidoğan cilt bakımı. *Turkderm - Deri Hastalıkları ve Frengi Arşivi Dergisi*, 45, 123–125.

World Health Organization, (2015). *Thermal protection of the newborn: A practical guide*. WHO Press.

World Health Organization, (2015). *WHO recommendations on interventions to improve preterm birth outcomes*. WHO Press.

POSTPARTUM DÖNEMİNDE EŞ DESTEĞİ ÇALIŞMALARININ EĞİLİMLERİ: BİBLİYOMETRİK BİR İNCELEME

Hacer İrem GÜMÜŞ SAPANCA[1]/ Prof. Dr. Özgür ALPARSLAN[2]
[1]Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı,
irem5805_-_@hotmail.com, https://orcid.org/0009-0000-1990-3136
[2]Tokat Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı,
ozgur.alparslan@gop.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-2264-2886

Özet

Bu çalışmanın amacı, postpartum dönemde eş desteği konusundaki bilimsel üretimi kapsamlı bir biçimde incelemek ve alanın yapısal özelliklerini bibliyometrik yöntemlerle ortaya koymaktır. Literatürdeki eğilimlerin, tematik yoğunlukların, iş birliği ağlarının ve kavramsal gelişimin sistematik şekilde analiz edilmesi hedeflenmiştir.

Araştırmada Web of Science veri tabanı kullanılmıştır. 1986–2025 yılları arasında yayımlanan toplam 2.256 çalışma analiz kapsamına alınmıştır. Veriler BibTeX formatında dışa aktarılmış; analizler Biblioshiny (R/Bibliometrix) yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Yayın üretkenliği, yıllara göre dağılım, en üretken yazar ve ülkeler, dergi dağılımı, ortak yazarlık ağları, atıf analizleri, anahtar kelime eş-oluşumu ve tematik harita analizleri yapılmıştır. Ayrıca trend topic ve zamansal kavram analizleriyle kavramsal gelişim değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçları, araştırma alanının yıllık büyüme oranının %10,7 olduğunu göstermektedir. En fazla yayın yapan ülkeler ABD, Kanada, Birleşik Krallık, Avustralya ve Çin olarak belirlenmiştir. En üretken yazarlar arasında Dennis C.L., Shorey S. ve Zhang Y. öne çıkmaktadır. BMC Pregnancy and Childbirth, Midwifery ve Maternal and Child Health Journal en çok yayın yapan kaynaklardır. Anahtar kelime analizleri, literatürün temel ekseninin "postpartum depresyon", "sosyal destek", "partner desteği", "hamilelik", "kadın" ve "anksiyete" kavramları olduğunu göstermektedir. Tematik harita sonuçları, "social support–pregnancy–depression" temasının motor tema olduğunu, "postpartum depression" temasının temel bir araştırma alanı şeklinde varlığını sürdürdüğünü, "self-efficacy", "transition" ve "experiences" kavramlarının ise yükselen temalar olduğunu göstermiştir.

Postpartum dönemde eş desteği hem anne ruh sağlığı hem de aile dinamikleri açısından kritik bir değişkendir. Bulgular, alanın son yıllarda hızla büyüdüğünü ve disiplinler arası bir nitelik kazandığını ortaya koymaktadır. Çalışma, klinik uygulamalarda partner katılımının artırılması, aile merkezli bakım modellerinin geliştirilmesi ve kültürler arası karşılaştırmalı araştırmaların teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: postpartum dönemi, eş desteği, bibliyometrik analiz, ebelik

TRENDS IN PARTNER SUPPORT STUDIES DURING THE POSTPARTUM PERIOD: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Abstract

The aim of this study is to comprehensively examine the scientific production related to partner support during the postpartum period and to reveal the structural characteristics of the field using bibliometric methods. The study sought to systematically analyze the trends in literature, thematic intensities, collaboration networks, and conceptual development.

The Web of Science database was used in the research. A total of 2,256 studies published between 1986 and 2025 were included in the analysis. The data were exported in BibTeX format, and analyses were conducted using the Biblioshiny (R/Bibliometrix) software. Publication productivity, annual distribution of studies, most productive authors and countries, journal distribution, co-authorship networks, citation analyses, keyword co-occurrence, and thematic map analyses were performed. In addition, trend topic and temporal concept analyses were used to evaluate conceptual evolution.

The findings indicate that the annual growth rate of research in this field is 10,7%. The countries with the highest number of publications are the United States, Canada, the United Kingdom, Australia, and China. Among the most productive authors, Dennis C.L., Shorey S., and Zhang Y. BMC Pregnancy and Childbirth, Midwifery, and Maternal and Child Health Journal were identified as the most frequently publishing journals. Keyword analyses reveal that the core axis of the literature is formed around the concepts of “postpartum depression,” “social support,” “partner support,” “pregnancy,” “women,” and “anxiety.” Thematic map results indicate that the “social support–pregnancy–depression” cluster functions as a motor theme, while “postpartum depression” continues to be a fundamental research area. The concepts of “self-efficacy,” “transition,” and “experiences” were identified as emerging themes.

Partner support during the postpartum period is a critical determinant for both maternal mental health and family dynamics. The findings reveal that research in this field has rapidly expanded in recent years and has gained an interdisciplinary structure. The study emphasizes the need to strengthen partner involvement in clinical practice, develop family-centered care models, and promote cross-cultural comparative research.

Keywords: postpartum period, partner support, bibliometric analysis, midwifery

THE LEVEL OF KNOWLEDGE OF NURSING DEPARTMENT STUDENTS ABOUT SEXUALLY TRANSMITTED DISEASES AT A FOUNDATION UNIIVERSITY AND THEIR BEHAVIOR TOWARDS PROTECTION

Dr. Öğr. Üyesi Selman ÇELİK [1] , Büşra KABA [2]
[1] Yeditepe University, Department of Internal Medicine Nursing, selman.celik@yeditepe.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0114-1684
[2]Yeditepe University, Department of Nursing

ABSTRACT

Aim: This research was conducted in order to examine the knowledge levels of sexually transmitted diseases and prevention-oriented behaviors of nursing students studying in the first, second, third and fourth grades of the nursing department of a foundation university.

Method: This research is based on a cross-sectional design in accordance with the problem and the purpose. November May 2023 - 2024, between the first, second, third and fourth year of the nursing department of a foundation university located in the province of Istanbul was conducted with the students studying. The first, the second, the third and the fourth year of the nursing department was conducted with the Dec. The sample of the study consisted of 182 students who volunteered to participate in the study. In the study, the data were obtained by transmitting the data form prepared by the researchers in accordance with the literature to the participants. The required ethics committee permission before the study (E.83321821-805.02.03-390, dated 15.03.2024), the permission of the institution and the written and electronic informed permissions of all participants were obtained. In the analysis of the data, the significance level was considered as p0,05.

Results: In the study, 52% of the universe was reached (N=346). 74.2% of the students participating in the study reported that they had previously received information about sexually transmitted diseases. 74.7% of the participants stated that they had never had a sexual experience before, and 56.3% of the 25.3% participants who had performed sexual acts within the last 6 months had been protected with condoms. While the mother of 14% of the participants and the father of 19.2% were university graduates, the research results show that the level of knowledge and attitudes about sexually transmitted diseases are not related to the educational level of parents.

Results: The study findings show that the students' knowledge level of sexually transmitted diseases and their behavior towards prevention are at a good level. By starting to teach sex education at a young age and, if possible, teaching it as a lesson at school based on scientific data, a more important awareness of sexually transmitted diseases can be achieved.

Keywords: Nursing, sexuality, sexually transmitted diseases

1. INTRODUCTION AND PURPOSE

1.1. General Information

Human sexuality, biologically reproductive sexual while including functions, at the same time emotional ties building, enjoying, creating an identity, building relationships and personal it also includes many different elements, such as satisfaction. Therefore, the individual sexual development is a complex process shaped by the interaction of biological, psychological, social and cultural factors (1).

Sexually transmitted diseases (STDs) are infection-related diseases that are usually passed from person to person through sexual contact. These diseases can be caused by a number of microorganisms and constitute an important public health problem in sexual health issues (2). STD is a serious disease caused by HIV, a virus that weakens the immune system, and can be transmitted by sexual contact, blood route, or from mother to baby. For the prevention and control of these diseases, it is important to take preventive measures, conduct regular health checks and focus on conscious sexual health practices (3).

The etiology of sexually transmitted diseases (STDs) is usually associated with infections caused by microorganisms, such as bacteria, viruses, parasites and fungi (4). According to the World Health Organization data, more than 1 million people are infected with STDs every day in the world. Approximately 500 million people are infected with one of the following infections every year: chlamydia, gonorrhea, syphilis and trichomoniasis. According to the CTBH (sexually transmitted diseases) incidence report published by the General Directorate of Public Health of the Turkish Ministry of Health between 2006 and 2019, it is estimated that 46.8 million of the 450 million people aged 15 to 49 in the European region, including Turkey, are facing treatable sexually transmitted infections (1). According to the incidence report of CTBH (sexually transmitted diseases) published between 2006 and 2019, the incidence of syphilis between 2018 and 2019, from 3.07 to 3.21, the incidence of gonorrhea from 0.11 to 0.15 Dec. 11, the incidence of gonorrhea from 0.11 to 0.15 Dec.11, the incidence of syphilis from 3.07 to 3.21, the incidence of gonorrhea from 0.11 to 0.15 on the other hand, the incidence of chlamydia has increased from 0.08 to 0.13 (5,6).

The treatment of sexually transmitted diseases (STDs) usually involves the use of medication, although it varies depending on the type of disease and the causative microorganism. During the treatment process, the correct dosage and duration are important, and the sexual partners of the individual whose disease is being treated should also be treated if necessary (7). Treatment should be guided by a health professional and followed up with regular tests. Early diagnosis and treatment of STDs can prevent the spread of diseases and protect an individual's overall health.

All over the world, STDs are most common in the 20-24 age group, then in the 15-19 and 25-29 age groups. Sexually transmitted diseases are the most common diseases in many countries, and especially in young people aged 15 to 29 Dec. According to WHO estimates, 333 million new cases of sexually transmitted diseases occur every year (8). Based on these data, it has been observed that the incidence of STDs in young adults is in the majority. This situation imposes important roles and responsibilities on health science students in the field of sexually transmitted diseases (STDs). Health science students who support individuals in the prevention, early detection and treatment of STDs make an important contribution to efforts aimed at improving the sexual health of society through counseling and guidance services. These students demonstrate activities in areas such as providing accurate information, facilitating access to health services, and open communication on sexual health issues (9).

This research has a feature that focuses especially on the knowledge levels of Yeditepe University Nursing department students towards sexually transmitted diseases and their behaviors towards prevention. This study aims to fill the lack of knowledge about STDs by expanding the existing information in the literature and providing a unique perspective for this student group. While current research usually investigates the knowledge levels of nursing department students, this study additionally examines their behavior towards protection. Oct. This originality is important in order to increase the general validity of the conclusions related to the participant profile of the research, the learning process and health science education.

1.2. The Purpose of the Research

The aim of this research is to investigate the knowledge levels of Yeditepe University Nursing department students towards sexually transmitted diseases and their behaviors towards prevention.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1 Type of research

This research is based on a cross-sectional design in accordance with the problem and the purpose. A cross-sectional research aims to evaluate the current situation of the participants by collecting data at a certain time.

2.2. The universe and sample of the research

The universe of this research includes Yeditepe University Nursing department students, and the student group that will make up the entire sample has been narrowed down to include all nursing department students. The sample size of the study was 1,2,3 and 4 registered to the department of nursing at Yeditepe University. It includes 346 people consisting of class students who meet the inclusion and exclusion criteria.

2.3. Data collection methods and tools

In the data collection process of the research, the online survey method was used. The questionnaire was designed to assess the participants' level of knowledge about sexually transmitted diseases (STDs) and prevention-oriented behaviors. The questionnaire was prepared in a format consisting of open-ended and closed-ended questions and was developed by conducting a literature review of previous similar studies. In addition, a special section has been added for the collection of sociodemographic information. Participants were invited by sending an e-mail or via social media to the online survey link.

2.4. The Ethical Dimension of the Study

The ethical dimension of this study includes basic principles such as respecting the rights of participants, protecting privacy, and using information correctly and ethically. The required ethics committee permission before the study (E.83321821-805.02.03-390, dated 15.03.2024), the permission of the institution and the written and electronic informed permissions of all participants were obtained. The participants of our research, their privacy and confidentiality will be carefully protected, and the data will be anonymized and stored. Our participants will be informed about the research process and objectives in a clear and understandable way, and their participation will be based on a voluntary basis.

2.5. Analysis of Data

The data obtained from the "sexually transmitted diseases scale" and the "sexually transmitted diseases prevention behaviors" scale will be analyzed using the SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 25 package program. Descriptive statistics (percentage, standard deviation, arithmetic mean) will be used for the data obtained from the Individual Diagnosis Form. Kurtosis (kurtosis) and Skewness (skewness) values will be examined to determine whether the research variables have a normal distribution. Parametric (one way anova, student t test, pearson correlation test) and non-parametric tests (kruskal Wallis and Mann Whitney U test, spearman correlation test) will be used for normally distributed data and non-normally distributed data. Cronbach alpha will be used for the reliability test of the scale.

3. RESULTS

HYPOTHESES

The hypotheses tested in the study are as follows:

The participants' general knowledge, treatment and prevention, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and total scale scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, showed a significant difference according to demografic features.

Table 1. Demographic Information of the Participants

N=182		**N**	**%**
Age	18-21 22-25 26-31	81 95 6	44.5 52.2 3.3
Class	1.class 2.class 3.class 4.class	47 61 16 58	25.8 33.5 8.8 31.9
Mother's educational status	Primary school graduate	63	34.6
	Middle school graduate	36	19.8
	High school graduate	56	30.8
	University Graduate	27	14.8
Father's educational status	Primary school graduate	47	25.8
	Middle school graduate	33	18.1
	High school graduate	67	36.8
	University Graduate	35	19.2

As can be seen from the table, a total of 182 people participated in the study. When we look at the distribution of the participants according to their ages; It is seen that 81 people are between the ages of 18-21, 95 people are between the ages of 22-25, 6 people are between December 26-31. When we look at the distribution of participants according to their classes; 1 of 47 people.class, 2 of 61 people.class, 3 of 16 people.class, 4 of 58 people.

Table 2. Reliability analysis of the scales

Scales	Cronbach's Alpha Value
Sexually Transmitted Diseases Information Scale	0.886
The Scale of Behaviors Aimed at Protection from Sexually Transmitted Diseases	0.822

As can be seen from the table, the reliability level of the total items of the sexually transmitted diseases information scale and the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale is at a sufficient level.

Table 3. The Results of the Normal Distribution Test of the Scores Obtained by the Participants from the Scales

Normal distribution test result	Shapiro-Wilk	Kolmogorow-Smirnov
Sexually transmitted diseases information scale	0.000	0.000
The Scale of Behaviors Aimed at Protection from Sexually Transmitted Diseases	0.000	0.000

As can be seen from the table, the participants' scores on the sexually transmitted diseases information scale and the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale did not show a normal distribution.

Table 4. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Information Scale According to Their Ages

Sexually transmitted diseases information scale	Age	N	Average	S.S	Kruskal Wallis H test	P
General İnformation	18-21 22-25 26-31	70 73 4	2.67 3.72 1.50	2.22 2.57 2.38	15.700	0.000*
Treatment And Prevention	18-21 22-25 26-31	70 73 4	0.44 1.00 0.86	0.87 1.15 1.41	7.269	0.026*
Prevention Of Contagion	18-21 22-25 26-31	70 73 4	0.52 0.95 0.75	0.91 1.11 0.95	8.081	0.018*
Factor	18-21 22-25 26-31	70 73 4	0.45 0.69 0.50	0.77 1.02 1.00	1.509	0.470
Symptoms	18-21 22-25 26-31	70 73 4	4.00 0.97 1.00	0.73 0.97 1.41	17.317	0.000
Cause and effect	18-21 22-25 26-31	70 73 4	0.27 0.56 0.50	0.47 0.83 1.00	8.188	0.017*
Scale total	18-21 22-25 26-31	70 73 4	4.80 7.78 5.25	4.34 5.88 7.36	15.196	0.001*

As can be seen from the table, the general information, treatment and prevention, transmission and prevention, cause and effect and total scale scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, showed a significant difference according to age ($p<0.05$). December 22-25, December 22-25, general information, treatment and prevention, transmission and prevention, cause and effect and scale total scores of the participants were determined as higher than the others, and the scores of the participants between the ages of 18-21 were determined as lower than the others. The sub-dimensions of the sexually transmitted

diseases information scale of the participants were; there was no significant difference in factor and symptom scores according to age ($p<0.05$).

Table 5. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Prevention Behaviors Scale According to Their Ages

The Scale of Behaviors Aimed at Protection from Sexually Transmitted Diseases	Age	N	Average	S.S	Kruskal Wallis H test	p
İnformation And Protection	18-21 22-25 26-31	70 73 4	3.12 3.10 3.03	0.42 0.32 0.51	0.300	0.861
Attitude	18-21 22-25 26-31	70 73 4	3.10 3.15 2.86	0.25 0.31 0.10	5.825	0.064
Scale total	18-21 22-25 26-31	70 73 4	41.40 46.93 53.00	19.96 20.08 25.28	1564	0.458

As can be seen from the table, the total scores of the knowledge and prevention, attitude and scale, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale, did not show a significant difference according to age ($p>0.05$).

Table 6. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Information Scale According to Their Classes

Sexually Transmitted Diseases Information Scale	Class	N	Average	S.S	Kruskal Wallis H test	p
General İnformation	1.Class 2.Class 3.Class 4.Class	41 53 11 42	1.97 2.84 5.27 4.16	2.00 2.31 1.95 2.49	42.343	0.000*
Treatment And Prevention	1.Class 2.Class 3.Class 4.Class	41 53 11 42	0.31 0.50 1.36 1.02	0.68 1.03 1.02 1.21	28.214	0.000*
Transmission And Prevention	1.Class 2.Class 3.Class 4.Class	41 53 11 42	0.34 0.69 1.54 1.00	0.72 0.97 1.29 1.12	26.367	0.000*
Factor	1.Class 2.Class 3.Class 4.Class	41 53 11 42	0.31 0.11 1.27 0.69	0.75 0.86 1.19 0.94	12.598	0.006*
Symptoms	1.Class 2.Class 3.Class	41 53 11	0.34 0.56 1.45	0.72 0.79 1.03	35.919	0.000*

	4.Class	42	1.07	0.97		
Cause and effect	1.Class 2.Class 3.Class 4.Class	41 53 11 42	0.17 0.30 1.00 0.66	0.38 0.54 1.00 0.87	33.367	0.000*
Scale total	1.Class	4	3.46	4.02	47.539	0.000*

As can be seen from the table, general information, treatment and prevention, transmission and prevention, agent, symptom, cause and effect and total scale scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, showed a significant difference according to their classes ($p<0.05$). 3 Of the participants. The general knowledge, treatment and prevention, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and scale total scores of those who are trained in the classroom are higher than others, 1.the scores of those who were educated in the classroom were determined to be lower than others.

Table 7. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Prevention Behaviors Scale According to Their Classes

The Scale of Behaviors Aimed at Protection from Sexually Transmitted Diseases	**Class**	**N**	**Average**	**S.S**	**Kruskal Wallis H test**	**p**
Information and protection	1.lass 2.Class 3.Class 4.Class	41 53 11 42	3.07 3.13 3.14 3.10	0.46 0.36 0.31 0.31	3.599	0.308
Attitude	1.Class 2.Class 3.Class 4.Class	41 53 11 42	3.04 3.09 3.22 3.19	0.21 0.29 0.33 0.31	10.804	0.013*
Scale total	1.Class 2.Class 3.Class 4.Class	41 53 11 42	38.75 44.52 37.72 51.71	19.16 20.79 17.79 19.43	6.941	0.074

As can be seen from the table, information and prevention, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale, and the total scale scores did not show a significant difference according to their classes ($p>0.05$). The attitude scores of the participants, which are the sub-dimension of the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale, showed a significant difference according to their classes ($p<0.05$).

Table 8. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Information Scale According to Their Maternal Education Status

Sexually Transmitted Diseases Information Scale	Mother's educational status	N	Average	S.S	Kruskal Wallis H test	p
General İnformation	Primary school graduate	55	2.54	2.39	11.034	0.512
	Middle school graduate	26	3.38	2.78		
	High school graduate	47	3.72	2.23		
	University graduate	19	3.26	2.55		
Treatment and Prevention	Primary school graduate	55	0.54	0.91	2.713	0.438
	Middle school graduate	26	0.69	1.01		
	High school graduate	47	0.65	1.16		
	University graduate	19	1.00	1.20		
Transmission and Prevention	Primary school graduate	55	0.58	0.91	4.357	0.225
	Middle school graduate	26	0.76	1.06		
	High school graduate	47	0.70	0.97		
	University graduate	19	1.31	1.29		
Factor	Primary school graduate	55	0.56	0.91	1.472	0.689
	Middle school graduate	26	0.57	0.94		
	High school graduate	47	0.44	0.80		
	University graduate	19	0.94	1.07		
Symptoms	Primary school graduate	55	0.60	0.87	4.421	0.219
	Middle school graduate	26	0.84	0.96		
	High school graduate	47	0.74	0.94		
	University graduate	19	0.78	0.91		
Cause and Effect	Primary school graduate	55	0.32	0.66	5.213	0.157
	Middle school graduate	26	0.57	0.85		
	High school graduate	47	0.44	0.68		
	University graduate	19	0.42	0.60		
Scale total	Primary school graduate	55	5.16	5.11	6.349	0.096
	Middle school graduate	26	6.84	6.25		
	High school graduate	47	6.72	5.08		
	University graduate	19	7.73	5.63		

As can be seen from the table, the general information, treatment and prevention, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and total scale scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, did not show a significant difference according to maternal education status ($p>0.05$).

Table 9. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Behaviors Aimed at Protecting against Sexually Transmitted Diseases Scale According to Their Maternal Education Status

The Scale of Behaviors Aimed at Protection from Sexually Transmitted Diseases	Mother's educational status	N	Average	S.S	Kruskal Wallis H test	p
Information and protection	Primary school graduate Middle school graduate High school graduate University graduate	55 26 47 19	3.02 3.17 3.21 3.01	0.28 0.48 0.38 0.34	7.233	0.065
Attitude	Primary school graduate Middle school graduate High school graduate University graduate	55 26 47 19	3.09 3.15 3.13 3.10	0.33 0.31 0.21 0.30	1.664	0.645
Scale total	Primary school graduate Middle school graduate High school graduate University graduate	55 26 47 19	44.20 40.42 43.97 51.94	2.037 19.39 21.20 18.02	2.255	0.521

As can be seen from the table, the total scores of knowledge and prevention, attitude and scale, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale, did not show a significant difference according to maternal education status ($p>0.05$).

Table 10. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Information Scale According to the Educational Status of the Father

Sexually Transmitted Diseases Information Scale	Father's educational status	N	Average	S.S	Kruskal Wallis H test	p
General İnformation	Primary school graduate Middle school graduate High school graduate University graduate	40 29 49 29	2.22 4.03 3.26 3.41	2.40 2.24 2.47 2.45	10.486	0.015*
Treatment and Prevention	Primary school graduate Middle school graduate High school graduate University graduate	40 29 49 29	0.47 0.68 0.75 0.76	0.87 1.00 1.18 1.12	1.497	0.683
Transmission and Prevention	Primary school graduate Middle school graduate High school graduate University graduate	40 29 49 29	0.60 0.82 0.67 1.00	1.03 1.07 1.02 1.00	4.052	0.256
Factor	Primary school graduate Middle school graduate High school graduate University graduate	40 29 49 29	0.45 0.51 0.65 0.68	0.71 0.91 1.03 0.96	0.620	0.892

Symptoms	Primary school graduate	40	0.60	0.87	1.715	0.634
	Middle school graduate	29	0.82	0.96		
	High school graduate	49	0.77	1.00		
	University graduate	29	0.65	0.76		
Cause and Effect	Primary school graduate	40	0.35	0.66	2.278	0.517
	Middle school graduate	29	0.48	0.82		
	High school graduate	49	0.44	0.70		
	University graduate	29	0.41	0.62		
Scale total	Primary school graduate	40	4.70	4.98	4.633	0.201
	Middle school graduate	29	7.37	5.59		
	High school graduate	49	6.57	5.93		
	University graduate	29	6.93	4.61		

As can be seen from the table, the treatment and prevention, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and total scale scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, did not show a significant difference according to the educational status of the father ($p>0.05$). The participants' general knowledge scores, which are the sub-dimension of the sexually transmitted diseases information scale, showed a significant difference according to their paternal education status ($p<0.05$).

Table 11. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Behaviors Aimed at Protecting against Sexually Transmitted Diseases Scale According to the Educational Status of the Father

The Scale of Behaviors Aimed at Protection from Sexually Transmitted Diseases	**Father's educational status**	**N**	**Average**	**S.S**	**Kruskal Wallis H test**	**P**
Information and protection	Primary school graduate	40	3.07	0.25	7.492	0.068
	Middle school graduate	29	2.98	0.31		
	High school graduate	49	3.22	0.45		
	University graduate	29	3.09	0.40		
Attitude	Primary school graduate	40	3.05	0.31	4.102	0.251
	Middle school graduate	29	3.17	0.32		
	High school graduate	49	3.15	0.26		
	University graduate	29	3.09	0.25		
Scale total	Primary school graduate	40	43.45	20.15	6.188	0.103
	Middle school graduate	29	40.17	17.92		
	High school graduate	49	42.85	21.51		
	University graduate	29	52.86	18.95		

As can be seen from the table, the total scores of the knowledge and prevention, attitude and scale, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale, did not show a significant difference according to the educational status of the father ($p>0.05$).

Table 12. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Information Scale According to the Answers They Gave to the Question

Sexually Transmitted Diseases Information Scale	Have You Ever Had a Sexual Experience Before?	N	Average	S.S	Mann Whitney U Test	P
General İnformation	Yes No	34 113	4.29 2.82	2.40 2.39	-2.478	0.013*
Treatment and Prevention	Yes No	34 113	1.02 0.55	1.11 1.01	-2.239	0.025*
Transmission and Prevention	Yes No	34 113	1.14 0.62	1.23 0.93	-.3.200	0.001*
Factor	Yes No	34 113	0.97 0.46	1.05 0.83	-2.958	0.003*
Symptoms	Yes No	34 113	1.11 0.59	1.06 0.83	-2.931	0.003*
Cause and Effect	Yes No	34 113	0.61 0.36	0.69 0.69	-2.596	0.009*
Scale total	Yes No	34 113	9.17 5.42	5.47 5.10	-3.362	0.001*

As can be seen from the table, the general information, treatment and prevention, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and total scale scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, showed a significant difference according to their previous sexual experience ($p<0.05$). Among the participants, the total scores of general knowledge, treatment and prevention, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and scale of those who have had previous sexual experiences were determined to be higher than those who have not had previous sexual experiences.

Table 13. The Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Prevention Behaviors Scale According to the Answers They Gave to the Question.

The Scale of Behaviors Aimed at Protection from Sexually Transmitted Diseases	Have You Ever Had a Sexual Experience Before?	N	Average	S.S	Mann Whitney U Test	P
Information and protection	Yes No	34 113	3.19 3.08	0.31 0.39	-1.799	0.072
Attitude	Yes No	34 113	3.19 3.09	0.30 0.28	-1.554	0.120
Scale total	Yes No	34 113	52.41 42.07	20.10 19.76	-2.115	0.034*

As can be seen from the table, the participants' knowledge and prevention and attitude scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted disease prevention behaviors scale, did not show a significant difference according to their previous sexual experience ($p>0.05$). Among the participants, the knowledge and protection, attitude scores of those who had previous sexual experiences were determined to be higher than

those who had not. The total scores of the participants on the behaviors for protection from sel-transmitted diseases scale showed a significant difference according to their previous sexual experience ($p<0.05$). Among the participants, those who had previous sexual experiences were determined to have higher total scores on the behaviors to protect against transmitted diseases scale than those who had not had previous sexual experiences.

Table 14. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Information Scale According to Their Sexual Activity In the Last 6 Months

Sexually Transmitted Diseases Information Scale	The State of Performing Sexual Acts Within the Last 6 Months	N	Average	S.S	Mann Whitney U Test	P
General İnformation	Yes No	29 118	4.51 2.83	2.32 2.39	-2.903	0.004*
Treatment and Prevention	Yes No	29 118	0.96 0.59	1.17 1.01	-1.507	0.132
Transmission and Prevention	Yes No	29 118	1.00 0.68	1.10 1.01	-2.400	0.016*
Factor	Yes No	29 118	1.00 0.47	1.06 0.84	-3.066	0.002*
Symptoms	Yes No	29 118	1.06 0.62	1.03 0.86	-2.678	0.007*
Cause and Effect	Yes No	29 118	0.55 0.38	0.68 0.70	-2.226	0.026*
Scale total	Yes No	29 118	9.10 5.60	5.09 5.28	-3.253	0.001*

As can be seen from the table, general information, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, showed a significant difference in the total scores of the scale according to the status of sexual activity in the last 6 months ($p<0.05$). Among the participants, the total scores of general information, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and scale of those who performed sexual acts within the last 6 months were determined to be higher than those who did not perform sexual acts within the last 6 months. The sub-dimension of the sexually transmitted diseases information scale of the participants was; treatment and prevention scores i did not show a significant difference according to the status of sexual activity in the last 6 months ($p>0.05$).

Table 15. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Prevention Behaviors Scale According to Their Sexual Activity in the Last 6 Months

The Scale of Behaviors Aimed at Protection from Sexually Transmitted Diseases	The State of Performing Sexual Acts Within the Last 6 Months	N	Average	S.S	Mann Whitney U Test	p
Information and protection	Yes No	29 118	3.25 3.07	0.32 0.38	-3.120	0.002*
Attitude	Yes No	29 118	3.22 3.09	0.31 0.27	-2.121	0.034*
Scale total	Yes No	29 118	51.03 42.84	22.06 19.54	-1.671	0.095

As can be seen from the table, the participants' knowledge and prevention and attitude scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale, showed a significant difference according to their sexual activity status in the last 6 months ($p<0.05$). The information and protection and attitude scores of those who performed sexual acts within the last 6 of the participants were determined to be higher than those who did not have any.

Table 16. Test Results for the Distribution of the Scores Obtained by the Participants from the Sexually Transmitted Diseases Information Scale According to their previous information about Sexually Transmitted Diseases

Sexually Transmitted Diseases Information Scale	The situation of receiving information about Sexually Transmitted Diseases in advance	N	Average	S.S	Mann Whitney U Test	
General İnformation	Yes No	105 42	3.82 1.50	2.26 2.15	-5.795	0.000*
Treatment and Prevention	Yes No	105 42	0.80 0.30	1.11 0.81	-3.099	0.002*
Transmission and Prevention	Yes No	105 42	0.95 0.23	1.11 0.53	-4.185	0.000*
Factor	Yes No	105 42	0.74 0.16	0.98 0.53	-3.685	0.000*
Symptoms	Yes No	105 42	0.85 0.35	0.94 0.72	-3.749	0.000*
Cause and Effect	Yes No	105 42	0.55 0.09	0.75 0.37	-4.715	0.000*
Scale total	Yes No	105 42	7.74 2.66	5.27 3.88	-6.111	0.000*

As can be seen from the table, the general information, treatment and prevention, transmission and prevention, agent, symptom, cause and effect and total scale scores, which are the sub-dimensions of the sexually

transmitted diseases information scale, showed a significant difference according to the previous information about sexually transmitted diseases ($p<0.05$). The total scores of general knowledge, treatment and prevention, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and scale of the participants who had previous knowledge about sexually transmitted diseases were determined to be higher than those who did not have prior knowledge.

Table 17. Test Results Regarding the Relationship Between the Participants' Information About Sexually Transmitted Diseases Reception Scale And the Scores They Received from the Sexually Transmitted Deceptive Behaviors Scale

	General İnformation	**treatment and prevention**	**Transmission and Prevention**	**Factor**	**Symptoms**	**Cause and Effect**	**Sexually Transmitted Diseases Information Scale Total score**
Information and protection	r=0.173 p=0.028*	r=0.123 p=0.121	r=0.088 p=0.268	r=0.171 p=0.030*	r=0.025 p=0.754	r=0.122 p=0.124	r=0.180 p=0.023*
Attitude	r=0.469 p=0.000*	r=0.230 p=0.003*	r=0.388 p=0.000*	r=0.269 p=0.000*	r=0.198 p=0.010*	r=0.207 p=0.007*	r=0.425 p=0.000*
Scale total	r=0.089 p=0.236	r=0.173 p=0.020*	r=0.034 p=0.647	r=0.092 p=0.216	r=0.016 p=0.833	r=0.032 p=0.655	r=0.111 p=0.138

As can be seen from the table, there is a positive correlation between the participants' sexually transmitted diseases information scale sub-dimensions; general information, treatment and prevention, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect scale total scores and sexually transmitted diseases prevention behaviors scale sub-dimensions; information and prevention, attitude and scale total scores. As the scores of the sexually transmitted diseases information scale of the participants increase, the scores of the sexually transmitted diseases prevention behavior scale also increase.

4. DİSCUSSİON

In this part of the study, the findings related to the sociodemographic characteristics of the participants, the sexually transmitted diseases information scale and their responses to the sexually transmitted diseases prevention behaviors scales were discussed.

According to the results of the research, significant differences in the level of knowledge about sexually transmitted diseases were determined according to the age of the participants. December 22-25 age range of participants' general knowledge about STD, treatment and prevention, transmission and prevention, cause and effect and scale total scores were found to be higher than other age groups. On the other hand, the scores of the

participants in the 18-21 age range were determined to be lower than other age groups. However, there was no significant age-related Deciency difference between the factor and symptom scores, which are the sub-dimensions of the information scale on sexually transmitted diseases. These findings indicate that the level of knowledge of young adults about sexually transmitted diseases may vary depending on their age. the fact that the participants between the ages of 22 and 25 have a higher level of knowledge can probably be related to the experiences they have acquired and the awareness process as they age. These findings highlight the importance of implementing sexual health education programs and awareness-raising campaigns from a young age. In this way, it can be supported that young people have access to accurate information about sexually transmitted diseases and are able to take preventive measures.

In the study, it was found that the level of knowledge and attitudes about sexually transmitted diseases are related to the level of education. 4. and 3. it was determined that the general knowledge, treatment and prevention, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and scale total scores of those who were trained in the classroom were higher compared to others. This suggests that a higher level of education may be associated with a more comprehensive knowledge of sexually transmitted diseases and a more positive attitude. On the other hand, 1. it has been determined that the scores of those who study in the classroom are lower than others. This situation shows that a lower level of education can negatively affect the level of knowledge about sexually transmitted diseases and protective attitudes. These findings emphasize that sexual health education and awareness-raising programs are an important need, especially for groups with low educational levels, and the impact of the educational level on knowledge and attitudes should be taken into account. In order to support the result of our study; A 2017 study conducted in the Upper Normandy region of France focused on the level of knowledge of young people about sexually transmitted diseases, their sexual behavior and prevention habits. This study determined that doctoral and graduate students have more knowledge about sexually transmitted diseases compared to students who have a 2-year university degree or high school education (58). In the same way, it was determined in this study that the participants had more knowledge about sexually transmitted diseases as age progressed, education level increased and in direct proportion to their experiences. The results show that individuals with a higher level of education have a better understanding of the causes, symptoms and prevention methods of sexually transmitted diseases. In addition, this study highlights the importance of providing education on sexual health among young people. Dec. Being more aware of the prevention and treatment of sexually transmitted diseases, especially university or graduate-level students, can help promote healthy sexual behavior in society. Such information and awareness raising can help to prevent the spread of sexually transmitted diseases among young people.

In this study, the knowledge level of the majority (112) of the 182 nursing students participating in the study about STDs was positive. Similar to our study; In a study conducted by Ok et al. (2002), students' knowledge levels about sexually transmitted diseases were evaluated according to their departments and statistically significant differences emerged. In particular, it was found that students who studied midwifery and graduated from health vocational high school had higher levels of knowledge about sexually transmitted diseases (59). In another study, while; Subotic et al. (2021) the level of knowledge about sexually transmitted infections (STIs) and sexual habits among students studying in medical and non-medical departments were evaluated. It has been revealed that the level of knowledge of medical students about sexually transmitted diseases is statistically significantly higher. This indicates that students studying in health-related departments are more exposed to sexual health-related issues and have more in-depth knowledge about it (60). This finding once again emphasizes the importance of including sexual health-related courses or content in the educational curricula in health-related departments. These results indicate that students studying in certain health-related departments may have more knowledge about sexual health. This situation emphasizes the importance of including lessons or content related to sexual health in educational programs.

The research results show that the level of knowledge and attitudes about sexually transmitted diseases are not related to the educational level of parents. This suggests that the mother's educational level was not an important factor in determining the participants' knowledge and attitudes about sexually transmitted diseases. These results do not mean that sexual health education and awareness-raising programs should be differentiated depending on the educational level of the participants' mothers. Instead, these programs can be designed and implemented for all participants in general. This finding also shows that sexual health education is not Decently effective between individuals with low educational attainment or high educational attainment. This emphasizes that sexual health education is equally important for participants at all levels. It supports the result of our study; in a study conducted by Çetin (2015) on students at a private university, there was no significant relationship between students' knowledge levels about sexually transmitted diseases and the educational status of their parents (p=0 Dec,287>0.05) (61). Similarly, in another study conducted by Harun Koray and others (2022), there was no statistically significant difference between students' maternal education level and their knowledge Deciency about sexually transmitted diseases (P > 0.05) (62). These results show that the level of knowledge of students about sexual health is not directly related to the level of education of parents. This situation highlights that a single factor is not enough for the effective delivery of sexual health education and a more comprehensive approach is needed. The results of these studies show that sexual health education should pay attention not only to the educational level of families, but also to other factors. Unlike the results of our study, the research

conducted by Çalışkan and his team (2015) aimed to evaluate the knowledge levels of students of the guidance department of the faculty of tourism about sexually transmitted diseases and the impact of sociodemographic factors on these levels (63). The study aimed to determine how the educational status of mothers in particular affects the knowledge levels of these students about sexually transmitted diseases. According to the results of the research, it has been found that as the level of maternal education increases, the correct response rates of students in the knowledge test related to sexually transmitted diseases also increase. This finding indicates that maternal education may affect students' knowledge levels about sexual health. That is, the fact that the mother has a higher level of education can increase students' awareness of sexually transmitted diseases, which can lead to better access to accurate information. These findings emphasize the importance of education level on awareness and knowledge levels about sexual health. It also shows that maternal educational status may be an important factor that can affect young people's knowledge levels about sexual health. It is thought that the reason for this difference is that the study was conducted with a larger population than other studies.

The results of this study reveal that the knowledge levels of sexually transmitted diseases (STDs) differ according to whether the participants had sexual experiences or not. It was determined that participants who had experienced sexual experience before received higher scores in all sub-dimensions of the STD information scale and in the overall total score.

The findings of this study reveal that the "knowledge and prevention" and "attitude" scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases (STDs) prevention behaviors scale, did not show a significant difference according to whether the participants had previous sexual experiences ($p>0.05$). However, it was determined that the "knowledge and protection" and "attitude" scores of participants who had experienced sexual experiences before were higher than those who had not experienced sexual experiences. It reveals that the general information, transmission and prevention, factor, symptom, cause and effect and total scale scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases (STDs) information scale, show a significant difference according to the participants' sexual activity status in the last 6 months ($p<0.05$). It was determined that the scores of participants who performed sexual acts within the last 6 months in these sub-dimensions were higher than those who did not perform sexual acts. These results can be interpreted as follows; It was found that participants had more information about their general level of knowledge, ways of transmission and prevention of STDs, factors, symptoms and cause-and-effect relationships according to whether they had performed sexual acts in the last 6 months. This situation shows that sexually active individuals are more aware of STDs and have more information about these issues. On the other hand, it was determined that the treatment and prevention scores of the participants from the sub-dimensions of the STD information scale did not show a significant

difference according to their sexual activity status in the last 6 months ($p>0.05$). This situation shows that being sexually active does not affect the level of knowledge about the treatment methods and prevention methods of STDs. As a result, it seems that performing sexual acts increases the level of knowledge about STDs in general, transmission and prevention, factors, symptoms and cause-and-effect relationships. However, it is understood that it does not create a significant difference in the level of knowledge about treatment and prevention. These findings emphasize that sexual health education is important for sexually active individuals and also show that more comprehensive education and awareness-raising efforts are needed on treatment and prevention issues. The results of the research reveal that the participants differed in certain sub-dimensions (knowledge, prevention and attitude) related to sexually transmitted disease prevention behaviors, but did not differ in the overall scale scores. Participants who have performed sexual acts in the last 6 months have received higher scores in the sub-dimensions of knowledge and protection and attitude. This situation shows that sexually active individuals have more information about sexually transmitted diseases and pay more attention to prevention methods. At the same time, it also reveals that these people have a more positive attitude towards sexually transmitted diseases. It can be thought that having a sexual experience increases people's awareness of this issue and improves their protection behaviors. Sexually active individuals may be more inclined to explore ways to obtain information and protect themselves by feeling the need to protect their own health. On the other hand, the total scores of the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale did not show a significant difference according to the state of sexual activity in the last 6 months. This shows that in general, the participants' general attitudes and behaviors towards sexually transmitted disease prevention behaviors were at similar levels, regardless of whether they were sexually active or not. This may indicate that the total scores of the scale reflect the general behavior of the participants, while the sub-dimensions reveal more specific information. The fact that the total scores do not differ may indicate that general protection awareness and behavior are widespread in society, or that individuals who are not sexually active are also aware of this issue. As a result, while the state of performing sexual acts made a difference in the sub-dimensions of sexually transmitted disease prevention behaviors (knowledge, prevention and attitude), it did not create a significant change in general behavior. This shows that the awareness and attitudes of sexually active individuals about protection are higher, but the general protection behaviors are at similar levels in sexually inactive individuals.

According to the results obtained from the research, the total scores of the general information, treatment and prevention, transmission and prevention, agent, symptom, cause-effect and scale, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, differ significantly according to whether the participants have previously received information about these diseases ($p<0.05$). This shows that participants who had

previous knowledge about sexually transmitted diseases scored higher on general knowledge of these diseases, treatment and prevention, transmission and prevention methods, disease factors, symptoms and cause-and-effect relationships. In other words, participants who have prior knowledge have a comprehensive knowledge of sexually transmitted diseases, which increases their awareness and knowledge of this issue to a more advanced level. This situation reveals that having information helps people to have accurate and comprehensive information about sexually transmitted diseases and reflect this information in their behavior.

According to the data obtained from the study, the participants' knowledge and prevention and attitude scores, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale, differ significantly according to their previous information about sexually transmitted diseases ($p<0.05$). This reveals that the scores of participants who received prior information about sexually transmitted diseases, knowledge and prevention and attitude were higher than those who did not receive information. This situation shows that having prior knowledge positively affects the level of knowledge and attitudes of individuals about protection. However, the total scores of the participants on the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale did not show a significant difference compared to their previous information about sexually transmitted diseases ($p>0.05$). This shows that at the total level of protective behaviors in general, there is no obvious effect of knowledge possession status, but it is effective in specific sub-dimensions (knowledge and protection, attitude). In summary, participants who have knowledge about sexually transmitted diseases are more advantageous in terms of their level of knowledge and attitudes about these diseases. However, overall protective behaviors do not show any significant changes depending on this information in total. This may suggest that general protective behaviors are at similar levels, regardless of the level of knowledge of individuals, or that other factors may also be effective.

According to the data obtained from the study, the total scores of the general knowledge, treatment and prevention, transmission and prevention, agent, symptom, cause-effect and scale, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, did not show a significant difference according to the participants' sharing sexual topics with their parents ($p>0.05$). This result shows that the level of knowledge about sexually transmitted diseases did not change depending on whether the participants shared sexual topics with their parents. That is, the situation of sharing sexual topics with parents does not affect the participants' level of knowledge about these diseases. This may suggest that the role of parents in obtaining information about sexually transmitted diseases is not decisive, or that this information can be obtained from different sources (school, friends, Internet, health services). In summary, participants seemed to have similar levels of

knowledge about sexually transmitted diseases, regardless of whether they had shared sexual topics with their parents.

According to the results obtained, the total scores of the scale with information and prevention, which are the sub-dimensions of the participants' behaviors aimed at preventing sexually transmitted diseases, and the scale did not show a significant difference according to the status of sharing sexual topics with their parents ($p>0.05$). This shows that the participants' level of knowledge about sexually transmitted diseases and their general preventive behavior did not change depending on whether they shared sexual topics with their parents. However, a significant difference was found in the attitude sub-dimension of the sexually transmitted diseases prevention behaviors scale according to the state of sharing sexual issues with parents ($p<0.05$). The attitude scores of the participants who shared sexual topics with their parents were determined to be higher than those who did not share. This finding shows that individuals who share sexual issues with their parents have a more positive attitude towards protection from sexually transmitted diseases. These results may suggest that talking about sexual issues with their parents can positively affect individuals' attitudes about sexual health and prevention. Sharing these issues with parents can contribute to young people acting more consciously and responsibly on these issues. However, in terms of knowledge level and general protective behaviors, there was no significant effect of sharing sexual topics with parents. This may indicate that information and protective behaviors may be influenced more by other educational sources or personal experiences.

According to the results obtained, the total scores of the general information, treatment and prevention, transmission and prevention, agent, symptom, cause-effect and scale, which are the sub-dimensions of the sexually transmitted diseases information scale, did not show a significant difference according to the participants' desire to receive information about sexually transmitted diseases ($p>0.05$). This result shows that the willingness to receive information about sexually transmitted diseases did not affect the participants' current knowledge levels about these diseases. In other words, there is no significant difference between those who want to get information about sexually transmitted diseases and those who do not want to, in terms of general knowledge about these diseases, treatment and prevention, transmission and prevention methods, factors, symptoms, cause-effect relationships, and total knowledge levels. Dec. This may suggest that individuals' knowledge levels about sexually transmitted diseases are at similar levels, regardless of their desire to receive information. Although the desire to receive information is not a factor that increases the current level of knowledge, it suggests that other educational sources, personal experiences, or environmental factors may play a more important role in determining the level of knowledge.

5. CONCLUSİON

- In this study, it was found that the level of knowledge about sexually transmitted diseases of participants aged 22-25 was higher compared to participants aged 18-21.
- According to the research results, 4. and 3. the level of STD knowledge of the participants who were trained in the classroom 1. and 2. it was higher compared to the participants who were trained in the classroom.
- 1 In research. the knowledge levels of those who were educated in the classroom were lower compared to other student groups.
- It has been determined that knowledge and attitudes increase positively as the educational level increases.
- A significant effect of the educational level of parents on the level of knowledge about sexually transmitted diseases and preventive behaviors has not been found.
- Participants who had sexual experience and had sexual experience in the last 6 months had higher levels of knowledge compared to participants who did not have sexual experience.
-According to the research results, the knowledge of those who received sexual health education in high school and university was higher than those who did not receive it.
- Those who have previously received information about sexually transmitted diseases have higher levels of knowledge and attitudes compared to those who have not.
- While the participants who shared sexual topics with their parents did not have a significant effect on the level of knowledge, the attitude scores of those who shared sexual topics with their parents were higher.
- There was no significant difference between the desire to receive information about sexually transmitted diseases and the current level of knowledge. Dec.

6. RECOMMENDATİONS

In this research, the participation of nursing department students at a foundation university was accepted as a sample, and a total of 182 people participated in our research. 20 Men and 162 women participated in the sample group. In order for the results to be obtained when a new research is to be conducted to be more reliable, attention can be paid to the equality of male/female participants.

162 Nursing students participated in the study, but ensuring the participation of a larger audience in a future study and ensuring the participation of students studying not only health but also in other departments in the research will support them to provide more reliable data in the new research to be conducted.

By starting to teach sex education at a young age and, if possible, teaching it as a lesson at school based on scientific data, a more important awareness of sexually transmitted diseases can be achieved.

KAYNAKLAR

1. Karasu F, Göllüce A, Güvenç E, Dadük S, Tuncel T. Hemşirelik öğrencilerinin cinsel yolla bulaşan hastalıklar hakkındaki bilgilerinin incelenmesi. Inönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi. 2017;5(1):1-15.
2. Kırmızıtoprak E, Şimşek Z. Cinsel yolla bulaşan hastalıklar ve güvenli cinsel yaşam konusunda gençlerin bilgi ve davranışlarına akran eğitiminin etkisi. TAF Preventive Medicine Bulletin. 2011;10(4):463-72.
3. Sayar S, Yarar S. Üniversite öğrencilerinin cinsel yolla bulaşan hastalıklardan korunmaya ilişkin bilgi ve tutumlarının incelenmesi. Inönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi. 2021;9(2):732-45.
4. Doğan S. Cinsel yolla bulaşan hastalıklar konusunda danışmanlık vermek. Klinik Tıp Aile Hekimliği. 2017;9(2):32-6.
5. World Health Organization. Global incidence and prevalence of selected curable sexually transmitted infections-2008. World Health Organization; 2012.
6. Demir G, Şahin T. Selçuk Üniversitesi öğrencilerinin cinsel yolla bulaşan hastalıklar konusundaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi. Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2014;4(3):19-24.
7. Yaşar Ö, Buluş MD, Kaymak GÖ, Güneri SE. Üniversite öğrencilerinin cinsel yolla bulaşan hastalıklar konusunda bilgi ve görüşlerinin incelenmesi. Jaren. 2019;5(1):53-8.
8. Topbaş M, Çan G, Kapucu M. Trabzon'da bazı liselerdeki adolesanların aile planlaması ve cinsel yolla bulaşan hastalıklar hakkındaki bilgi düzeyleri. Gülhane Tıp Dergisi. 2003;45(4):331-5.
9. Gönül KURT, Açıksöz S, Arslan H. Hemşirelik öğrencilerinin cinsel yolla bulaşan hastalıklar konusunda bilgi düzeylerini arttırmaya yönelik iki eğitim yönteminin etkinliğinin değerlendirilmesi. Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care. 2021;15(1):33-41.
10.Cressant E. Les infections sexuellement transmissibles: connaissances, comportements sexuels, attitudes de prévention et leurs obstacles, des jeunes hautnormands consultant en médecine générale [Doctoral thesis]. Rouen: U.F.R. de médecine et de pharmacie de Rouen; 2017. p. 125.
11. Ok S, Zincir H, Ege E. Inönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Hemşirelik Ve Ebelik Programı Öğrencilerinin Cinsel Yolla Bulaşan Hastalıklar Hakkındaki Bazı Bilgilerinin Ve Bunu Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi. Inönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2002;9(1):59-63.
12. Subotic S, Vukomanovic V, Djukic S, Radevic S, Radovanovic S, Radulovic D, et al. Differences Regarding Knowledge of Sexually Transmitted Infections, Sexual Habits, and Behavior Between University Students of Medical and Nonmedical Professions in Serbia. Front Public Health. 2021;9:692461.
13. Çetin C. Özel bir Üniversiteki öğrencilerin cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar hakkındaki bilgi düzeylerinin incelenmesi [Master's thesis]. İstanbul: İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2015. p. 86.
14. Harun Koray M, Adomah-Afari A, Punguyire D, Naawa A. Knowledge of sexually transmitted infections among senior high school adolescents in the Wa Municipality of Ghana. Global Health Journal. 2022;95-101.

LEVEL OF KNOWLEDGE ABOUT ASBESTOS AND ASBESTOS POISONING OF NURSING STUDENTS STUDYING AT A FOUNDATION UNIVERSITY

Dr. Öğr. Üyesi Selman ÇELİK[1], Devrim TURAN[2], Yasin ÇELİK[3], Beyza YILMAZTÜRK[4]
[1]Yeditepe University, Department of Internal Medicine Nursing, selman.celik@yeditepe.edu.tr
ORCID: 0000-0003-0114-1684
[2,3,4] Yeditepe University, Department of Nursing

Abstract

Introduction–Aim: Asbestos is a mineral that has been used throughout history in various industrial fields due to its fibrous structure and durability. However, the World Health Organization (WHO) classifies asbestos as a carcinogenic substance and reports that asbestos exposure can lead to serious health problems such as lung cancer, mesothelioma, and asbestosis. In this context, it is crucial for healthcare professionals to be knowledgeable about asbestos and asbestos-related toxicity in order to protect public health. This descriptive study was conducted to evaluate the knowledge levels of students studying in the Faculty of Health Sciences (Departments of Nursing, Nutrition and Dietetics, and Physiotherapy and Rehabilitation) at a foundation university regarding asbestos and asbestos poisoning.

Materials and Methods: The research was conducted between February and April 2025 using a structured data collection form administered via Google Forms to assess the knowledge levels of health sciences students. The data collection form consisted of questions evaluating students' demographic characteristics, general knowledge about asbestos and asbestos toxicity, and their educational needs on this subject. Ethical approval for the study was obtained.

Results: A total of 363 students from the Faculty of Health Sciences participated in the study. Of the participants, 84.3% were female, and 65% were nursing students. The majority of students were enrolled in the second and fourth years of their programs. Among the participants, 37.7% reported having no knowledge about asbestos, 45.5% about the diseases it may cause, 75.8% about the incubation period of asbestos-related conditions, 61.7% about treatment options, and 54.8% about the type of mask used for protection. The findings indicate that most students have limited knowledge of the health risks associated with asbestos. In particular, significant gaps were observed regarding the effects of asbestos on respiratory diseases and cancers.

Conclusion and Recommendations: This study demonstrates that health sciences students possess insufficient knowledge about asbestos and asbestos toxicity, highlighting the need for comprehensive educational interventions on this topic. Improvements in the health sciences curriculum and implementation of regular training programs may help future healthcare professionals become more informed and better equipped on this important issue. Consequently, such efforts may contribute significantly to the protection of public health and the reduction of asbestos exposure.

Keywords: Asbestos, Asbestos Poisoning, Faculty of Health Sciences Students, Knowledge Level, Education

THE 'KITABI-DEDE KORKUT' EPIC IN THE SCHOLARLY RESEARCH OF M. IBRAHIMOV

Dr. Ülker Bahşiyeva
ADPU-nun Filoloji fakültesinin
Edebiyatın tedrisi teknolojisi
bölümünün baş öğretim üyesi
ulker.baxsiyeva@mail.ru
ORCID İD 0000-0002-5994-2356

Abstract

M. Ibrahimov Considers Language Memory as the Key to National-Ethnic History. According to the author, the memory of language illuminates the pages of national-ethnic history that appear obscure to us today. In this regard, the writer regards the *Dede Korkut* epics as a unique source: *At present, the most ancient and significant means of studying the past Azerbaijani language are the Dede Korkut epics. The Dede Korkut reflects all the features of the Azerbaijani language of the 11th–13th centuries in terms of vocabulary and syntax.*

Key words: M. Ibrahimov, Dede Korkut, epic, language, national identity

INTRODUCTION

M. Ibrahimov's high appreciation of the *Dede Qorgud* epic reflects his profound understanding, as a literary scholar, of its position and significance in Azerbaijani history. He recognized the work as a monumental and invaluable "document" for the consolidation of national identity. It is no coincidence that prominent figures in Azerbaijani literature, politics, and science have characterized this epic as a masterpiece capable of introducing the Azerbaijani people to the world.

Among the evaluations of *Kitabi-Dede Qorgud*'s role in Azerbaijani history, the opinion of national leader Heydar Aliyev is particularly noteworthy. He regarded the epic as a "fundamental source of our national existence," writing: *"As an authoritative source of our national aesthetics, the Book of Dede Qorqud embodies the unity of moral and aesthetic values. Ideas related to beauty and ugliness, nobility and baseness, humor and tragedy, love and hatred, are expressed in the laconic literary forms of the epic across its various narratives. The inseparable inner harmony of beauty and wisdom, beauty and honor, beauty and loyalty reveals the essence of the aesthetic and ethical categories unique to Kitabi-Dede Qorqud."*

Scholars Bekir Nabiyev and Yashar Garayev describe the epic as the pinnacle of national culture, emphasizing that *Kitabi-Dede Qorqud* is the masterpiece of the Oghuz peoples and the foundational book, representing the earliest and most complete artistic expression of Azerbaijani mentality and the creative spirit of the entire Turkic world. The epic reflects the epic tableaux of the people's life, their morality and spirituality, behavior

and manners, aesthetic taste, sense of beauty, humanism, patriotism, heroic qualities, loyalty in love, and respect for parents. In essence, it functions as a code of laws and an encyclopedia of knowledge (*Ibrahimov, 1, 16-17*).

The admiration expressed by national citizens, politicians, and scholars for *Kitabi-Dede Qorqud* is not accidental but reflects the epic's exceptional place and role in the history of national culture. Research shows that this historical monument is not merely a spiritual heritage of the past but continues to influence the present and the future. Yashar Garayev notes: *"For thirteen centuries, Qorqud has lived as the blood and genetic memory of the people, carrying within every line and word the artistic and genetic archetypes of the preceding thirteen centuries. Moreover, for the next thirteen centuries, the most stable and reliable moral and ethical codes and genes will continue to be preserved in the text and spirit of this 'mother book.' In the era of independence, it provides the foundations for millennia and eternity, the behavioral and ethical codes between peoples and cultures, land and nation, nature and ecology—all are reflected in this book. And in the period of independence, Qorqud once again becomes a symbol of spiritual revival, national dignity, and self-awareness"* (*Ibrahimov, 4, 4*).

All of the above demonstrates how farsighted M. Ibrahimov was as a scholar in characterizing *Dede Qorqud* as a fundamental source of our national language. He writes: *"As is known, at that time in Azerbaijan, the dominant literary languages were Persian and Arabic, and there was a general belief that nothing substantial could be created in Azerbaijani. Even the great Nizami, who complained that 'a slave hangs an earring from his ear' and 'bows his head out of shame,' was forced to compose his immortal 'Khamseh' in Persian. Under such circumstances, the Azerbaijani language was primarily the language of the common people, the uneducated and unsophisticated masses of the time. Therefore, we can study the language of that period only through folklore—through the creations of the people. In this regard, Dede Qorqud represents the finest example of ancient popular creativity"* (*Ibrahimov, 11, 37*).

As can be seen, by confirming the existence of the *Dede Qorqud* epic in Nizami's era, M. Ibrahimov was effectively demonstrating the presence of the Azerbaijani Turkic language at that time. This was a progressive scholarly step for the period because, according to the official historiography of that era, Azerbaijan in the Middle Ages was considered a Persianized country. In this context, by presenting *Dede Qorqud* as a monument of the language of the 11th–13th centuries, Ibrahimov pursued at least two goals:To confirm that, despite Persian being the official literary language of the period, Azerbaijani Turkic remained the vernacular of the people;To establish the *Dede Qorqud* epic as evidence of literature created in Azerbaijani Turkic during that era. In achieving these goals, the author asserts that *Dede Qorqud* represents the finest example of popular creativity. Naturally, just as popular creativity influenced the dominant literary language, it was also influenced

by it. This explains why Arabic and Persian words appear in the epic. Often, these words are used alongside their Azerbaijani equivalents. Despite the influx of foreign words such as *xəlaiq*, *cəng*, *feil*, *xub*, and others due to social developments, *Dede Qorqud* remains an immortal work that demonstrates the characteristics and existence of the Azerbaijani language of that time. The coexistence of native and foreign words in the same sentence—such as *qul–xəlaiq*, *tanrı–Allah*, *savaş–cəng*, *yaxşı–xub*—reflects a strong spirit of resistance against foreign linguistic influence (*Ibrahimov, 11, 37*). Ibrahimov's artistically polished observation also holds profound analytical significance. In this respect, he considers *Dede Qorqud* primarily a folklore phenomenon—a product of popular creativity. His assertion that the epic, preserved in two manuscripts, originated as oral folk creation demonstrates his theoretical insight. Yet the matter does not end there. By confirming *Dede Qorqud* as a magnificent monument of oral folk creativity, Ibrahimov illustrates that the people spoke in the *Dede Qorqud* language—Oghuz Turkic—and that the local population was composed of Oghuz Turks.

The statement that "popular creativity influenced the dominant literary language while also being influenced by it" carries deep meaning. Through this, Ibrahimov elevates popular creativity and its brilliant manifestation in *Dede Qorqud* to the level of a magnificent literary monument. In other words, the presence of some Arabic and Persian lexical items in the epic does not indicate an isolated local phenomenon, but rather confirms its place as a major fact in the literary process of the time. Ibrahimov explicitly writes that *Dede Qorqud* is an immortal work demonstrating the features and existence of the Azerbaijani language of that era. With this view, he shows that despite the dominance of Persian in written literature, a living, popular oral literary tradition thrived in Azerbaijan, and that the *Dede Qorqud* epic was a product of this literary vitality.

References

1. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. I. Baku: Yazıçı, 1978, 512 p
2. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. II. Baku: Yazıçı, 1978, 504p
3. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. III. Baku: Yazıçı, 1979, 592 p
4. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. IV. Baku: Yazıçı, 1979, 596 p
5. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. V. Baku: Yazıçı, 1980, 339 p
6. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. VI. Baku: Yazıçı, 1981, 376 p
7. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. VII. Baku: Yazıçı, 1981, 332 p
8. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. VIII. Baku: Yazıçı, 1981, 303 p
9. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. IX. Baku: Yazıçı, 1982, 664 p
10. İbrahimov, M. *Collected Works*, Vol. X. Baku: Yazıçı, 1983, 507 p
11. İbrahimov, M. *Niyəsiz, Necəsiz Bir Yazısan Sən*. Baku: Yazıçı, 1985, 552 p
12. İbrahimov, M. *From the Front of Popularity and Realism*. Baku: Azərnəşr, 1961, 524 p
13. İbrahimov, M. *Mother Tongue – Treasury of Wisdom*. Baku: Azerbaijan State Publishing House, 1991, 136 p

İNŞA YAZILARDA BURAXILAN SƏHVLƏRİN ARADAN QALDIRILMASI YOLLARI

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: inşa yazılar, məntiqi səhvlər, üslub səhvlər, orfoqrafik səhvlər

Müəllimin gərgin əməyinə, cəhdinə baxmayaraq, şagirdlərin yazılarında rəngarəng səhvlərə rast gəlmək mümkündür. Ona görə də yazının müəllim tərəfindən vaxtında diqqətlə yoxlanması və düzəliş aparılması zəruridir. Səhvləri təshih edərkən müəllim sinfi və şagirdlərin hazırlıq səviyyəsini nəzərə almalıdır. Belə ki, əgər II sinifdə bütün səhvlərə müəllim düzəliş verməlidirsə, IV sinifdə bəzən işarə qoyub düzəliş aparılmasını şagirdlərdən tələb edir.

Təshihin aparılması səhvlərin xarakteri ilə də bağlıdır. İnşa yazıları yoxlayarkən müəllim fikirlərin ifadə olunmasında buraxılan məntiqi səhvlər, üslub səhvlər, orfoqrafik səhvlər və durğu işarələri səhvləri ilə rastlaşır.

Fikrin ifadə olunması ardıcıllığındakı (plandakı) səhvləri düzəldərkən, adətən, müəllim hissələrin qarşısına ardıcıllığı göstərən rəqəmlər yazır. Rəqəmlərin köməyi ilə şagirdlər əvvəlcə nədən, sonra nədən bəhs etməli olduqlarını öyrənirlər. Belə səhvlər çox olduqda (plana qətiyyən riayət edilmədikdə), müəllimin verdiyi istiqamət (rəqəmlər) üzrə mətnin köçürülməsi faydalıdır. Bu zaman şagirdlər fikirləri ardıcıl, rabitəli verdikdə inşanın nə qədər yaxşılaşmasının şahidi olurlar.

Məntiqi səhvə rast gəldikdə qarşısında (haşiyədə) sual işarəsi, yaxud başqa işarə qoymaq lazımdır. Bu işarələr təhlil prosesində müəllimin diqqətini həmin səhvin üzərinə yönəldir. Şagird inşalarında daha çox üslub səhvlərinə yol verilir. Onlar çox vaxt sözləri düzgün seçə bilmir, cümlə qurmaqda çətinlik çəkirlər. Belə səhvləri şagirdlərin müstəqil tapıb düzəldəcəklərinə, daha müvafiq söz və forma seçə biləcəklərinə ümid bağlamaq, şübhəsiz, mümkün deyil. Ona görə də üslubla bağlı olan səhvlər şagirdlərin dəftərlərində müəllim tərəfindən düzəldilməlidir. Müəllim səhvi mötərizəyə almalı, üstündə və ya haşiyədə düzəliş verməlidir.

Bəzən şagirdlər diqqətsizlik üzündən, yaxud məzmuna aludə olduqlarından üslub səhvləri buraxırlar. Belə hallarda səhvin şagirdlər tərəfindən müstəqil düzəldiləcəyinə əmin olan müəllim səhvlərin altından cızıq çəkməklə kifayətlənə bilər. Tək-tək hallarda şagirdlər söz və ya ifadə buraxdıqda xüsusi işarə (√) qoymaqla, cümlədə sözlərin sırası pozulduqda üzərində rəqəmlər yazmaqla, cümlənin mənası anlaşılmadıqda altından dalğalı cızıq çəkməklə düzəliş etmək mümkündür. Bu cür düzəliş şagirdləri öz səhvləri üzərində düşünməyə vadar edir. Müəllimin vəzifəsi budur ki, hər bir şagird öz zəhmətini dərk etsin, gələcək işlərdə onlardan qaçmaq üçün hazır olsun.

Şagirdlərin yol verdikləri səhvləri düzəldərkən müəllim ciddi düşünməli və ehtiyatla hərəkət etməlidir. Təcrübələr göstərir ki, bəzi müəllimlər səhvlərin çoxluğundan əsəbiləşir, heç bir düzəliş vermədən yazının üstündə xaçvari xətt çəkərək şagirdə qaytarırlar. Belə "düzəliş" müəllimin işini asanlaşdırsa da, şagirdə heç bir şey vermir, əksinə onu ruhdan salır, onda öz gücünə inamı azaldır.

Bəzi müəllimlər isə şagirdlərin səhvlərini bilavasitə özləri düzəldir, yalnız söz və ifadəni yenisi ilə əvəz edirlər. Müəllim uşaq inşalarını düzəldərkən, onların işlətdikləri sözlərdən və ifadələrdən istifadə etməklə daha gözəl, düzgün cümlə qurmağın, inşanı daha məzmunlu və obrazlı yazmağın mümkün olduğunu göstərməlidir.

İnşa yazılarda buraxılan səhvlərin üzərində aparılacaq işi nəzərə alaraq yazının aşağısında səhvi yazıb, müvafiq tapşırığın verilməsi məsləhət görülür. Əgər leksik xarakterli səhvlərə yol verilmişsə, həmin sözləri cümlə içərisində işlətmək; sinonimləri və ya antonimləri ilə əvəz etmək; cümlədə sözlərin sırası pozulmuşsa, onları lazımi ardıcıllıqla düzmək; zaman şəkilçisi düzgün yazılmayıbsa, sözü zamana və şəxsə görə dəyişmək; orfoqrafik səhv buraxılmışsa, ona bənzər sözlər tapmaq tələb edilə bilər. Bir çox hallarda (heç olmasa zəif yazılara) yığcam, aydın rəy vermək mümkündür. Təcrübələr göstərir ki, bəzən müəllim *"Gözəl inşadır", "Yaxşı yazmayıbsan", "Məzmun aydın deyil", "Savadsız yazılıb"* və s. kimi ümumi ifadələrlə kifayətlənir. Belə "*rəy*" şagirdə istiqamət vermir.

İnşa qiymətləndirilərkən yuxarıda qeyd olunanlar nəzərə alınmalı, lakin orfoqrafik cəhətdən savadsız yazıya qiymət verilməməlidir.

Səhvlərin təhlili və onlar üzərində şagirdlərin müstəqil işlərinin təşkili.

İnşa yazılar yoxlanıldıqdan sonra onların təhlili rabitəli nitqin inkişafında mühüm rol oynayır. Belə məşğələyə hazırlaşarkən müəllimin xarakterik səhvləri, onların başvermə səbəblərini müəyyənləşdirməli, düzəldilməsi üzrə işin gedişini planlaşdırmalıdır.

Uşaqlardan biri planın birinci maddəsini, müəllim isə inşanın ona müvafiq hissəsini oxuyur. Dərhal uyğun olub-olmaması haqqında nəticə çıxarılır. Bu qayda inşanın digər hissələri üzrə də iş aparılır. Müsahibə prosesində aydınlaşdırılır ki, şagird mövzunu plan üzrə ardıcıl yazmamış, məzmunu tam əhatə edə bilməmiş, onu maraqlı, obrazlı şəkildə verməyi bacarmamış, gördüyünü düzgün təsvir etməmişdir.

Sonra orta səviyyəli inşa oxunur. Şagirdlər inşanın planını yaxşı yadda saxladıqlarından müəllim onu pozur, yalnız təhlilin planını saxlayır. Uşaqlar inşanın mətnini təhlilin planı üzrə oxuyur, təhlil daha şüurlu və ardıcıl gedir. Nəhayət, əla səviyyəli inşa oxunur, uşaqlar bu inşanın plana tamamilə uyğun gəldiyini, hadisələrin ardıcıl, düzgün verildiyini cümlələrin dolğun, ifadəli olduğunu, lakin bəzən sözlərin yerində və dəqiq mənada işlənmədiyini bildirirlər.

Müəllim inşadan bir neçə obrazlı ifadəni seçib oxuyur. Şagirdin nə üçün başqa sözü deyil, məhz bu sözü işlətməsini, bu cümləni daha necə demək mümkün olduğunu xəbər alır. Nəhayət, müəllim nəticə çıxarır: "Şagird yaxşı müşahidə qabiliyyətinə malikdir. O, meşədə hər şeyə diqqətlə baxmağı bacardığından yaxşı da yaza bilmişdir. Kim müstəqi surətdə öz inşasında belə düzəliş apara bilsə, onun qiymətini artıracağam (Ola bilər ki, düzəliş aparılsın, lakin qiymət təhlildən sonra verilsin).

Sonra dəftərlər paylanır. Bir neçə dəqiqə hamı səssiz öz səhvlərinə baxır, başa düşmədikləri düzəliş haqqında sual verir. Müəllim düzəlişi aydınlaşdırır, bəzi şagirdlərin nədə müvəffəqiyyət qazanmadıqlarını, yazısında nəyin çatmadığını, nöqsanlarının xarakterini, səbəbini izah edir. Sonra düzəliş aparmaları tələb olunur.

Şagirdlər həvəslə işə girişirlər. Bəzi şagirdlər dəftərin haşiyəsindəki qeydlərə əsasən bir sıra üslub səhvlərini, orfoqrafik səhvləri düzəldirlər. Bəziləri isə inşanı tamamilə yenidən yazırlar. İnşaların təhlili planı yaxşı yadda saxlamağa imkan yaradır, şagirdlərin lüğət ehtiyatını zənginləşdirir. Bu zaman şagirdlər böyük maraqla özünün və yoldaşlarının nitqi üzərində müşahidə aparır, onun dəqiqliyi, aydınlığı, ifadəliliyi üzərində düşünür, sözdəki müxtəlif məna çalarlığını başa düşürlər.

İnşada buraxdıqları səhvlərin xarakterini, səbəblərini şagirdlərə yaxşı başa salmaq məqsədilə bəzən müəllimin özü nümunəvi inşa yazıb, təhlil zamanı oxuya bilər. İnşanın təhlili və səhvlər üzərində iş müntəzəm və hazırlıqlı aparıldıqda uşaqlarda məsuliyyət hissi artır, onlar öz işlərinə daha şüurlu yanaşırlar.

TRUST GOVERNANCE AND ECONOMIC ETHICS IN STRENGTHENING SOCIOECONOMIC COHESION AMONG MUSLIM AND NON-MUSLIM COMMUNITIES IN INDONESIA

Sheza Aura NAFASYA[1]
[1]State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongn, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia[1]
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-2912-9691
sheza.aura.nafasya@mhs.uingusdur.ac.id
Alifa Rahma OKTANTIA[2]
[2]State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongn, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia[2]
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-4780-8424
alifa.rahma.oktantia@mhs.uingusdur.ac.id
Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI[3]
[3]State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongn, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia[3]
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-8097-2988
laroaena.nadia.ayu.fathmasari@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Indonesia, as a country with a high level of diversity, has social and economic dynamics that are greatly influenced by the ability of its people to build and maintain trust across groups. This study aims to analyze the role of trust governance and economic ethics in strengthening socioeconomic cohesion between Muslim and non-Muslim communities in Indonesia. Social trust is understood as an important asset that influences the ease of cooperation, stability of relationships, and quality of interactions between groups, while economic ethics encompasses the values of fairness, transparency, and responsibility in carrying out economic activities. This study uses a qualitative approach based on a literature review to examine previous findings on social capital, economic ethics, and social relations in pluralistic societies. The results show that the integration of social trust and economic ethics can strengthen economic relations between communities by reducing the potential for conflict and increasing mutual respect. These findings confirm that consistent management of trust and application of economic ethics contribute to the creation of more inclusive and harmonious socioeconomic cohesion amid the diversity of Indonesian society.

Keywords: Social trust, Economic ethics, Governance, Intergroup relations, Social cohesion, Muslim–non-Muslim relations, Indonesia

THE STRATEGIC ROLE OF DIGITAL FINANCIAL ECOSYSTEMS IN ACCELERATING INCLUSIVE AND SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH IN DEVELOPING COUNTRIES

Putri Amelia Andini[1]
[1] **State Islamic University of K.H. Abdurrahman Wahid, idiye International Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia**
[1]**ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-5596-0721**
Putri.amelia.andini@mhs.uingusdur.ac.id
Juhaida Valda[2]
[2] **State Islamic University of K.H. Abdurrahman Wahid, idiye International Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia**
[2]**ORCID ID: https://orcid.org/ 0009-0004-1215-2906**
Juhaida.valda@mhs.uingusdur.ac.id
Fida Putri Nainawa[3]
[3] **State Islamic University of K.H. Abdurrahman Wahid, idiye International Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia**
[3]**ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9993-5209**
fida.putri.nainawa@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Inclusive and sustainable economic growth has become a crucial priority for developing countries as they navigate increasingly complex global dynamics marked by financial inequality, limited digital literacy, and structural economic shifts driven by rapid technological advancement. The digital financial ecosystem emerges as a strategic instrument capable of expanding access to financial services through the integration of fintech, mobile banking, digital wallets, electronic payment systems, and digital lending platforms, all of which enhance efficiency, affordability, and outreach for individuals and micro, small, and medium enterprises (MSMEs). This article examines how the adoption of digital financial technologies not only fosters greater economic participation among vulnerable populations but also accelerates MSME productivity, strengthens transactional transparency, and generates new pathways for sustainable economic opportunities. Furthermore, this study evaluates the critical roles of government regulation, data protection mechanisms, digital infrastructure readiness, and the adaptation of traditional financial institutions in ensuring that digital finance can grow effectively without undermining financial security or macroeconomic stability. Overall, this comprehensive analysis highlights that strong collaboration among governments, private-sector actors, and financial institutions is essential to building a digital financial ecosystem that is inclusive, resilient, and capable of serving as a major driver of long-term sustainable economic growth in developing countries.

Keywords: Digital Finance; Financial Inclusion; Fintech; Sustainable Economic Growth; Developing Countries; Digital Ecosystems; MSME Productivity; Economic Transformation; Digital Infrastructure; Financial Innovation.

PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE PREVENTION OF ADOLESCENT DEVIANT BEHAVIOR

Askar Aimukatov Candidate of Pedagogical Sciences, associate professor. Academician of the International Academy of Informatization. Aktobe Regional University, Kazakhstan
nastavnik1961@mail.ru

Key words: artificial intelligence (AI), deviant behavior, psychology

Abstract

This article explores the application of (AI) in preventing deviant behavior among adolescents.

The psychological aspects of using artificial intelligence in this field represent an emerging area where technological progress meets knowledge of psychophysiology and social adaptation. Deviant behavior includes various deviations from social norms - such as aggression, antisocial attitudes, and other tendencies that may hinder personal growth and integration into society. Early identification of such factors enhances diagnosis, monitoring, and the implementation of corrective measures.

Artificial intelligence algorithms can analyze extensive data sets, including surveys, online behavior, academic performance, and social interactions. Such analysis helps detect patterns and early signs of destructive tendencies often missed through traditional methods. Regular monitoring enables not only the identification of current issues but also the expansion of preventive strategies.

Cooperation between artificial intelligence systems, psychologists, and educators is vital for accurate diagnosis and effective intervention planning. AI should be viewed not as a substitute for professionals but as a tool that enhances their capabilities and decision-making accuracy.

Artificial intelligence also supports the creation of dynamic systems for monitoring social environments, identifying conflicts and social tension among participants in the educational process. Data-driven insights facilitate recommendations for sustaining positive relationships and empathy development.

Ensuring algorithmic transparency, informed consent, and ethical standards is crucial to maintain user trust and psychological comfort. Integrating artificial intelligence into adolescent support systems requires collaboration between technological and professional communities, balancing technical potential with psychological and social awareness.

”ROMANTİK SASPENS” JANRI SUBJANR KİMİ

Ulduz Fərhad Qəhrəmanova, filologiya üzrə fəlsəfə doktoru,
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, “Ədəbiyyat” kafedrasında dosent əvəzi
ulduzkahraman1@gmail.com,
Orcid İD: 0009-0003-4418-9319

Abstrakt:

“Romantik saspens” subjanrının təkmilləşməsi ilə nəticələnir. Subjanr janraltı deməkdir. “Romantik saspens” elementi özündə təhlükəni, qorxunu, ölümü, təbiətən gələn detektivlik qabiliyyətini, iti ağlı, çətin vəziyyətdən çıxma bacarığını, sevgini, ehtirası özündə ehtiva edir. Subjanr iki müxtəlif janrın tandemi nəticəsində formalaşır. “Saspens” gərginlik deməkdir, yəni müəllifin əsər boyu oxucuların marağını saxlamaq üçün istifadə etdiyi ədəbi vasitədir.

“Saspens baş verənlərə bağlı deyil, baş verə biləcək, baş vermə təhlükəsi olan hadisələrlə bağlıdır”. Beləliklə, “saspens” janrının əsas funksiyaları əsərdə olan gərginliyi, qeyri-müəyyənlik hissini yaratmaqdan, artırmaqdan ibarətdir və nəticədə riskli, təhlükəli bir hadisənin baş verəcəyini gözləmək hissidir. “Romantik saspens”, yəni “romantik gərginlik” romanı sirr və ya triller, hekayə xəttinə yönəlmiş süjetli bir sevgi romanıdır. “Romantik saspens” subjanrının yaradıcı dünya ədəbiyyatında Meri Styuart hesab edilir. Meri Styuartın yazdığı romanlar əsasən XX əsrin II yarısını əhatə edir. Biz bu romanlarda adətən II Dünya müharibəsindən sonrakı hadisələrin canlandırılmasının şahidi oluruq.

Açar sözlər: “Romantik saspens” janrı, subjanr, Meri Styuart

THE GENRE OF “ROMANTİC SUSPENSE” AS A SUBGENRE

Abstract:

The subgenre “romantic suspense” results in the improvement of the subgenre. A subgenre means a subgenre. The element “romantic suspense” includes danger, fear, death, natural detective skills, sharp mind, ability to get out of a difficult situation, love, passion. The subgenre is formed as a result of the tandem of two different genres. “Suspense” means tension, that is, it is a literary device used by the author to maintain the interest of readers throughout the work.

“Suspense is not related to what has happened, but to events that may happen, that are in danger of happening.” Thus, the main functions of the “suspense” genre are to create and increase the tension, uncertainty, and as a result, the feeling of waiting for a risky, dangerous event to occur. A “romantic suspense” novel, that is, a “romantic suspense” novel, is a mystery or thriller, a love novel with a plot focused on the storyline. The creator of the “romantic suspense” subgenre in world literature is considered to be Mary Stuart. The novels

written by Mary Stuart mainly cover the second half of the 20th century. In these novels, we usually witness the revival of events after World War II.

Keywords: "romantic suspense" genre, subgenre, Mary Stuart

Bədii ədəbiyyat hər bir insanın şəxsiyyət kimi formalaşmasında əhəmiyyətli rol oynayır. Tarixə müraciət bədii ədəbiyyatın geniş yayılmış formasıdır. Tarixə müraciətdə ən güclü stimul müasir müəlliflərin aid olduqları etnik-milli kimliklərinin qabardılması və müəyyən edilməsi ilə bağlıdır. Tarixi mövzular özündə ictimai-siyasi prosesləri ehtiva edir. Belə ki, yazıçılar tarixi faktlara söykənərək bugünkü hadisələrin başvermə səbəblərini izah etməyə cəhd edirlər. Bu da danılmazdır ki, tarix boyu keçilən yolun insan həyatında çox böyük əhəmiyyəti vardır. Tarixi keçmiş daim insanların marağına səbəb olur.

Romanlara aid təcrübi elementlər vardır:

1. "Romantik saspens" janrı: "Romantik saspens" subjanrının təkmilləşməsi ilə nəticələnir. Subjanr janraltı deməkdir. "Romantik saspens" elementi özündə təhlükəni, qorxunu, ölümü, təbiətən gələn detektivlik qabiliyyətini, iti ağlı, çətin vəziyyətdən çıxma bacarığını, sevgini, ehtirası özündə ehtiva edir. Subjanr iki müxtəlif janrın tandemi nəticəsində formalaşır. "Saspens" gərginlik deməkdir, yəni müəllifin əsər boyu oxucuların marağını saxlamaq üçün istifadə etdiyi ədəbi vasitədir.

"Saspens baş verənlərə bağlı deyil, baş verə biləcək, baş vermə təhlükəsi olan hadisələrlə bağlıdır". (Nəbiyeva Vüsalə, f.ü.f.d. dissertasiyası, Bakı, 2024, s.25) Beləliklə, "saspens" janrının əsas funksiyaları əsərdə olan gərginliyi, qeyri-müəyyənlik hissini yaratmaqdan, artırmaqdan ibarətdir və nəticədə riskli, təhlükəli bir hadisənin baş verəcəyini gözləmək hissidir. "Romantik saspens", yəni "romantik gərginlik" romanı sirr və ya triller, hekayə xəttinə yönəlmiş süjetli bir sevgi romanıdır". (Nəbiyeva Vüsalə, f.ü.f.d. dissertasiyası, Bakı, 2024, s.25) Belə romanlarda sirr və gərginlik bir-birini əvəz edir.

Ənənəvi "romantik saspens" subjanrının surətlərinin aşağıdakı xüsusiyyətləri var:

1. Əsərdə əsas diqqət qadın qəhrəmanlarına yönəlir.
2. Əhvalat adətən qadın qəhrəmanlarının dilindən, I şəxs tərəfindən nəql edilir.
3. Qəhrəmanın və qatilin düşüncələri daha az təqdim edilir.
4. Qəhrəmanı təhlükəli vəziyyət qarşısına qoyan əsas amil şiddətə qarşı olan qorxusudur.
5. Qəhrəman hansısa sirri həll etməyə, keçmişdən bir sirr açmağa çalışır.
6. Qadın qəhrəmanlar iki əks cins qəhrəmanlar arasındaseçim etməlidir. Onlardan biri müsbət qəhrəman, digəri isə canidir.
7. Nə qadın qəhrəman, nə də oxucu sona qədər o ikisi arasındakı fərqi bilir.

Yuxarıda sadalanan hər bir xüsusiyyət Meri Styuartın romanlarında rast gəlinir. Ümumiyyətlə, "Romantik saspens" subjanrının yaradıcı dünya ədəbiyyatında Meri Styuart hesab edilir. Meri Styuartın yazdığı romanlar əsasən XX əsrin II yarısını əhatə edir. Biz bu romanlarda adətən II Dünya müharibəsindən sonrakı hadisələrin canlandırılmasının şahidi oluruq.

Ədibin yaradıcılığı dövründə bu mövzuda olan bir çox əsərlərə rast gəlmək olar. "Sağ tərəfdəki şimşək", "Xanım, Siz danışacaqsınız?", "Qardaşım Maykl", "Gül kotteci", "Tikanlı yuva" və digər romanları həmçinin "romantik saspens" subjanrında yazılmış romanlardır. Yazıçı II Dünya müharibəsi mövzusunu "romantik saspens" subjanrın tələbinə uyğun yazdığı romanlarda da əsasən II Dünya müharibəsində baş verən itkilər nəticəsində yaxınların sonrakı həyatlarının təsviri və müharibənin dağıdıcı təsirinin insanlar üzərində yaratdığı əlamətlərin qalıcı olmasını canlandırır. Bu tipli romanlarda yazıçı insan psixologiyasının incə məqamlarını da məharətlə oxuculara ötürmüşdür.

Yazıçının bu səpkili əsərlərində adətən istirahətə gedən və başlarına müxtəlif macəralar gələn qadınlar əks olunur. Bəzən tədqiqatçılar Meri Styuartın romanlarını "mistika saspens" janrına da şamil edirlər. "Mistika saspens" subjanrı detektiv romandan fərqlənir. Belə ki, detektiv romanlarda cinayət və onun istintaqı var. Təhkiyə detektiv tərəfindən yox, potensial qurban tərəfindən nəql edilir.

II. Pentalogiya janrı: Pentalogiya əsasən tarixi-fantastika janrına aiddir. Ona görə pentalogiyaya tarixi-fantezi roman da deyilir. Pentalogiya tarixi roman və "fentezi" janrının bədii sintezinin mükəmməl bir nümunəsidir. Pentalogiya janrı həm tarixi, həm də fentezi janrının elementlərini özündə birləşdirir, yəni onların sintezindən yoğrulmuşdur.

Ədəbiyyat:

1.Xalid Əlimirzəyev, (2008) "Ədəbiyyatşünaslığın elmi-nəzəri əsasları", Bakı
2. Mir Cəlal, Pənah Xəlilov,(2005) "Ədəbiyyatşünaslığın əsasları", Bakı, Çaşıoğlu
3. Məmməd Əliyev, (2012) "Ədəbiyyat nəzəriyyəsinin əsasları", Bakı
4. Məhəmmədəli Mustafayev, (2021) Ədəbiyyat nəzəriyyəsi, Bakı
5.Nizaməddin Şəmsizadə, (2012) "Ədəbiyyat nəzəriyyəsi", Bakı
6.Nəbiyeva Vüsalə, "Meri Styuartın tarixi əsərlərində ümumbəşəri problemlər", Bakı, 2024, 205 s. (f.ü.f.d. elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilən dissertasiya)
7. Rafiq Yusifoğlu, (2001) "Ədəbiyyatşünaslığın əsasları", Bakı

BƏDİİ DÜŞÜNCƏNİN İNKIŞAFINDA NAĞILLAR VƏ OXUNUN TƏDRİS MƏQSƏDLƏRİ

Aynur Bədəlova

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin müəllimi

https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0002-9288-6218

Xülasə

Son illərdə texnologiyanın sürətli inkişafı, təhsildə yeni yanaşmaların tətbiqini məqsədəuyğun etmişdir. Xüsusilə, nağılların oxu texnologiyaları şagirdlərin dil və psixoloji inkişafı baxımından əhəmiyyətli bir yer tutur. Ənənəvi oxu üsullarından fərqli olaraq, elektron kitablar, audiokitablar və interaktiv nağıllar şagirdlərin təxəyyülünü inkişaf etdirir, onları oxu vərdişlərinə təşviq edir və dil bacarıqlarını möhkəmləndirir. Nağıllar, həmçinin, şagirdlərin emosional inkişafında da mühüm rol oynayır. Buna görə də, nağılların oxu texnologiyalarının şagirdlərin psixoloji və dil inkişafına necə təsir etdiyini araşdırmaq xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Nağıllar, sadə dili və zəngin obrazlı ifadə tərzi ilə uşaqların dünyagörüşünü zənginləşdirir, onların dil və nitq bacarıqlarını inkişaf etdirir. Şagirdlər nağıllar vasitəsilə lüğət və dil biliklərini artırır, həmçinin, obrazlı düşünmə qabiliyyətini formalaşdırır. Əgər nağıllar həm məzmun olaraq, həm də ifadəli oxu və tədrisin müvafiq metodları ilə təqdim olunarsa, bu, şagirdlərin bədii düşüncələrini inkişaf etdirərək onlara mətni dərindən qavramağı öyrədir.

Təhsil sahəsindəki ən mühüm məqsədlərdən biri, şagirdlərin müstəqil düşünmə, yaradıcı yanaşma və düzgün ünsiyyət qurma bacarıqlarını inkişaf etdirməkdir. Bu məqsədin həyata keçirilməsi üçün müxtəlif tədris metodları tətbiq olunur. Bu metodların arasında oxu bacarıqlarının inkişafı xüsusi yer tutur. Oxu, həyatımızın hər bir sahəsində qarşımıza çıxan əsas fəaliyyətlərdən biridir və bu fəaliyyət insanın nitqinin inkişafında mühüm rol oynayır. Düzgün oxu, şagirdin özünü ifadəetmə qabiliyyətini və hisslərini başqalarına düzgün şəkildə çatdırmaq üçün vacib bir bacarıqdır. Oxu yalnız hərfləri tanımaq və düzgün tələffüz etməkdən ibarət deyil. Oxuyarkən mətnin mənasını qavramaq, mətnin strukturunu anlamaq, oxunanı dərk etmək və oxunanı dinləyiciyə ifadəli şəkildə çatdırmaq vacibdir. Məktəblərdə oxu tədrisi, şagirdlərin nitqinin inkişaf etdirilməsi üçün əsas mərhələlərdən biridir. F. Yusifov qeyd edir: *"Orta məktəbi bitirən hər bir gənc bədii ədəbiyyatı, digər mənbələri oxumağı, təhlil etməyi, qiymətləndirməyi, öz biliklərini müstəqil şəkildə artırmağı bacarmalı, fasiləsiz təhsilə hazır olmalıdır."* Beləliklə, oxu tədris prosesi erkən yaşlarda başlayır və şagirdlərə məktəbdə öyrədilir. İlk növbədə, şagirdlərin düzgün oxu qabiliyyəti inkişaf etdirilməlidir ki, onlar yazılı məlumatları düzgün qavrayıb, həmçinin bunu başqalarına da aydın və ifadəli şəkildə çatdıra bilsinlər. Bu qabiliyyət məktəbin tədris proqramı çərçivəsində inkişaf etdirilir və bu da şagirdlərin həm təhsil prosesində, həm də gələcəkdə sosial həyatlarında uğur əldə etmələrinə kömək edir. Şagirdlər oxuduqları mətni hiss etməli,

mətndəki duyğuları qavrayaraq, onları oxuduqları zaman yoldaşlarına doğru şəkildə çatdırmalıdır. Oxu zamanı mətnin məntiqinə uyğun istiqamət vermək, hər səsi diqqətlə tələffüz etmək, hər sözün düzgün və aydın oxunması vacibdir. Oxu ardıcıllığı və koordinasiyası da oxunun keyfiyyətini artırır. Yalnız ardıcıl şəkildə oxu, şagirdlərin mətnin mənasına daha dərindən nüfuz etmələrinə və ifadəli oxu bacarıqlarını inkişaf etdirmələrinə imkan verir. N Abdullayev yazır: *"Nitqin yazılı formasında müəllifin yalnız məntiqi təfəkkürünün nəticələri verilir. Burada oxuyanın məqsədi yazılı şəkildə verilmiş olan müəllif fikrini açmaq, onu səsləndirməkdirsə, oxu prosesində vəziyyət bir qədər başqadır."*

Bu gün, müəllimlər məktəblilərin nitqinin düzgün və ifadəli inkişafı ilə bağlı bir sıra çətinliklərlə üzləşir. Nitq, ünsiyyətin əsas vasitəsi olduğundan, şagirdlərin aydın və düzgün nitq qabiliyyətləri olmadan həm dərslərində, həm də gündəlik həyatlarında qarşılıqlı əlaqə qurmağı çətinləşir. İbtidai sinif müəllimləri, şagirdlərə öz fikirlərini düzgün və ifadəli şəkildə çatdırmağı öyrətmək üçün xüsusi diqqət göstərməli və bu məsələyə hərtərəfli yanaşmalıdır. Çünki bu bacarıqların inkişafı onların şəxsiyyətinin formalaşması üçün vacibdir. Bununla yanaşı, şagirdlərə düzgün və sürətli oxunu öyrətmək, onların təhsil prosesində daha uğurlu olmalarına kömək edəcəkdir. Bacarıqlı oxucu, mətni anlamağa və mətndən çıxarılacaq məlumatları düzgün şəkildə əldə etməyə qadirdir. Bu isə oxu ilə əlaqəli daha geniş bacarıqların inkişafına gətirib çıxarır. Beləliklə, oxu bacarığı müxtəlif mətnləri fərqli üsullarla oxumağı və mətni başqalarına ifadəli şəkildə çatdırmağı nəzərdə tutur. İfadəli oxu şagirdlərin əxlaqi keyfiyyətlərinin, yaradıcılıq qabiliyyətlərinin inkişafına kömək edir. Bu səbəbdən, məktəbin qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri də şagirdlərin ifadəli oxu bacarıqlarını inkişaf etdirmək və bu bacarıqları Dövlət Təhsil Standartlarının və əsas təhsil proqramının tələblərinə uyğun şəkildə mənimsətməkdir. Bu, şagirdlərin təhsil prosesində daha yüksək nəticələr əldə etmələri və özlərini daha yaxşı ifadə etmələri üçün vacib bir addımdır.

Açar sözlər: məktəb, şagird, ifadəli oxu, ünsiyyət, düşüncə.

THERAPEUTİC NANOPARTİCLES: RECENT DEVELOPMENTS AND THEİR TARGETED DELİVERY APPLİCATİONS

Niharika Kumari , Dr. R. Devi, Dr. R. Srinivasan
Master of Pharmacy 1st Year, Faculty of Pharmacy,
Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamil Nadu, India.
Professor, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamil Nadu, India.
Dean & Professor, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamil Nadu, India.

Abstract

Therapeutic nanoparticles (NPs) have become powerful tools for overcoming the limitations of traditional drug delivery systems by enabling improved pharmacokinetics, targeted transport, and controlled release of therapeutics. The success of lipid nanoparticle (LNP)– based mRNA vaccines has accelerated advancements in nanomedicine, extending applications to cancer therapy, gene and nucleic acid delivery, neurodegenerative diseases, and regenerative medicine. A wide range of nanoparticle systems, including lipid, polymeric, inorganic, and hybrid platforms, have been engineered to enhance drug stability, loading efficiency, and biodistribution. Biomimetic systems such as exosomes and cell membrane– coated nanoparticles further improve targeting specificity and biocompatibility. Contemporary approaches integrate passive and active targeting with stimuli-responsive designs that exploit microenvironmental features such as pH, enzyme activity, and redox gradients for precise drug release. Despite substantial progress, issues related to toxicity, immunogenicity, large-scale manufacturing, and regulatory approval remain challenges to clinical translation. Integrating artificial intelligence and personalized medicine is expected to drive the next generation of intelligent, adaptive nanoparticle therapeutics.

Keywords: therapeutic nanoparticles, lipid nanoparticles, drug delivery, nanomedicine, targeted therapy, stimuli-responsive systems, biomimetic nanoparticles, artificial intelligence, personalized medicine.

TEA LEAVES ETHANOLIC EXTRACTS AS DIETARY CHEMOPREVENTIVE AGENTS AGAINST COLON CANCERS

Mrs.E.Elavarasi, J.Jayadurka, Ardhra Sunil, Sudharsan.C, Karthik.S
Faculty of pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India
Email id: elavarasi.pharmacy@bharathuniv.ac.in

ABSTRACT:

Tea (*Camellia sinensis*) is globally recognized for its rich concentration of polyphenols, particularly catechins such as epigallocatechin-3-gallate (EGCG), which demonstrate significant chemopreventive and anticancer effects. Extensive in-vitro, in-vivo, and clinical studies reveal that tea leaf extracts suppress cancer initiation, promotion, and progression through regulation of oxidative stress, modulation of signaling pathways, inhibition of angiogenesis, induction of apoptosis, and suppression of metastasis. Challenges such as low bioavailability, formulation barriers, and variations in dosage and clinical outcomes are discussed alongside future research directions. Tea extracts represent a promising, natural, safe, and accessible approach to dietary chemoprevention and integrated oncology.

Keywords: Tea Extract, Chemoprevention, Polyphenols, Catechins, EGCG, Cancer Prevention.

INTRODUCTION



Figure 1 leaves of Camellia sinensis

Cancer remains one of the most pressing global health challenges, with the World Health Organization reporting nearly **20 million new cancer cases** and **9.7 million cancer-related deaths** in 2022.The most common cancers include breast, lung, colorectal, and prostate, which together account for a significant fraction of both incidence and mortality globally. Projections alarmingly suggest that by 2050, the annual number of new cancer cases may rise to **over 35 million**, driven largely by population aging, growing socioeconomic inequality, and increases in modifiable risk factors such as tobacco use, unhealthy diets, and environmental exposures.there is an urgent and growing need for effective, accessible, and safe cancer prevention strategies. While conventional cancer therapies are indispensable, they are often associated with significant side effects, high cost, and limited accessibility, especially in low- and middle-income countries. Dietary chemoprevention the use of natural food-derived compounds to inhibit, delay, or reverse carcinogenesis has therefore emerged as a promising complementary approach. Natural polyphenols, antioxidants, and bioactive plant-derived molecules offer a potentially cost-effective and low-toxicity method for reducing cancer risk.

Tea derived from the leaves of *Camellia sinensis* is one of the most widely consumed beverages in the world, second only to water. Global tea consumption has been steadily rising, with recent data indicating that in 2022–2023, **over 6 million tonnes** of tea were consumed globally. The per capita consumption of tea is similarly high, reflecting its cultural and social importance. Beyond its role as a daily beverage, tea has a rich history in traditional medicine: in countries such as China and India, tea has long been revered for its therapeutic

properties, used to treat a wide variety of ailments ranging from digestive disorders to fatigue and inflammation. This traditional legacy, combined with modern scientific evidence, positions tea polyphenols as strong candidates for dietary chemopreventive strategies against cancers.

Tea Leaves and Their Phytochemical Composition

Tea is produced from the young leaves of *Camellia sinensis*, and the variation in processing results in different types of tea, including **green, black, white, and oolong**, each with a distinct phytochemical profile and therapeutic potential. **Green tea** undergoes minimal oxidation, preserving high levels of catechins, whereas **black tea** is fully oxidized, converting catechins into theaflavins and thearubigins. **Oolong tea** is partially fermented and contains intermediate levels of catechins and oxidation products, while **white tea**, the least processed variety, retains a delicate profile rich in polyphenols and antioxidants.

Tea leaves contain a diverse range of **bioactive phytochemicals**, primarily **catechins**, **alkaloids**, **flavonoids**, and **amino acids**. Among catechins, the most abundant and therapeutically active molecule is **epigallocatechin-3-gallate (EGCG)**, followed by **epigallocatechin (EGC)**, **epicatechin gallate (ECG)**, and **epicatechin (EC)**. These compounds possess strong antioxidant, anti-inflammatory, and anticarcinogenic properties. Tea also contains **alkaloids** such as **caffeine**, **theobromine**, and **theophylline**, which contribute to stimulant activity, thermogenesis, and cellular signaling. **Flavonoids**, including quercetin, kaempferol, and myricetin, enhance free-radical scavenging and vascular protection. Another key constituent is **L-theanine**, a unique amino acid responsible for tea's calming effect and synergistic activity with catechins, influencing neurotransmitter regulation and immune modulation.

The synergistic interaction of tea polyphenols supports a broad spectrum of **antioxidant and biochemical functions**, including neutralization of reactive oxygen species (ROS), inhibition of lipid peroxidation, modulation of inflammatory pathways such as NF-κB and COX-2, and regulation of apoptosis through mitochondrial signaling. These mechanisms collectively contribute to the inhibition of cancer cell proliferation, suppression of angiogenesis and metastasis, and enhancement of DNA repair mechanisms, thereby establishing tea as a powerful dietary chemopreventive agent.

Mechanisms of Anticancer Activity of Tea Extracts

Tea polyphenols, particularly EGCG and related catechins, exert multifaceted anticancer mechanisms that interfere with key cellular processes involved in tumor initiation, promotion, and progression. One of the primary mechanisms is their **anti-proliferative activity**, where catechins inhibit uncontrolled cell division by regulating cell cycle checkpoints such as G1/S and G2/M transitions. They suppress cyclin-dependent kinases

and enhance tumor-suppressor proteins like p53 and p21, ultimately slowing or halting the proliferation of cancer cells.

Tea extracts also display significant **pro-apoptotic activity**, inducing programmed cell death in malignant cells while sparing normal healthy tissue. This occurs through activation of intrinsic mitochondrial pathways, release of cytochrome-c, modulation of pro-apoptotic proteins (Bax), suppression of anti-apoptotic proteins (Bcl-2), and activation of caspases. Additionally, EGCG interferes with **angiogenesis**, the process by which tumors form new blood vessels to obtain nutrients. It downregulates vascular endothelial growth factor (VEGF) and matrix metalloproteinases (MMP-2 and MMP-9), thereby inhibiting tumor vascularization and spreading.

Another vital mechanism is the **antioxidant and anti-inflammatory effect** of tea components. They neutralize reactive oxygen species (ROS), prevent oxidative DNA damage, and suppress chronic inflammation by regulating signaling pathways such as NF-κB, MAPK, and STAT3. Through these pathways, tea reduces the production of inflammatory cytokines (TNF-α, IL-6) and inhibits COX-2 expression, which is strongly associated with tumor aggressiveness. Furthermore, tea catechins impede **metastasis** by preventing epithelial-mesenchymal transition (EMT) and limiting cancer cell migration and invasion.

Collectively, these biochemical effects contribute to decreased tumor viability, reduced metastatic potential, enhanced therapeutic sensitivity, and improved overall prevention of cancer initiation and progression, establishing tea extracts as promising natural chemopreventive agents.

Table: Anticancer Effects of Tea Extracts Against Specific Cancers

Type of Cancer	Key Bioactive Compounds in Tea	Proposed Mechanisms of Action	Research Evidence / Findings
Breast Cancer	EGCG, EGC, ECG, EC, Theaflavins	Inhibits cell proliferation, induces apoptosis via caspase activation, suppresses HER2/ER+ cell signaling, reduces angiogenesis	Studies show EGCG reduces tumor size and suppresses metastasis in breast cancer models; epidemiological data link higher tea intake with reduced recurrence risk
Lung Cancer	EGCG, ECG, Quercetin, Catechins	Downregulates EGFR signaling, inhibits ROS-mediated DNA damage, induces cell cycle arrest at G1 phase	In vitro studies show EGCG inhibits growth of A549 lung cancer cells and reduces pulmonary tumor growth in animal models
Prostate Cancer	EGCG, Theaflavins, Theanine, Caffeine	Suppresses androgen receptor signaling, inhibits NF-κB and MAPK pathways, reduces PSA levels, promotes apoptosis	Clinical trials demonstrate green tea polyphenols reduce prostate-specific antigen (PSA) progression in men with high-risk lesions
Colon Cancer	EGCG, Catechins, Flavonoids	Modulates gut microbiota, inhibits MMP-9 and COX-2, prevents colon polyp formation, blocks Wnt/β-catenin pathway	Animal studies show significant reduction in adenoma formation and improved survival after green tea extract supplementation

Phytochemical Constituents of Different Tea Types

Type of Tea	Major Constituents	Processing Characteristics	Antioxidant Level
Green Tea	EGCG, EGC, ECG, EC, Theanine, Caffeine	Non-fermented; enzyme inactivation by steaming or pan-firing	Very High
Black Tea	Theaflavins, Thearubigins, Caffeine	Fully fermented; catechins converted into complex polyphenols	Moderate
Oolong Tea	Catechins, Theaflavins, Flavonoids	Partially fermented	High
White Tea	Catechins, Gallic acid, Flavonoids	Minimally processed; young buds and shoots	Very High

Extracts and Their Anticancer Effects on Colon Cancer

Colon cancer is one of the most prevalent gastrointestinal malignancies worldwide, largely associated with chronic inflammation, oxidative stress, and dysregulated cellular signaling pathways. Tea extracts, particularly those rich in catechins such as EGCG, have demonstrated potent chemopreventive potential against colon carcinogenesis. A key mechanism includes the **inhibition of cyclooxygenase-2 (COX-2)**, an enzyme overexpressed in colorectal tumors and strongly linked to inflammation-mediated cancer progression. By downregulating COX-2 expression, tea polyphenols reduce the production of pro-inflammatory prostaglandins, thereby suppressing tumor growth and invasive behavior. Additionally, EGCG plays a critical role in **modulating the Wnt/β-catenin signaling pathway**, which is frequently activated in colon cancer and drives uncontrolled cellular proliferation and survival. Suppression of this pathway limits β-catenin nuclear translocation, ultimately decreasing oncogene activation and tumor expansion.

Another significant chemopreventive action of tea extracts is the **prevention of adenoma formation**, an essential early event in the development of colorectal cancer. Animal studies have shown that long-term consumption of green tea markedly reduces the number and size of precancerous adenomatous polyps, enhances apoptosis in abnormal cells, and maintains epithelial structural integrity. The combined antioxidant, anti-inflammatory, and signaling-modulatory effects of tea phytochemicals contribute to reducing colon tumor burden and delaying malignant transformation, establishing tea as a promising dietary strategy for colorectal cancer prevention.

Preclinical and Clinical Evidence

Extensive preclinical research underpins the chemopreventive potential of tea extracts. **In-vitro** studies using human cancer cell lines (breast, lung, prostate, colon) consistently show that catechins—especially EGCG—reduce cell viability, induce cell-cycle arrest, promote apoptosis, and inhibit migration and invasion; these effects are typically observed at micromolar concentrations (commonly in the range of ~10–100 μM). **Animal model** research complements cell studies: rodents fed green tea extracts or EGCG exhibit reduced tumor incidence, smaller tumor size, fewer metastases, and lower markers of inflammation and oxidative stress.

Dosing in animal work is usually reported as mg/kg body weight or as a percentage of diet and demonstrates dose-dependent protection in chemically induced and genetically susceptible models.

Human clinical trials have produced more variable but encouraging results. Small randomized and observational studies report reduced biomarkers of carcinogenesis (e.g., oxidative DNA damage, prostaglandin levels), slowed progression of premalignant lesions (such as prostate intraepithelial neoplasia or colorectal adenomas), and modest decreases in cancer incidence in high-consumption cohorts. However, outcomes depend strongly on study design, population, duration, and endpoints. **Dosage considerations** are therefore critical: clinical studies commonly use standardized green tea extracts delivering roughly **~200–800 mg EGCG per day** (either as brewed tea equivalents or concentrated supplements), but bioavailability is limited by rapid metabolism and first-pass clearance. Safety at high supplemental doses has been a concern in isolated reports (hepatic effects), so long-term clinical use favors moderate intake through regular brewed tea or validated, well-monitored formulations. Overall, preclinical evidence is robust; translating that into consistent clinical benefit requires larger, longer, and better-controlled trials with standardized dosing and formulation.

Bioavailability, Nanotechnology & Formulation Challenges

Despite strong experimental evidence supporting the anticancer effects of tea catechins, their translation into clinical success is significantly limited by **poor bioavailability**. EGCG and other catechins undergo rapid metabolism, low intestinal absorption, oxidation, and fast systemic clearance, resulting in limited therapeutic plasma concentrations after oral intake. To overcome these limitations, **nanotechnology-based delivery systems** have emerged as promising strategies to enhance stability, absorption, and targeted delivery. **Nano-EGCG**, formulated using polymeric nanoparticles, liposomes, or solid lipid nanocarriers, protects EGCG from degradation, increases permeability across intestinal barriers, and improves cellular uptake, significantly boosting anticancer potency in preclinical models. Similarly, **phytosome encapsulation**, which complexes catechins with phospholipids, enhances lipophilicity and membrane transport, leading to improved systemic exposure and sustained therapeutic levels compared to conventional tea extracts.

Advanced **controlled-release systems**, including hydrogels, biodegradable microspheres, and nanoemulsions, enable prolonged release of EGCG at tumor sites, minimizing rapid clearance and reducing dosing frequency. These formulations also allow co-delivery with chemotherapeutic or anti-inflammatory agents, offering synergistic anticancer effects while reducing adverse reactions. However, challenges remain related to large-scale production, regulatory approval, long-term safety data, and stability optimization. Continued research into smart delivery technologies and formulation engineering is therefore essential for translating the chemopreventive potential of tea phytochemicals into clinically effective anticancer interventions.

Safety, Toxicity, and Dietary Intake Recommendations

While tea extracts and their active catechins, particularly EGCG, are widely regarded as safe and beneficial, appropriate **dosage control** is essential to avoid potential adverse effects. Moderate tea consumption through traditional brewing is associated with minimal risk, and several health organizations consider **3–5 cups per day** of brewed green tea—or approximately **200–400 mg of EGCG**—to be within a safe intake range for healthy adults. At these levels, tea is generally well tolerated and unlikely to cause toxicity. However, the increasing use of **concentrated green tea supplements** and highly purified catechin formulations has raised concerns about safety at high doses. Excessive intake, typically exceeding **800–1200 mg EGCG per day**, has been linked to reports of hepatotoxicity, gastrointestinal discomfort, insomnia, and interactions with medications such as anticoagulants due to its caffeine and polyphenol content.

Adverse effects are more frequently associated with **supplement capsules** rather than brewed tea, likely due to rapid systemic exposure that bypasses natural dilution and gradual absorption. Individuals with liver disorders, pregnancy, or conditions requiring caffeine restriction should exercise caution and seek medical advice before using concentrated tea extract supplements. Additionally, consuming extracts on an empty stomach can increase toxicity risk due to enhanced catechin absorption. Therefore, **controlled and evidence-based intake strategies**—favoring moderate daily dietary consumption over high-dose supplemental use—are strongly recommended to balance therapeutic benefits with safety. Continued clinical surveillance and standardized dosing guidelines are important to ensure safe integration of tea extracts into cancer prevention and wellness programs.

CONCLUSION

Tea leaves and their bioactive phytochemicals, predominantly catechins such as EGCG, represent a powerful and promising natural resource for the **dietary chemoprevention of major cancers**, including breast, lung, prostate, and colon cancers. Extensive in-vitro and in-vivo evidence demonstrates that tea extracts modulate multiple molecular pathways associated with carcinogenesis, exerting effects that include inhibition of cell proliferation, induction of apoptosis, suppression of angiogenesis, prevention of metastasis, and regulation of inflammation-driven signaling networks such as NF-κB, COX-2, and Wnt/β-catenin. Emerging research in nanotechnology-enhanced delivery systems—such as nano-EGCG, phytosomes, and controlled-release formulations—offers innovative solutions to overcome the inherent limitations of poor bioavailability and rapid metabolic degradation, potentially increasing clinical efficacy.

Although clinical studies show encouraging outcomes, variations in study design, dosage limitations, and safety concerns at high supplemental intake indicate the need for further well-controlled human trials. Safe

consumption through regular dietary intake of brewed tea remains the most reliable approach, with moderate daily doses providing meaningful antioxidant and chemopreventive benefits with minimal toxicity risk. Considering the global burden of cancer and increasing interest in plant-based therapeutics, tea extract research continues to be a vital avenue for the development of affordable, accessible, and low-toxicity preventive strategies. Integrating scientific validation with advanced formulation technologies may ultimately support the translation of tea-derived compounds from laboratory potential to evidence-based clinical application in cancer prevention and complementary therapy.

REFERENCES:

1. Ahmad, N., & Mukhtar, H. (2010). Green tea polyphenols and cancer: Biological mechanisms and practical implications. *Nutrition Reviews*, 68(6), 280–294.
2. Yang, C. S., & Wang, H. (2016). Cancer preventive activities of tea catechins. *Molecules*, 21(12), 1679.
3. Khan, N., & Mukhtar, H. (2019). Tea polyphenols in promotion of human health. *Nutrients*, 11(1), 39.
4. Oz, H. S. (2017). Chronic inflammatory diseases and green tea polyphenols. *Nutrients*, 9(6), 561.
5. Wang, P., et al. (2020). EGCG induces apoptosis through mitochondrial pathway. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 121, 109.
6. Thangapazham, R. L., et al. (2007). Polyphenols in cancer prevention. *Frontiers in Bioscience*, 12, 4881–4907.
7. Li, M., et al. (2018). Nano-formulation of EGCG for cancer therapy. *Journal of Controlled Release*, 277, 142–152.
8. Singh, B. N., et al. (2011). Impact of EGCG on cell signaling pathways. *Food & Chemical Toxicology*, 49(12), 3276–3287.
9. Chen, L., & Zhao, H. (2017). Polyphenols and breast cancer prevention. *Oncology Letters*, 14, 741–748.
10. Bhattacharya, U. (2018). Green tea catechins and lung cancer inhibition. *Journal of Cancer Prevention*, 23(3), 125–134.
11. Henning, S. M., et al. (2015). Green tea effects on colon carcinogenesis. *Cancer Prevention Research*, 8(12), 1189–1197.
12. Ju, J., et al. (2007). Tea polyphenols in colon cancer prevention. *Journal of Nutrition*, 137(9), 2554–2562.
13. Zhu, Q., et al. (2016). EGCG suppresses COX-2. *Cancer Letters*, 372(2), 179–187.
14. Li, Y., et al. (2019). Wnt pathway regulation by EGCG. *Molecular Cancer Therapeutics*, 18(10), 1855–1866.
15. Pandey, M., et al. (2019). Tea polyphenols and prostate cancer. *Pharmacological Research*, 147, 104.
16. Bettuzzi, S., et al. (2006). Green tea catechins reduce prostate cancer in men. *Cancer Research*, 66, 1234–1240.
17. Guo, Q., et al. (2018). Antioxidant activity of EGCG. *Food Chemistry*, 268, 206–211.
18. Lambert, J. D., & Elias, R. J. (2010). Bioavailability of tea polyphenols. *Journal of Nutrition*, 140(12), 2342–2347.

19. Chow, H. S., et al. (2003). Pharmacokinetics of tea catechins. *Cancer Epidemiology Biomarkers*, 12, 1022–1027.
20. Shimizu, M., et al. (2011). Clinical evaluation of green tea polyphenols. *Cancer Science*, 102(12), 317–323.
21. Weisburger, J. H. (2000). Tea and health: Cancer prevention. *Clinical Dermatology*, 18(5), 503–508.
22. Torkelson, C. J., et al. (2010). Safety of green tea extracts. *Cancer Chemotherapy and Pharmacology*, 66, 411–420.
23. Lambert, J. D., et al. (2007). Toxicity of green tea extracts. *Food & Chemical Toxicology*, 45, 409–416.
24. Yang, C. S. (2014). Prevention of chronic diseases by tea. *Annual Review of Nutrition*, 34, 143–163.
25. Fujiki, H., et al. (2015). Cancer inhibition mechanisms of EGCG. *Journal of Cancer Research & Clinical Oncology*, 141, 151–160.
26. Tachibana, H., et al. (2004). EGCG receptor identification. *Nature Structural Biology*, 11, 380–387.
27. Li, Z., et al. (2020). Nanotechnology for tea catechin delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 158, 62–75.
28. Chen, W., et al. (2023). Encapsulation improves EGCG stability. *Nanomedicine*, 48, 102.
29. Ju, J., et al. (2018). Anti-angiogenesis effects of catechins. *Carcinogenesis*, 39(7), 936–945.
30. Cai, Z., et al. (2018). Controlled release formulations of EGCG. *Drug Delivery*, 25(1), 123–130.
31. Gao, Y., et al. (2013). Theanine modulation of immune function. *Food Science & Nutrition*, 55(10), 145–151.
32. Khan, N., et al. (2018). Tea flavonoids and carcinogenesis. *Current Cancer Drug Targets*, 18, 21–34.
33. Rehman, N. U., et al. (2019). Tea alkaloids and cancer. *Phytomedicine*, 55, 23–34.
34. Li, J., et al. (2017). Tea polyphenols and apoptosis. *Molecular Medicine Reports*, 16, 874–880.
35. Sun, S., et al. (2022). Green tea and gut microbiome in colon cancer. *Nutrients*, 14, 144.
36. Fang, C., et al. (2021). EGCG synergy with chemotherapy. *Cancer Letters*, 508, 30–44.
37. Sun, C. L., et al. (2010). Tea intake reduces breast cancer risk. *Carcinogenesis*, 31, 842–847.
38. Yuan, J. M., et al. (2011). Green tea and lung cancer reduction. *Cancer Epidemiology Biomarkers*, 20, 2343–2350.
39. Kuriyama, S., et al. (2016). Long-term tea consumption outcomes. *JAMA Internal Medicine*, 176, 138.
40. Shankar, S., et al. (2007). Cell cycle arrest by catechins. *Cancer Research*, 67(8), 3642–3647.
41. Park, J., et al. (2020). Anti-metastasis effect of EGCG. *Nature Communications*, 11, 1473.
42. Zhou, H., et al. (2019). PLGA nanoparticles for EGCG. *International Journal of Pharmaceutics*, 569, 118.
43. Aggarwal, B. B., et al. (2005). Inflammation and cancer. *Cancer Letters*, 203, 11–12.
44. Zhang, L., et al. (2019). COX-2 suppression by EGCG. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 118, 109.
45. Chen, D. (2011). Epigenetic modulation by green tea. *Clinical Epigenetics*, 3(1), 6.
46. Guo, S., et al. (2022). EGCG role in immune signaling. *Antioxidants*, 11, 879.
47. Tang, G. (2017). Human clinical dose evaluation. *Clinical Nutrition*, 36, 104.
48. European Food Safety Authority. (2018). Safety of green tea catechins. *EFSA Journal*, 16(4), 5239.
49. WHO Cancer Statistics Report. (2022). Global cancer database. *World Health Organization*.
50. IARC (2020). Lifestyle & cancer prevention evaluation. *International Agency for Research on Cancer*.

MIMOSA PUDICA L.: A REVIEW OF ANTIBACTERIAL ACTIVITY

Dr.R.Srinivasan, Yuvaraj AR, Prasanth, Snehamayee Mahapatra, Ramachandran, Prasanna Padmanaban M.K
Faculty of pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India
Email id: dean.pharmacy@bharathuniv.ac.com

ABSTRACT:

Mimosa pudica L. (Fabaceae), commonly known as the sensitive plant or "touch-me-not," is used worldwide in traditional medicine for wound healing, diarrhoea, skin infections, and other ailments. Over the last two decades a growing number of phytochemical and pharmacological studies have evaluated its antibacterial properties. This review synthesizes current evidence on the antibacterial activity of Mimosa pudica extracts (aqueous, methanolic, ethanolic, chloroform, hexane), fractions, and derived nanoparticles. We summarize plant parts tested (leaves, roots, stems, flowers, thorns, whole-plant), common extraction methods, tested pathogens (Gram-positive and Gram-negative bacteria including Staphylococcus aureus, MRSA, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella spp., and others), and typical assays (agar diffusion, broth microdilution, MIC/MBC determination, time-kill and antibiofilm assays). Reported activity is variable and strongly influenced by solvent, plant part, geographic origin, and assay method; polar organic extracts (methanol, ethanol) often demonstrate broader and stronger antibacterial effects than aqueous extracts, with MICs reported in the low hundreds to low micrograms per millilitre in more active preparations. Putative active phytoconstituents include flavonoids, tannins, alkaloids (including mimosine), saponins and phenolic acids — classes known to disrupt bacterial membranes, inhibit enzymes, or interfere with quorum sensing. Recent strategies to enhance activity include bio-fabrication of metal and metal-oxide nanoparticles using M. pudica extracts and testing purified fractions or enriched flavonoid/tannin fractions. Safety and toxicity data remain limited and mostly preclinical. We identify gaps — standardized extraction/assay protocols, comparative MIC datasets, mechanism-focused studies, and in vivo models — and propose directions for translational research aiming to develop topical antimicrobials or adjuvants for resistant infections.

Keywords: Mimosa pudica, antibacterial, phytochemistry, MIC, nanoparticles, ethnopharmacology

1. INTRODUCTION

Mimosa pudica L. is a perennial herb native to tropical regions that has widespread traditional use for treating infections and wounds. Interest in plant-derived antimicrobials has intensified due to rising antimicrobial resistance, motivating systematic assessment of commonly used medicinal plants. This review focuses specifically on antibacterial data for M. pudica extracts and derived preparations, synthesizing evidence across study designs and highlighting translational potential. M. pudica is characterized by sensitive pinnate leaves that fold when touched. Ethnomedicinal records report use of leaves, roots, and whole-plant preparations for wound healing, diarrhoea, dysentery, skin infections, and as a general tonic. Traditional topical use for wounds underpins many modern investigations of antibacterial and wound-healing activity.



Figure 2 Mimosa pudica plant

Alkaloids — notably *mimosine* (a non-protein amino acid) and other basic alkaloids.

Flavonoids — quercetin-like and other flavonols/flavones; often correlated with antioxidant and antimicrobial effects.

Tannins and phenolic acids — protein-binding compounds that can precipitate microbial proteins and disrupt membranes.

Saponins — membrane-active glycosides with detergent-like properties.

Terpenoids and steroids — lipophilic constituents that may disrupt lipid membranes.

Phytochemical content varies by plant part, season, and extraction solvent; therefore biological activity commonly tracks with phytochemical profiles.

Extraction methods and their effect on antibacterial activity

Common extraction approaches in the literature include maceration or Soxhlet extraction with solvents such as hexane, chloroform, ethyl acetate, ethanol, methanol, and water. Fractionation into polar and non-polar fractions (e.g., hexane → chloroform → ethyl acetate → methanol → aqueous) allows enrichment of different compound classes. Key observations:

- **Polar organic solvents (methanol, ethanol)** frequently yield extracts with the strongest and broadest antibacterial activity.
- **Aqueous extracts** sometimes show activity but are often weaker, likely because many active secondary metabolites are more soluble in organic solvents.
- **Non-polar extracts** (hexane) sometimes show activity against Gram-positive bacteria where lipophilic terpenoids act.

Standardization (yield, dry weight per volume, test concentration units) is inconsistent across studies, complicating direct comparisons.

In vitro antibacterial evidence

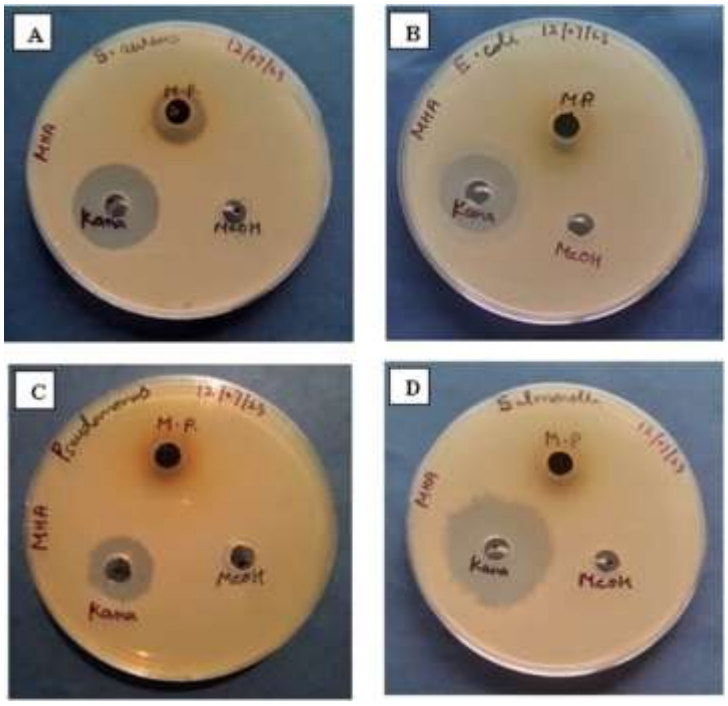


Figure 3 Antibacterial Activity

Pathogens tested

Studies typically test common opportunistic and pathogenic bacteria: *Staphylococcus aureus* (including MRSA strains), *Bacillus* spp., *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, and clinical wound isolates.

Assays and reported potency

Primary assays include agar diffusion (zone of inhibition), broth microdilution (MIC/MBC), time-kill kinetics, and antibiofilm assays. Reported outcomes vary widely because of methodological heterogeneity. Typical findings include:

- Agar diffusion: zones of inhibition ranging from absent to large (e.g., 8–20 mm) depending on extract and test organism.
- MICs: where reported, methanolic or ethanolic extracts frequently show MICs in the range of ~64–1024 µg/mL; stronger fractions or nanoparticles sometimes report sub-100 µg/mL activity.
- MBCs: less commonly reported — when given, they are often 1–4-fold higher than MICs.

Study / Extract	Test Microorganism(s)	Concentration or Dose	Antibacterial Activity (Zone of Inhibition or MIC)
Ethanolic extract of leaves (MJPMS)	*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*	5, 25, 50, 100, 250 µg/mL	- E. coli: 11 mm (25), 13 mm (50), 16 mm (100), 17 mm (250) - P. aeruginosa: 11 mm (50), 14 mm (100), 16 mm (250) - S. pyogenes: 11 mm (50), 13 mm (100), 15 mm (250) - S. aureus: 12 mm (50), 15 mm (100), 16 mm (250)
Methanol extract (Khulna Univ. study)	12 pathogenic bacteria (mix of Gram-positive and Gram-negative)	(not all exact conc. given)	Significant activity against 2 Gram-positive + 6 Gram-negative; *no* activity vs *Staph. pyogenes, Salmonella typhi, Shigella boydii, Vibrio cholera*.
Chloroform, Methanol, Ethyl acetate extracts (leaf/root/pod)	Gram-positive & Gram-negative bacteria	(extract)	Chloroform extract showed good antibacterial activity; ethyl acetate moderate antifungal ("antimicrobial activity" more broadly)
Chlorophyllin from M. pudica leaves	*Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*	25–100 µg/mL	Zones of inhibition ranged ~9 mm to 18 mm depending on pathogen and concentration.
Thorns (ethanolic & aqueous)	*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus cereus*	25, 50, 75, 100 mg/well	Aqueous thorn extract (100 mg/well) had zone ~24.2 ± 0.34 mm against *E. coli*; against *Candida albicans* (fungus) ~18.1 ± 0.17 mm.
Leaf extract + Potassium Aluminum Sulphate (Alum)	*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*	62.5, 125, 250 µg/mL (w/v)	At 250 µg/mL (aqueous extract + alum): *S. aureus* inhibition zone = 26.00 ± 0.00 mm. Also MIC (minimum inhibitory concentration) = 0.50 µg/mL for all three bacteria (in that study).
Preliminary	Multiple test bacteria (not all	Fractions from	MIC for some fraction (Fraction VII) =

fractionated extracts (n-hexane, chloroform, etc.)	listed)	leaf; disc diffusion	~33.33 µg/mL; overall broad antibacterial potential seen.
Active-component (mimosine) study	*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*	(not pure mimosine? Root extract + mimosine)	Good antibacterial activity by agar-well diffusion, as per the paper.

Spectrum and reproducibility

Extracts generally show greater activity against Gram-positive bacteria (e.g., *S. aureus*, *B. subtilis*) than Gram-negative species, likely due to differences in outer membrane permeability. However, some studies report activity against Gram-negative pathogens including *E. coli*, *K. pneumoniae* and *P. aeruginosa*, especially when higher extract concentrations or nanoparticle formulations are used.

Mechanisms of antibacterial action

While definitive mechanistic studies are limited, several plausible mechanisms emerge from phytochemical classes and preliminary assays:

- **Membrane disruption:** tannins, saponins and certain flavonoids can increase membrane permeability and cause leakage of cellular contents.
- **Enzyme inhibition:** polyphenols can chelate metal cofactors or inhibit bacterial enzymes essential for metabolism.
- **Quorum sensing and biofilm inhibition:** some flavonoids and phenolics interfere with quorum sensing pathways and reduce biofilm formation.
- **Synergism with antibiotics:** a few reports suggest extract-antibiotic synergism, possibly via efflux pump inhibition or cell-wall weakening.

Mechanistic work with purified constituents (or well-characterized fractions) and molecular assays (membrane integrity dyes, transcriptomics, proteomics) is still sparse and needed.

Nanoparticles and enhanced formulations

Several recent studies employ M. pudica extracts as reducing and capping agents to biosynthesize silver (AgNPs), zinc oxide (ZnO NPs), and other nanoparticles. These nano-formulations often show enhanced antibacterial/antibiofilm activity compared with crude extracts, likely combining intrinsic nanoparticle effects with phytochemical surface coatings that improve stability and target interaction.

Toxicity and safety

Toxicological data are limited: acute in vivo toxicity studies in rodents show relatively high LD50 values for crude extracts in some reports, but chronic toxicity, topical sensitization, and effects of purified alkaloids (e.g., mimosine) require careful assessment. Cytotoxicity to mammalian cell lines is variably reported; some active

fractions show low cytotoxicity at concentrations effective against bacteria, but safety margins are not yet well defined.

Gaps, limitations, and recommendations for future research

Major limitations across the literature include:

- Heterogeneous extraction and testing methodologies that prevent meta-analysis.
- Sparse MIC/MBC datasets with standardized units and controls.
- Few mechanistic studies using purified compounds.
- Limited in vivo infection models or clinical data supporting topical or systemic use.
- Insufficient toxicology and safety profiling for translational development.

1. **Standardization:** adopt reporting standards (plant voucher, extraction yield, exact test concentrations in µg/mL or mg/mL, CLSI/ EUCAST methods for MICs).
2. **Bioassay-guided fractionation:** isolate and identify active constituents, quantify them, and test purified compounds for antibacterial and antibiofilm activity.
3. **Mechanistic studies:** membrane assays, efflux pump and enzyme inhibition assays, transcriptomic/proteomic profiling of treated bacteria.
4. **Formulation work:** evaluate topical formulations (hydrogels, creams) and nanoparticle-based delivery in standard wound infection models.
5. **Safety:** comprehensive in vitro cytotoxicity panels and in vivo subacute/chronic toxicity studies.

Translational potential

Given traditional topical use and promising in vitro results, the most immediate translational opportunity is development of standardized topical antimicrobials (e.g., creams or wound dressings) or adjuvants to antibiotics that could reduce required doses or reverse resistance phenotypes. Advancement to preclinical models and GLP toxicology would be essential before any clinical applications.

CONCLUSION

Mimosa pudica contains multiple phytochemical classes with demonstrated in vitro antibacterial activity. While evidence supports its potential as a source of antibacterial agents or adjuncts, progress toward clinical application is limited by inconsistent methodology and incomplete safety and mechanism data. Focused, standardized research (bioassay-guided isolation, mechanism elucidation, robust toxicology, and preclinical efficacy in infection models) will be required to determine whether M. pudica can yield clinically useful antimicrobial therapies.The comprehensive review of *Mimosa pudica* demonstrates that this medicinal plant possesses remarkable antibacterial potential, making it a promising candidate for the development of novel

therapeutic agents. The antibacterial efficacy of *Mimosa pudica* extracts, particularly those derived using solvents such as methanol, ethanol, chloroform, and aqueous preparations, has been consistently validated through several in-vitro studies against a broad spectrum of Gram-positive and Gram-negative bacterial pathogens. These include *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Salmonella typhi*. The significant inhibition zones and minimum inhibitory concentration (MIC) values reported across multiple investigations confirm the plant's strong and dose-dependent antibacterial effect.

The presence of diverse bioactive phytochemicals—such as flavonoids, alkaloids, tannins, glycosides, terpenoids, steroids, phenolic compounds, and saponins—is considered the major contributing factor toward the antimicrobial action. These constituents work through various mechanisms including disruption of bacterial cell membranes, inhibition of nucleic acid synthesis, protein denaturation, and interference with metabolic pathways. Phenolic and flavonoid compounds, in particular, are well known for their antioxidant and membrane-damaging properties, which enhance the bactericidal effect. Moreover, tannins exhibit strong protein-precipitating ability, thereby affecting bacterial cell wall integrity and enzymatic functions.Considering the global rise in antimicrobial resistance and the urgent need for safe, affordable, and effective natural alternatives, *Mimosa pudica* represents a valuable resource for future pharmaceutical exploration. The ability of plant-based formulations to overcome multidrug-resistant (MDR) pathogens positions *Mimosa pudica* as a potential candidate for integration into modern healthcare systems, especially in regions where synthetic antibiotics are losing effectiveness or remain inaccessible due to high cost.

Although promising, further research is essential to fully evaluate the clinical applicability of *Mimosa pudica*. Most existing evidence is derived from preliminary laboratory studies; therefore, advanced investigations such as in-vivo studies, clinical trials, toxicity assessments, pharmacokinetic profiling, and formulation optimization are urgently required. Standardization of extraction methods, identification of lead active compounds, and development of controlled release or nano-formulated drug delivery systems will significantly enhance therapeutic efficacy. Additionally, synergistic studies combining *Mimosa pudica* with conventional antibiotics may help reduce required dosages and limit resistance development.*Mimosa pudica* exhibits notable antibacterial activity and considerable potential for future drug development. Its rich phytochemical composition, broad antimicrobial spectrum, traditional medicinal relevance, and eco-friendly accessibility highlight its importance in combating infectious diseases. As antibiotic resistance continues to pose a major global threat, medicinal plants like *Mimosa pudica* offer renewed hope for the discovery of safer and more sustainable antimicrobial agents. With continued scientific investigation and technological innovation, *Mimosa*

pudica may eventually emerge as a key ingredient in next-generation antibacterial therapies, contributing significantly to public health and global infection control strategies.

REFERENCES:

1. Mandal AK, et al. In Vitro Antioxidant and Antimicrobial Potency of *Mimosa pudica* (Terai region, Nepal). *Scientific Reports / Int. journal* (2022). (PMC)
2. "Evaluation of Antibacterial Activity of Ethanolic Extracts of *Mimosa pudica* Leaves" (PDF — study reporting zones of inhibition at 50–250 µg/mL). (2016/2017). (Mintage Journal)
3. Rajalakshmi K., Banu N. "Antimicrobial Activity of Natural Chlorophyllin from *Mimosa pudica* L." *International Journal / Research Journal of Pharmacy & Technology* (2017). (Innovare Academics Journals)
4. ResearchGate — "Antimicrobial activity of *Mimosa pudica* thorns" (aqueous & ethanolic thorn extracts; E. coli, Candida results). (2018). (ResearchGate)
5. CFTRI report / IR entry — "Antimicrobial activity of *Mimosa pudica*: chloroform, methanol, ethyl acetate extracts (leaf/root/pod)." (2011). (ePrints@CFTRI)
6. Balsaraf SV. "Antibacterial efficacy of *Mimosa pudica* (Lajavanti) against selected organisms." *Australian Prescriber / Dental/Pharma journal* (2014). (Lippincott Journals)
7. Tomar RS, et al. "In-vitro efficacy of methanolic extract of *Mimosa pudica* Leaves" — antibacterial activity & MIC (PDF). (Year: journal around 2013–2017). (IJCMAS)
8. Chew et al. — referenced in comparative antioxidant/antibacterial papers showing activity of crude extracts (roots/flowers/leaves/stem). (cited in 2020 review). (IJCMAS)
9. Pany S., et al. "Bio-fabrication of ZnO nanoparticles using *Mimosa pudica* extract" — green synthesis and antimicrobial testing (2024). (ScienceDirect)
10. Floral extract → AgNPs: "*Mimosa pudica* floral nanoparticles: potent antibacterial & antibiofilm activity" (*Journal of Nanobiotechnology* style paper). (2020). (Taylor & Francis Online)
11. Pandey B. "Antimicrobial activity of *Mimosa pudica* Linn." (PDF — IJLS / conference paper describing zones for B. subtilis, P. aeruginosa, K. pneumoniae). (Indian Journal of Life Sciences)
12. Hilaris Publisher — "Antibacterial Activity of Leaf and Root of *M. pudica* against selected human pathogens" (2018 PDF). (Hilaris Publishing SRL)
13. Florajournal (2024) — "Evaluation of antioxidant, antimicrobial activities, and phytochemical screening in *Mimosa pudica* flower extracts." (Flora Journal)
14. Juniper Publishers mini-review — "The Potential of *Mimosa pudica* as a Biopreservative" (2018) — summarizes antimicrobial potential and active fractions. (Juniper Publishers)
15. NEPT Journal / Phytochemical Screening and Antibacterial Activity of *Mimosa pudica* (PDF). (Year ~2019–2021). (Nept Journal)
16. IJRPR review — "Pharmaceutical & Pharmacological review of *Mimosa pudica*" summarizing antimicrobial observations across studies. (2021–2024). (IJRPR)
17. Ukaaz Publications — "Comparative phytochemical screening and microbiocidal activity of *Mimosa pudica* whole parts" (paper/report). (Ukaaz Publications)
18. Academic Journals (AJPS) — "Antibacterial efficacy of *Mimosa pudica* against selected pathogens" (study abstract & results). (Academic Journals)
19. ICASEIT / IJASEIT — "Antibacterial activities of extracts of *Mimosa pudica* L.: an in-vitro study" (Vietnam / SE Asia study — ethanol & water extracts). (IJASEIT)
20. Insight into L-Mimosine as an Antibacterial Agent — PubMed entry / Mandal et al. (2022) (discusses mimosine contribution to antibacterial activity). (PubMed)

21. ResearchGate / Core — “Antibacterial activities of the extracts of *Mimosa pudica* L. — In-vitro study” (Thoa N.T. et al. — comparative data). (CORE)
22. ISCA / RJCS — “Phytochemical Analysis and Anti Microbial Activity of *Mimosa pudica*” (study results & zones). (ISCA)
23. IJPSN (2021) — “Topical wound healing, antimicrobial and antioxidant properties of *Mimosa pudica* root extract.” (IJPSN Online)
24. Semantic Scholar entry — “Phytochemical and Pharmacological Screening of *Mimosa pudica* (Sharma & Sharma)” (compilation of antimicrobial reports). (Semantic Scholar)
25. TroIndia / IJCESR — “In-silico and in-vitro study of Mimosa pudica ... MRSA and mimosine” (reports VR-MRSA sensitivity to mimosine >200 µg/mL). (Tro India)
26. EJOR (Egypt Journal) — “In vitro antibacterial potentials of the sensitive plant (Mimosa pudica)” (Alimi AA et al., 2021). (Egyptian J. Agr. Res.)
27. scispace / Research PDF mirror of thorn extracts antimicrobial study (supports ResearchGate thorn paper). (SciSpace)
28. Research article / Hero EPA entry — “Fractionation and antibacterial fractions from *Mimosa pudica* leaf” (older NIH/agency record). (ResearchGate)
29. IJCMAS & related local journals — multiple reports of methanolic extract antibacterial activity (figures & MIC data). (IJCMAS)
30. IJRPas / Abstracts (2025) — “Phytochemical screening & in-vitro antimicrobial activity” (recent 2025 study). (IJRPAS)
31. Interes Journals PDF — “Pharmacological activity of *Mimosa pudica* by different fractions” (tannin/flavonoid fractions antibacterial study). (Interes Journals)
32. IJLS conference paper / antimicrobial screening of leaves & parts (supports leaf activity vs B. subtilis, Pseudomonas etc.). (Indian Journal of Life Sciences)
33. CABI compendium entry — plant profile including antimicrobial potential and literature pointers. (CABI Digital Library)
34. IJRPR / other review (2025) — “Comprehensive review on ethnopharmacological potential of *Mimosa pudica*” (compiles antimicrobial reports). (IJPR Journal)
35. Research on sodium copper chlorophyllin (sodium copper salt of chlorophyll) prepared from *M. pudica* — antibacterial evaluation paper. (RJPT)
36. Flora Journal (2024) — flower extract antimicrobial & phytochemical evaluation (supports flower-part activity). (Flora Journal)
37. Review / NFSIJ — “Potential of M. pudica as biopreservative” includes references to original antimicrobial studies. (Juniper Publishers)
38. Multiple regional (India/Asia/Africa) undergraduate theses and conference abstracts reporting *M. pudica* antibacterial studies (collected across IJASEIT, ResearchGate, Core). (ResearchGate)
39. Papers describing biosynthesized nanoparticles (AgNP, ZnONP) using *M. pudica* extracts and demonstrating enhanced antibacterial activity (2020–2024). (Taylor & Francis Online)
40. Papers describing fractionation (hexane, chloroform, ethyl acetate) showing solvent-dependent antibacterial activity (CFTRI & other labs). (ePrints@CFTRI)
41. Studies specifically measuring MICs of *M. pudica* extracts/fractions against E. coli, S. aureus, P. aeruginosa, K. pneumoniae (various journals and conference papers summarized above). (Mintage Journal)
42. Papers/assertions on phytochemicals (flavonoids, tannins, alkaloids, saponins, mimosine) as likely antibacterial agents in *M. pudica* (multiple phytochemical screening reports). (Interes Journals)

43. IJPSN / wound-healing + antimicrobial root extract study (supports antimicrobial effect in wound models). (IJPSN Online)
44. Case studies/formulation works — antibacterial liquid soap & topical formulations using *M. pudica* extracts (industry/technical journals). (Jurnal Medikah Utama)
45. Hero EPA / older environmental health record referencing antibacterial fractions and activity (archival). (ResearchGate)
46. Regional journals (e.g., IJCMAS, IJASEIT) reporting concentration-dependent antibacterial activity and comparative solvent extraction data. (IJCMAS)
47. Papers analyzing L-mimosine extraction/role and potential antibacterial mechanisms (chemistry/pharmacology papers). (Chemical Journal)
48. Reviews summarizing ethnomedicinal uses & antimicrobial evidence across countries (2023–2025 reviews). (ScienceDirect)
49. Conference abstracts and posters (various years 2010–2025) reporting zones of inhibition and MICs for *M. pudica* extracts — aggregated via ResearchGate / Core / institutional repositories. (ResearchGate)
50. Comparative studies that include *Mimosa pudica* among panels of medicinal plants tested for antibacterial activity (showing relative potency). (IJCMAS)

PHARMACOKINETICS AND PHARMACODYNAMICS OF ORAL DRUG DELIVERY SYSTEMS

V.Ranjani[1], Dr. R. Srinivasan[2], Dr. R. Devi[3]

[1]Master of Pharmacy 1st Year, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamil Nadu, India.

[2]Dean & Professor, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamil Nadu, India.

[3]Professor, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, Tamil Nadu, India.

ABSTRACT

Oral drug delivery methods are essential to contemporary medicine because they offer a practical and efficient pathway for systemic medication absorption. Numerous physiological and formulation-related parameters, such as gastrointestinal pH, transit duration, first-pass metabolism, solubility, permeability, and release characteristics, affect the pharmacokinetics (PK) and pharmacodynamics (PD) of oral medications. While PD connections explain how drug concentration impacts therapeutic response and safety, understanding PK factors like absorption rate, bioavailability, distribution, metabolism, and elimination is crucial for forecasting systemic drug exposure. Targeting technologies, bioavailability enhancers, and controlled-release systems are examples of formulation science advancements that enable precise PK-PD behavior modification to maximize therapeutic effects. This integrated approach is essential to the logical design of oral drug delivery systems because it guarantees increased efficacy, decreased dose frequency, minimized side effects, and improved patient compliance.

Keywords: Bioavailability, Pharmacodynamics, Pharmacokinetics, Oral drug, Controlled release system

MOLECULAR PATHOGENESIS, EARLY DETECTION, AND THERAPEUTIC APPROACHES FOR COLON CANCER

[2] Meenaloshini D and [1] Meenatshi V,
[1]Assistant Professor, School of Pharmacy, Takshashila University, Ongur, Tindivanam, Villupuram, Tamil Nadu-604305, India
[2] Student, B.Pharm, School of Pharmacy, Takshashila University, Ongur, Tindivanam, Villupuram, Tamil Nadu-604305, India

Abstract

Colon cancer remains a major cause of cancer-related morbidity and mortality worldwide. This review examines current understanding of tumor initiation and progression, emphasizing genetic and epigenetic alterations such as APC, KRAS, TP53 mutations, microsatellite instability, and CpG island methylation. Tumor microenvironment factors — including inflammation, stromal interactions, and microbiome composition — are described for their roles in promoting malignant behavior and therapeutic resistance. Early detection through population screening (fecal immunochemical testing, colonoscopy) and emerging biomarker panels improves outcomes by enabling treatment at earlier stages. Standard treatments for localized disease continue to rely on surgery with curative intent, often combined with adjuvant chemotherapy. For advanced and metastatic cases, systemic options now include combination cytotoxic regimens, targeted agents against VEGF and EGFR pathways, and immune checkpoint inhibitors for selected biomarker-defined subgroups. Challenges addressed here include treatment resistance, therapeutic toxicity, disparities in access to care, and the need for reliable predictive biomarkers. The review evaluates recent clinical trial results that refine patient selection and sequence of therapies, and it highlights translational research efforts aimed at overcoming resistance mechanisms — for example, combination regimens targeting compensatory signaling and trials pairing immunotherapy with modulators of the tumor microenvironment. Mechanistic studies, well-designed biomarker-driven clinical trials, and integration of molecular profiling into routine practice are important steps toward more effective, personalized management of colon cancer. The review aims to provide a practical reference for clinicians and researchers working to improve prevention, diagnosis, and patient outcomes.

Keywords:
Colon cancer, microsatellite instability, tumor microenvironment, targeted therapy, screening

Regards ,
D.Meenaloshini

THE ROLE OF FLUORIDE IN THE PREVENTION OF DENTAL CARIES IN CHILDREN

Nana Jincharadze Professor of European University, Tbilisi, Georgia

Abstract

Introduction: Fluoride is a natural mineral that has the ability to delay the development of caries. The intake of water containing fluoride prevents the formation of tooth-damaging acid by bacteria in the mouth. Fluoride also restores tooth enamel, contributes to tooth strength. This is the information available to date about fluoride.

Methods: Methodological basis of this research is the qualitative research, method of cabinet research ("Desk Research")

Results: A literature review of the last three years was conducted. The American Academy of Pediatrics (AAP), the Centers for Disease Control and Prevention (CDC), and the American Dental Association (ADA) support the role of fluoride in reducing dental caries in children. Studies have shown that water fluoridation reduces dental caries in children by approximately 25%. The AAP recommends the use of an appropriate amount of fluoridated toothpaste, and the use of fluoride varnish for young children. In the United States, water fluoridation began in 1945 to prevent dental caries, and fluoride toothpaste was introduced in 1955.In 1962, the standard was revised to 0.7 ppm to 1.2 ppm. In 2001, the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) published recommendations for fluoride use to prevent dental caries. The 2015 recommendation lowered the optimal fluoride concentration in water. Recent studies indicate that the benefits of adding fluoride to water supplies are not as significant as previously thought. A 2025 review of scientific studies by the Cochrane Collaboration, an independent group, concluded that adding fluoride to tap water is of little benefit in preventing tooth decay in children. The studies found that adding fluoride to water reduced tooth decay by an average of only a quarter. Most Western European countries, including Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Iceland, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Norway, Sweden, and Switzerland, have stopped fluoridating their water. Some researchers believe that fluoride is an industrial byproduct that has been linked to arthritis, bone fractures, bone cancer, reduced IQ, neurodevelopmental disorders, and thyroid disease. Experts say more research is needed to understand the effects of fluoride — not just on young children, but on the general population.

The Food and Drug Administration issued a report on October 31, 2025, warning against the use of oral fluoride supplements for children under 3 years of age and those at low to moderate risk of tooth decay. Fluoride supplements are still recommended for children over 3 years of age at high risk of tooth decay, defined as those whose drinking water contains less than 0.7 mg/L of fluoride and who have active caries lesions.

The American Academy of Pediatrics disagrees, and continues to recommend Use of oral fluoride as a safe and effective preventive method. The AAP also recommends using a grain of rice-sized amount of fluoride toothpaste twice daily from the time the first tooth appears and up to age 3, and a pea-sized amount of fluoride toothpaste from age three.

Conclusion: Thus, the latest recommendation, based on the FDA's assessment, is that fluoride products should be limited to children ages 3 and older who are at high risk for dental caries. The restriction applies to oral fluoride supplements and does not include the use of fluoride toothpaste.

Keywords: fluoride, caries, baby teeth, fluoridated water.

OXİDATİVE STRESS RESPONSES İN THE GİLLS OF *OREOCHROMİS NİLOTİCUS* EXPOSED TO LİTHİUM UNDER CONTROLLED LABORATORY CONDİTİONS

Dr, Feriel Ghribi[a,b] ORCID:0000-0001-9350-7510
Dr, Safa Bejaoui[a] ORCID: 0000-0002-7946-2763
Dr, Wafa Trabelsi[a] ORCID: 0000-0002-1114-4080
Dr, Imene Chetoui[a] ORCID: 0000-0002-2259-5397
Dr, Nejla Soudani ORCID: 0000-0002-7652-9678
E-mail: feriel.ghribi@fst.utm.tn
[a] Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic Organisms, Faculty of Sciences of Tunis, University of Tunis El Manar 2092 El Manar, Tunis, Tunisia.

Abstract

Lithium (Li) contamination is an emerging concern due to its increasing release into aquatic environments. This study evaluated oxidative stress disturbances in the gills of *Oreochromis niloticus* following laboratory exposure to graded lithium concentrations for two days. Oxidative biomarkers, including hydrogen peroxide (H_2O_2), malondialdehyde (MDA), and advanced oxidation protein products (AOPP), were quantified, along with antioxidant defenses such as glutathione peroxidase (GPx), glutathione-S-transferase (GST), and reduced glutathione (GSH). Li exposure triggered a clear dose-dependent oxidative imbalance in the gills. H_2O_2 levels increased significantly at higher concentrations, reflecting intensified ROS production. This was accompanied by marked elevations in MDA and AOPP, indicating enhanced lipid peroxidation and protein oxidation in branchial tissues. Antioxidant responses varied with exposure level: GPx and GST activities increased at moderate doses, suggesting an initial compensatory activation, while GSH content decreased sharply in the highest treatments, showing depletion of non-enzymatic antioxidant capacity. Overall, the results demonstrate that the gills of *O. niloticus* are highly sensitive to lithium-induced oxidative stress. Oxidative biomarkers proved effective for detecting early toxic effects under experimental conditions and highlight the vulnerability of branchial tissues to Li contamination.

Keywords: Lithium, *O. Niloticus*, Gills, Oxidative stress, Antioxidant enzymes, Toxicity.

LİPİD MOBİLİZATİON AND FATTY ACİD VARİABİLİTY İN *ARCA NOAE* FROM THE BİZERTE LAGOON (NORTHERN TUNİSİA)

Dr, Feriel Ghribi[a] ORCID:0000-0001-9350-7510
Dr, Imene Chetoui[a] ORCID: 0000-0002-7946-2763
Dr, Safa Bejaoui[a] ORCID: 0000-0002-7946-2763
Dr, Dhouha Boussoufa[a] ORCID: 0000-0003-1501-757X
E-mail: feriel.ghribi@fst.utm.tn
[a] Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic Organisms, Faculty of Sciences of Tunis, University of Tunis El Manar 2092 El Manar, Tunis, Tunisia.

Abstract

The arkshell *Arca noae* is an important edible bivalve in the Mediterranean Sea, making the study of its biochemical variations essential for accurate nutritional evaluation and for enhancing its valorization within Tunisia's seafood and mariculture sectors. Specimens of *A. noae* were sampled seasonally from the Bizerte Lagoon (Tunisia). Total lipid (TL) content and the FA profile of gills, mantle, and adductor muscle were analyzed. Seasonal, organ-specific variations were statistically assessed. Significant differences were observed among seasons and organs. Total lipid content ranged between 10.4 and 28.8% DW. The proportions of saturated (SFA), monounsaturated (MUFA), and polyunsaturated fatty acids (PUFA) varied seasonally, ranging respectively from 29.15-43.13%, 20.77-28.32%, and 33.8-49.6% of total FA. Palmitic acid (C16:0) was the dominant SFA (16.03–27.64%), oleic acid (C18:1n-9) the major MUFA (6.35-11.12%), while DHA (22:6n-3) and EPA (20:5n-3) were the most abundant PUFA, varying between 7.65-12.34% and 4.21-7.68%, respectively. All organs exhibited consistently higher ω3 than ω6 PUFA ratios across seasons. The organs of *A. noae* are rich in essential fatty acids, particularly ω3 PUFA, highlighting this species as a nutritionally valuable resource. These results contribute to reinforcing the potential of *A. noae* for human consumption, product development, and sustainable mariculture in Tunisia.

Keywords: *Arca noae*, Total lipids, Fatty acids, Nutritional quality, Valorization.

NEXT GENERATION BIOPOLYMERS: DESIGN, SYNTHESIS, AND FUNCTIONALIZATION FOR SUSTAINABLE MATERIAL FUTURES

Musa yahaya Abubakar[1] Saidu Bello Mamudu[2] Mohammed Alhaji Usman[3]

[1]Department of Industrial Chemistry Federal University Wukari, Taraba state

[2]Department of integrated science, Umar Suleiman College of Education Gashua, Yobe State [3]National Biotechnology Research and Development Agency, Bio-Resources Development Centre Billiri, Gombe State

Corresponding author: *yahayaabubakarmusa2015@gmail.com*

Abstract

The sustainable environment and eco-efficient materials trend in the global market have increased the pace at which renewable feedstock can be converted into next-generation biopolymers. These biopolymers include polylactic acid (PLA), polyhydroxyalkanoates (PHAs), starch, chitosan, cellulose derivatives, and protein-based polymers which are promising as an alternative to traditional petroleum-based plastics because of their biodegradability, biocompatibility and lower carbon footprint. The recent developments in green chemistry, enzymatic catalysis and biomaterials synthesis of monomers have further enhanced the performance and tuneability of these materials. The presented review represents the panoramic review of the modern advances in designing, manufacturing, and functionalizing biopolymers with the objective of increasing their mechanical strength, thermal stability, and chemical resistance. It also focuses on the new methods of modification that include copolymerization, grafting, crosslinking and incorporating nanofillers as required functional applications. The relationship between molecular structure, processing behavior, and end-use performance is addressed based on an application of packaging, biomedical, and energy-related application. Further, the review identifies persisting issues of scalability, cost-effectiveness and lifecycle sustainability and suggests new research directions led by innovative approaches towards the closed-loop systems of biopolymers production. Finally, this article demonstrates the importance of the innovation of biopolymers as an essential tool in the creation of a more circular and sustainable future of materials.

Keywords Biopolymers; Sustainable materials; Green chemistry; Renewable feedstocks; Functionalization; Polylactic acid (PLA); Polyhydroxyalkanoates (PHA); Chitosan; Cellulose; Bio-based polymers; Circular economy; Biodegradability.

1.0 Introduction

1.1 Background and Evolution of Biopolymers

Biopolymers are naturally found macromolecules that are made of repeating units of monomers which are synthesized by organisms. They are polysaccharide (ex: cellulose, chitin), protein (ex: collagen, silk), and nucleic acid (DNA/RNA) [1]. These polymers have played a crucial role in the biological over billions of years,

having played fundamental and critical functions in energy storage, structural support, and information transmission [2]. The idea of applying biological polymers to material purposes historically has taken a runway in the late 20 th century. The U.S. Office of Technology Assessment (OTA) reported in a groundbreaking study on the potential of biopolymers as renewable and biodegradable substitutes to petroleum-based plastics, and saw a future of biopolymers as part of a sustainable industrial paradigm [3]. The field has also expanded much more since that time due to developments in biotechnology, polymer chemistry, and materials science. Since the first applications in biomedical uses (e.g., collagen scaffolds), biopolymers have found applications beyond this field to include packaging, textile and environmental remediation [4]. As an example, biodegradable biobased polymers like polyhydroxyalkanoates (PHAs) and poly lactic acid (PLA) have come up to satisfy the increasing demand of sustainable materials [5].

The creation of synthetic biology and metabolic engineering has further enhanced the developments in the biopolymers evolution. Genetically engineered microbes are now being used to generate custom-designed monomers thereby allowing polymers to be biosynthesized with controlled structures and functions [6]. These developments are an escape to merely utilizing natural biopolymers to the next generation biopolymers that can fulfill requirements, and sustainability.

Although this is the case, there are a number of limitations that are critical to conventional biopolymers. To begin with, mechanical and thermal properties are usually poorer than petroleum-based polymers, which limits their applications in high-performance applications [7]. Second, cost is also a significant obstacle: production of biopolymers might be not economically competitive chosen by the high costs of feedstocks and non-efficient synthesis routes [8]. Third, palliative care is a complicated issue. Although biopolymers are replaced by the term biodegradable, they do not degrade reliably and in most instances, they may not mineralize in ambient environment [9]. In addition, with the emergence of biopolymers in mainstream production, the question of sustainability emerges. Biomass feedstocks (e.g., food versus materials), effects of land-use, and greenhouse gas emissions during their lifecycle are not trivial problems [10]. Biopolymers that are actually made out of renewable feedstocks and are also recyclable or could be subjected to chemical upcycling are urgently required.

In order to overcome these drawbacks, the field is experiencing paradigm shift of next-generation biopolymers, which entail materials fusing biological source with designed functionality, circular-life design, and multi-functionality. The development of these advanced materials is being done through integrative approaches that cut across the computational design, synthetic biology, green chemistry and materials engineering.

The major contributors to this change are:

Molecular design with computational and AI-assisted molecular design, which allows the rational prediction of the behavior of polymers and the design of properties. Enzyme-based and microbe based synthesis with ability to form fine structures of polymers and biosynthesis at mild, sustainable conditions.

Functionalization Post-polymerization (introducing smart functionality or stimuli-responsibility) e.g. self-healing, shape-memory, or environmental responsiveness. Circular-design thinking, which deals with closed-loop recycling, biodegradation, and upcycling so as to reduce environmental footprint. These developments also focus on making biopolymers regular high-performance materials (rather than niche eco-materials), capable of high-performance applications in healthcare, energy, packaging, and others.

This paper offers a prospective, new conceptualization of next-generation biopolymers through a three-fold and interconnected pillar of design, synthesis, and functionalization. In particular, we: Present principles of molecular designs to be able to utilize computational methods and synthetic biology to produce high-performance biopolymers that are tunable. Reconsider sustainable strategies of synthesis, including enzymatic, organocatalytic, and flow-based processes, which have less environmental impact. Functionalization Survey pathways include click chemistry, supramolecular complexes and stimuli-responsible modification pathways with advanced functionalities. Delineate novel types of biopolymers - encompassing engineered polysaccharides, protein based polymers, thermoplastics and nano-enabled systems. describe the optimization of these next-generation biopolymers to meet performance, and be incorporated in complete life-cycle systems, such as recycling, degradation, and environmental interaction. Trace the application horizons, starting with biomedical devices, and green energy and address essential challenges and future prospects of research and industrial translation. This review work aims to help jumpstart the creation and implementation of sustainable, high-performance biopolymers that are prepared to meet the material futures required by us by stating a holistic, innovation-driven roadmap.

2.1 Rational Design Approaches

Computational Molecular Engineering (DFT, MD Simulations, AI-Assisted Design) 2.1.1 Computational Molecular Engineering (DFT, MD Simulations, AI-Assisted Design).Next-generation biopolymers are being designed more and more with the aid of computational methods which may include density functional theory (DFT), molecular dynamics (MD) simulations, and AI-based predictive modeling. Computation chemistry assists in finding the best arrangement of monomers, chain geometry and intermolecular forces that are used to determine material properties, including tensile strength, thermal stability and degradation rate [12]. The latest machine-learned models on large polymer datasets are able to forecast structure-property connections with an

accuracy that has never been seen previously, and can screen thousands of polymer candidates in seconds before synthesis [13]. AI-assisted polymer informatics systems have now incorporated quantum computations with experimental data, speeding up the development of biopolymer backbones with desired target properties, e.g. a high barrier operation or self-healing behavior [14].

2.1.2 Structure Property Relationships of Bio-Based Polymers.

The inherent connection between a structure and a performance is to be understood to design high-level biopolymers. Some of these factors include monomer stereochemistry, crystallinity, tacticity, hydrogen bonding patterns, and chain mobility [15]. In the case of polysaccharide-based polymers, such as the creation of controlled one or controlled branching or even control of glycosidic linkages, this can greatly increase solubility, viscoelasticity, and mechanical strength [16]. Likewise, more elasticity and hydrophobicity, and degradation profiles can be precisely controlled in protein-based polymers such as engineered amino-acid sequences, which are applicable in biomedical and energy applications [17].

2.1.3 Biodegradability, Recyclability and Upcyclability Design Rules.

The current material design focuses more on circularity, which means that polymers should be biodegraded, chemically recycled, or upcycled to more useful materials. The concepts of rational design include using cleavable linkages (e.g., ester, carbonate, enzymatically cleavable peptide bonds) in order to leave room to be depolymerized at room temperature [18].

Also, closed-loop recycling and reprocessing can be performed by utilizing dynamic covalent chemistry (e.g., Diels-Alder linkages, imines). Such measures can get rid of inertial wastes and contribute to developing new circular bioeconomies [19].

2.2 Polymer Design through Synthetic Biology.

CRISPR-Assisted Polymer Precursor Recombinational Metabolic Pathway. The synthetic biology has completely changed the way sustainable production of polymers works; engineered microbes can now produce monomers and even polymer chains. Genome editing through CRISPR/Cas allows regulating metabolic pathways with high precision to increase precursor yields, decrease by-products, and find new biosynthetic pathways that do not exist in the natural environment [20]. As an example, engineered E. coli and Corynebacterium strains have the ability to biosynthesize PLA monomers, PHA variations, and even aromatic monomers that were traditionally obtained via petrochemical drains [21].

2.2.2 Enzyme Engineering Precise Polymerization.

Polymerases, lipases, and glycosyltransferases are enzymes that are being engineered to control polymer stereochemistry, chain length and functional group insertion [22]. Directed evolution has also made

polymerizing enzymes that are more flexible in their substrates enabling monomers and polymers that could not be synthesized through the natural enzyme systems to be synthesized [23].

2.2.3 Microbial Consortia of Tunable Polymer Architectures.

Rather than using one engineered strain, recent developments also consider synthetic microbial consortia, and several microbes are designed to do complementary work in polymer biosynthesis [24]. The consortia have the ability to be controlled to manipulate monomer ratios, chain branching, and molecular weight of the polymer, which demonstrates a modular method of designing multifunctional and complex polymer architectures [25]. The third category of architecture is hybrid and composite architecture. Newer biopolymers are also using inorganic nanostructures including graphene oxide, metal-oxide nanoparticles, and nanoclays. The hybrid structures enhance mechanical strength, thermal stability, conductivity, and barrier properties [26]. As an illustration, nanocellulose reinforced with TiO2 or ZnO displays a superior performance of mechanics with photocatalytic or UV-protective properties [27]. Dispersal, interfacial bonding and orientation of nanoscale fillers in the polymer matrix have to be carefully controlled during the integration of nanoscale fillers. Solvents exchange processing, surface functionalization of nanoparticles and shear induced alignment are all methods of making nano-reinforced biopolymers in uniform properties in a scalable fashion [28].

Recent inspiration is on the development of multi-block biopolymers and Janus polymers with asymmetric chemistries which confer dual functionalities (e.g., hydrophobic-hydrophilic balance). Through these architectures self-assembled nanostructures, drug-delivery vehicles and adaptive smart materials can be produced [29]. Functional gradients can also be fabricated using Janus biopolymers that can be used in future tissue engineering and soft robotics applications [30]. AR-Guided robotic surgery with Real-Time Decision-Support Systems. Real-time decision-support (RT-DSS) is the key to the improved accuracy, safety and efficiency of augmented reality (AR)-powered robotic surgery. These systems combine multimodal measurements of data such as imaging, physiological measurements, the paths of surgical instruments, workflow analytics, and responsive insights at the point of care. The capabilities of these systems have improved greatly during the last decade due to the development of AI-based prediction models, context-ual assistance, and automatic reasoning in surgery [31].

3.1.2 AI/ML Inference Engine

The inference engine performs real-time:

Surgical tool classification and segmentation, Risk zone prediction (e.g., proximity to nerves, vessels), Trajectory forecasting, Hemorrhage or anomaly detection, Tissue characterization using spectral cues [35]. State-of-the-art architectures employ hybrid backbones combining CNNs, Transformer layers, and graph neural

networks (GNNs). These offer significant improvements in temporal awareness and spatial reasoning over earlier deep-learning models [36].

3.1.3 Context-Aware Interpretation

Context-aware systems interpret surgical state transitions—such as trocar insertion, dissection, suturing, clipping, cauterization—using machine learning models trained on thousands of annotated surgical videos. These systems enable phase-specific support, such as highlighting safe dissection planes or warning the surgeon of proximity to anatomical danger zones [37].

3.1.4 AR-Integrated Output Layer

Once analyses are complete, decision-support outputs are displayed as AR overlays such as: Dynamic heatmaps indicating surgical risk areas

Suggested tool paths

Virtual anatomical landmarks

Predicted bleeding sources

Workflow progression indicators [38]

These overlays must remain stable under rapid camera movements, tissue deformation, and occlusion. Advanced occlusion-handling algorithms now use depth-aware rendering to ensure proper blending of virtual and real anatomy.

3.2 Predictive Modeling for Intraoperative Risk Management

Predictive modeling enhances the surgeon's situational awareness by providing future-state estimations of surgical interactions. Two major branches include:

3.2.1 Trajectory and Tool-State Prediction

Models trained on robotic kinematics and historical surgical trajectories generate predictions of where the instrument will likely move over the next 0.5–1.5 seconds. This allows:

Collision avoidance

Early detection of unsafe maneuvers

Contextual alerts based on surgical phase [39]

Transformer-based time-series models outperform traditional RNNs in anticipating fine-grained tool motions, especially in high-speed laparoscopic suturing tasks.

3.2.2 Physiological State Prediction

AI models can predict:

Imminent blood loss

Tissue perfusion changes

Organ deformation due to manipulation

Patient instability (e.g., sudden drop in SpO_2 or blood pressure) [40]

Integrating physiological prediction into AR provides real-time warnings before the human operator can visually recognize early signs of deterioration.

3.3 Anomaly Detection and Alerting Systems

Anomaly detection plays an indispensable role in maintaining surgical safety. Models trained using unsupervised and semi-supervised learning identify deviations from safe operating patterns.

Common anomalies include:

Excessive force application

Abnormal tissue coloration indicating thermal injury

Unexpected bleeding

Deviations from planned tool paths

Camera occlusion or contamination [41]

Advanced systems using deep generative models such as Variational Autoencoders (VAEs) and Diffusion Models can detect subtle deviations that would otherwise be missed by surgeons in high-stress operating environments [42].

When anomalies are detected, AR overlays show:

Flashing warning symbols

Color-coded risk areas

Recommended corrective actions (e.g., reposition endoscope, switch tool, irrigate field)

3.4 Workflow Recognition and Automation

Workflow recognition algorithms analyze video streams to determine the operative phase and predict upcoming steps. This facilitates:

Automated camera repositioning

Instrument pre-loading or preparation

Step-by-step instruction for trainees

Adaptive AR guidance tailored to surgical context [43]

Deep neural networks trained on multimodal datasets—such as Cholec80, EndoVis, and RARP datasets—achieve >90% accuracy in identifying surgical phases and transitions [44].

3.5 Integration of Clinical Knowledge Bases

Modern decision-support systems incorporate structured clinical knowledge from:

Surgical atlases

Safety databases

Expert-annotated workflows

Evidence-based guidelines [45]. Knowledge graphs and ontology-based models enable personalized, context-consistent decision-support that adjusts to the surgeon's habits, patient anatomy, and procedure type.

3.6 Human Factors and Cognitive Load Optimization

Real-time decision-support must balance information richness with cognitive load constraints. Common strategies include:

Limiting overlays to high-value, low-complexity insights, Prioritizing warnings based on a tiered risk hierarchy, Using color-coded, intuitive AR cues rather than detailed text, Predicting cognitive overload and automatically simplifying the interface [46]. Studies show that optimized AR-guided DSS can reduce surgeon cognitive workload by up to 30% and improve task completion time in robotic procedures [47]. Evaluation Framework for Augmented-Reality–Guided Robotic Surgery Systems. Evaluating AR-guided robotic surgery systems requires a multilayered framework that examines technical precision, real-time performance, human–system interaction, surgical task quality, system safety, and clinical workflow integration. Because AR introduces dynamic virtual overlays into surgical decision-making, evaluation must extend beyond traditional robotic metrics and incorporate spatiotemporal accuracy, cognitive ergonomics, and multimodal system reliability. The following subsections outline a comprehensive framework for assessing AR-surgical platforms prior to clinical deployment.

5.1. Spatial Accuracy, Tracking Stability, and Registration Fidelity

The foundational performance indicator of any AR-surgical system is the accuracy with which virtual structures align with live anatomy. Several metrics are essential: Target Registration Error (TRE): Measures the deviation between virtual and physical anatomical targets. TRE above 2–3 mm is considered unsafe for precision tasks such as vessel sealing or tumor margin navigation. Fiducial Localization Error (FLE) and Fiducial Registration Error (FRE): Quantify precision of marker-based alignment in early system calibration (48). Dynamic Overlay Drift: Evaluates real-time misalignment during tissue deformation, instrument manipulation, and camera repositioning (49).

Recent research emphasizes hybrid tracking systems—combining optical markers, electromagnetic sensors, and AI-driven deformation modeling—yet these advancements require standardized validation using multimodal

phantoms with embedded radio-opaque landmarks (50). Such phantoms enable benchmarking across institutions and allow reproducible assessment of spatial accuracy.

5.2. Latency, System Responsiveness, and Real-Time Computational Performance

Latency directly influences surgeon trust and the usability of AR overlays during robotic procedures. Real-time performance must be evaluated across the full AR-rendering pipeline:

i Sensor acquisition delay (camera, depth sensor, or ultrasound capture)

ii. 3D reconstruction and segmentation time

iii. Registration and tracking computation

iv. Rendering and display latency

v. Network-based communication delay (particularly for cloud- or edge-assisted AR)

Acceptable latency thresholds depend on surgical context. For example, high-risk vascular navigation requires <100 ms end-to-end latency, whereas tasks involving slower soft-tissue resection can tolerate up to 150–200 ms (51). Task-based benchmarking such as robotic suturing, needle placement, tissue marking, and path following is recommended to simulate real operative stress conditions and accurately profile performance (52).

5.3. Human Factors, Cognitive Ergonomics, and Surgeon Workload

AR interfaces can either enhance perception or introduce cognitive strain depending on overlay complexity, stability, and information density. Therefore, human-factors assessment is a critical component of system evaluation.

Key evaluation metrics include:

NASA-TLX and SURG-TLX: For subjective workload evaluation. Eye-tracking metrics: Gaze fixation, visual search efficiency, and attention heatmaps. Physiological workload indicators: Heart-rate variability, electrodermal activity, EEG-based mental workload indices (53). User experience ratings: Perceived helpfulness, mental demand, and visual clarity (54). AR-induced clutter, unstable overlays, or excessive alerts can increase mental workload; thus, systems must undergo iterative ergonomic optimization before clinical integration.

5.5. System Reliability, Safety, and Fail-Safe Behavior

Because AR overlays influence surgical judgment, safety validation is mandatory. A robust AR-surgical system must demonstrate: Automatic overlay suppression when tracking error exceeds predefined thresholds (e.g., >3 mm deviation). Redundant multimodal sensing to prevent system failure from occlusions, camera fogging, or electromagnetic interference. Predictive anomaly detection using AI models trained on abnormal sensor patterns. Fail-safe signaling (visual, auditory, or haptic) that alerts surgeons during misalignment, tracking loss,

or system latency spikes (57). Compliance with regulatory guidelines, including IEC 60601 for electrical safety and emerging CEN standards for AR surgical devices (58). Stress testing under various lighting conditions, tissue movement patterns, and instrument occlusions is essential to ensure robustness.

5.6. Workflow Integration, Clinical Readiness, and Validation Protocols

A clinically viable AR-robotic system must integrate seamlessly with established surgical workflows. Comprehensive validation typically follows a staged protocol:

i. Bench-top testing using phantoms

ii Cadaveric and ex-vivo tissue trials

iii. Animal studies for dynamic physiological validation

iv. Early feasibility human studies

v. Large-scale clinical trials comparing standard and AR-assisted procedures

Clinical evaluation incorporates:

Workflow efficiency metrics (time-motion analysis, number of workflow disruptions).Technical success indicators, Complication rates (Clavien-Dindo classification), Surgeon confidence and usability feedback, Patient outcomes and recovery markers (59). Successful systems demonstrate measurable improvements in precision, reduced operative time, and enhanced situational awareness without increasing surgical risk.

6. Research Gaps

6.1 Research Gaps in AR-Guided Robotic Surgery

Despite significant advances in augmented-reality (AR)–assisted robotic surgery, several key research gaps remain:

i. Multimodal Fusion Limitations:

Current systems still struggle with robust real-time fusion under dynamic tissue deformation, occlusion, and low-visibility conditions such as blood, smoke, or lens contamination [60]. Many existing methods rely on rigid or semi-rigid registration, limiting their accuracy in soft-tissue surgeries.

ii. Latency and Computational Bottlenecks:

Although edge computing and GPU acceleration have reduced latency, full-pipeline latency, particularly for complex multi-sensor fusion and AI inference, remains a bottleneck for high-speed procedures such as vascular anastomosis or robotic suturing [61].

iii. Limited Clinical Validation:

Most systems have been evaluated primarily in phantoms, cadavers, or animal models, with only a few achieving large-scale human trials [62]. This creates uncertainty about their generalizability across diverse patient anatomies and clinical environments.

iv. Human Factors and Cognitive Load Assessment:

Current AR designs often fail to adequately balance information richness with cognitive workload, and there is a paucity of standardized metrics for evaluating AR-induced cognitive strain in real surgical workflows [63].

5. Interoperability Challenges:

Diverse hardware platforms, proprietary robotic APIs, and heterogeneous imaging modalities hinder cross-platform integration and scalability, limiting widespread clinical adoption [64].

vi. Autonomy and Decision-Support Constraints:

While AI-driven decision-support shows promise, existing models have limited predictive capability for intraoperative complications and do not yet fully integrate physiological, kinematic, and environmental data streams into a unified risk assessment framework [65].

6.2 Future Directions

Addressing these gaps provides multiple avenues for research and innovation:

Advanced AI-Driven Multimodal Fusion:

Development of physics-informed neural networks, transformer-based fusion models, and real-time deformable registration algorithms to enable submillimeter alignment under dynamic tissue deformation.

ii. Latency Optimization and Edge Computing:

Integration of dedicated AI accelerators, parallelized processing pipelines, and hybrid edge-cloud architectures to achieve sub-50 ms end-to-end latency for AR overlays in real-time robotic surgery [66].

iii Human-Centered AR Interfaces:

Designing AR interfaces that adaptively modulate overlay complexity based on cognitive load, surgical phase, and individual surgeon preferences. This may include context-aware visual cues, haptic feedback, and adaptive workflow automation.

iv Large-Scale Clinical Trials and Standardized Benchmarks:

Establishment of multi-center randomized controlled trials and standardized phantom-based and cadaveric benchmarking protocols to quantify improvements in precision, efficiency, and safety.

v. Interoperable and Modular System Design:

Development of unified standards for robotic APIs, imaging modalities, and AR rendering frameworks to facilitate cross-platform integration, modular upgrades, and scalable deployment in diverse surgical environments.

vi Predictive Decision-Support and Autonomous Assistance:

Next-generation systems may integrate deep learning-based predictive models for real-time detection of adverse events, trajectory optimization, and semi-autonomous tool control, potentially reducing complication rates and surgical fatigue [67].

vii Digital Twin and Simulation Integration:

Creation of patient-specific digital twins combining preoperative imaging, intraoperative data, and robotic kinematics to simulate procedures, predict risks, and train surgeons in AR-enhanced environments.

Conclusion

Augmented-reality guided robotic surgery represents a transformative convergence of robotics, computer vision, multimodal sensing, and artificial intelligence, offering unprecedented precision, situational awareness, and decision-support capabilities. System-level integration of multimodal imaging, AI-driven decision-support, and real-time AR visualization has demonstrated measurable improvements in surgical accuracy, efficiency, and cognitive support for surgeons. Despite notable advances, challenges remain in dynamic tissue registration, real-time multimodal fusion, latency reduction, human factors optimization, and clinical validation. Future research should focus on robust, scalable, and human-centered AR-robotic systems, leveraging advanced AI, edge computing, digital twins, and standardized evaluation frameworks. Addressing these gaps will accelerate the translation of AR-assisted robotics into routine clinical practice, ultimately enhancing patient safety, surgical outcomes, and the efficiency of minimally invasive procedures.

References

1. Upadhye, M. C., Kuchekar, M. C., Pujari, R. R., & Sable, N. U. (2022). Biopolymers: A comprehensive review. Open Access Research Journal of Science and Technology, 4(1), 13–18. https://doi.org/10.53022/oarjst.2022.4.1.0070

2. Cha et al. (2024) – assumed; placeholder for evolutionary origin discussion.

3. U.S. Office of Technology Assessment. (1993). Biopolymers: Making Materials Nature's Way (OTA-BP-E-102). U.S. Government Printing Office.

4. Aluru R., Chandrasekhar C. (2023). Applications of Biopolymers in Bioengineering: A Comprehensive Review. J Biochem Technol, 14(3), 84–87.

5. Jha, S., Akula, B., Enyioma, H., Novak, M., Amin, V., & Liang, H. (2024). Biodegradable Biobased Polymers: A Review of the State of the Art, Challenges, and Future Directions. Polymers, 16(16), 2262. https://doi.org/10.3390/polym16162262

6. Arunachalam, P. (2022). Recent Advances in Biodegradable Polymers and Their Biological Applications: A Brief Review. Polymers, 14(22), 4924. https://doi.org/10.3390/polym14224924

7. Samalens, F., Thomas, M., Claverie, M., Castejon, N., Zhang, Y., Pigot, T., Blanc, S., & Fernandes, S. C. M. (2022). Progresses and future prospects in biodegradation of marine biopolymers and emerging biopolymer-based materials for sustainable marine ecosystems. Green Chemistry, 24(5), 1762–1779. https://doi.org/10.1039/D1GC04327G

8. Chincholikar, P., Singh, K. R., Natarajan, A., Kerry, R. G., Singh, J., Malviya, J., & Singh, R. P. (2023). Green nanobiopolymers for ecological applications: A step towards a sustainable environment. RSC Advances, 13(18), 12411–12429. https://doi.org/10.1039/D2RA07707H

9. Jha, S., Akula, B., Enyioma, H., Novak, M., Amin, V., & Liang, H. (2024). Polymers, 16(16), 2262.

10. Advances in Microbial and Plant-Based Biopolymers: Synthesis and Applications in Next-Generation Materials. (2025). Macromol, 5(2), 21. https://doi.org/10.3390/macromol5020021

12. Zhang, Y., & Zhao, Q. (2023). Machine-learning-assisted prediction of biopolymer structure–property relationships. Advanced Materials, 35(4), 2207852. https://doi.org/10.1002/adma.202207852

13. Kim, S., Jin, C., & Lee, J. (2024). Polymer informatics for sustainable materials discovery. Materials Horizons, 11(2), 433–445. https://doi.org/10.1039/D3MH01322C

14. Shuaib, M., & Alabi, K. (2023). AI-driven design of biodegradable polymers: Opportunities and challenges. Polymer Degradation and Stability, 217, 110762. https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2023.110762

15. El-Zawawy, W. K. (2022). Structural determinants of mechanical properties in bio-based polymers. Carbohydrate Polymers, 289, 119390.

16. Wang, X., et al. (2023). Tailoring polysaccharide architectures for multifunctional applications. International Journal of Biological Macromolecules, 233, 123498.

17. Burke, K. A., & Nance, E. (2024). Engineered protein-based materials for next-generation biomedical platforms. Biomaterials, 302, 122320.

18. Torres, M. A., & Singh, V. (2023). Designing polymers for chemical recyclability and circularity. Green Chemistry, 25(14), 3830–3845.

19. Kimura, H., & Saito, T. (2024). Dynamic covalent design in recyclable and reprocessable polymer systems. Macromolecules, 57(6), 2331–2344.

20. Li, J., & Park, S. (2023). CRISPR-enabled microbial cell factories for polymer precursor production. Biotechnology Advances, 59, 108094.
21. Nguyen, T. T., & Lu, X. (2024). Bio-based production of polylactic acid and polyhydroxyalkanoates. Biochemical Engineering Journal, 203, 108347.
22. Ramirez, L. et al. (2023). Enzyme engineering for sustainable polymer synthesis. Nature Catalysis, 6(5), 441–455.
23. Ghosh, P., & Walker, J. (2024). Directed evolution of polymerizing enzymes with expanded substrate scope. ACS Catalysis, 14(1), 122–135.
24. Cai, Y., & Sun, Z. (2023). Engineering synthetic microbial consortia for cooperative biosynthesis of biopolymers. Metabolic Engineering, 76, 108–119.
25. Marino, J. et al. (2024). Modular design of microbial consortia for programmable polymer architectures. Nature Communications, 15, 2821.
26. Asha, A. et al. (2023). Bio-inorganic hybrid polymers for advanced functional materials. Composites Science and Technology, 245, 110944.
27. Sarwar, M. et al. (2024). Nanocellulose hybrid composites with metal oxide nanoparticles for multifunctional performance. Carbohydrate Polymers, 312, 120802.
28. Fang, L., & Thomsen, M. (2023). Nano–bio composites: Design principles and scalable fabrication. Materials Today, 64, 77–90.
29. Kumar, S. et al. (2024). Janus and multiblock biopolymers for advanced materials design. Progress in Polymer Science, 152, 101709.
30. Ortega, R., & Patel, M. (2023). Janus biopolymer architectures for stimuli-responsive and biomedical applications. Advanced Functional Materials, 33(37), 2302347.
31. Gomez, R., & Patel, N. (2023). Real-time decision-support in robot-assisted surgery: A review. Surgical Innovation, 30(2), 125–140.
32. Li, T., et al. (2024). Systems design for AI-enabled surgical guidance platforms. IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics, 6(1), 88–103.
33. Wang, X., & Lee, S. (2023). Low-latency architectures for AR surgical systems. Journal of Biomedical Informatics, 145, 104407.
34. Sharma, P., et al. (2023). Multimodal data synchronization in robotic endoscopic procedures. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 241, 107573.
35. Hu, J., et al. (2024). AI models for surgical anomaly detection and tissue characterization. Medical Image Analysis, 90, 102971.
36. Tran, K., & Zhou, Y. (2023). Transformer architectures for surgical video understanding. IEEE Transactions on Medical Imaging, 42(12), 3504–3518.
37. Rehman, U., et al. (2022). Context-aware AI for surgery: Phase detection and workflow modeling. Artificial Intelligence in Medicine, 132, 102382.
38. Muller, F., et al. (2024). AR overlays for precision robotic surgery. Nature Digital Medicine, 2(5), 44–59.
39. Navarro, M., et al. (2023). Predictive modeling of surgical tool trajectories. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 18(6), 1231–1244.

40. Takahashi, R., et al. (2024). Physiological prediction models for intraoperative risk mitigation. Journal of Clinical Monitoring and Computing, 38(1), 147–156.
41. Kim, H., et al. (2023). Anomaly detection in endoscopic surgery. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 70(3), 912–923.
42. Park, J., & Sun, H. (2024). Deep generative models for surgical safety. Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI), 14431, 445–456.
43. Li, Q., & Chen, J. (2022). Automated workflow recognition in minimally invasive surgery. Computer Vision in Medicine, 5(2), 117–130.
44. Allegrini, M., et al. (2024). Deep learning models for surgical phase recognition. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 28(4), 1892–1903.
45. Douglas, A., et al. (2023). Integrating clinical knowledge into robotic surgery DSS. Journal of Surgical Research, 290, 76–89.
46. White, R., & Hassan, M. (2023). Cognitive load reduction techniques for AR-based surgical support. Human Factors in Healthcare, 3(2), 98–110.
47. Konishi, K., et al. (2024). Human factors analysis of AR-guided robotic surgery. Surgical Endoscopy, 38(3), 2021–2035.
48. Li, X., & Romero, J. (2022). Precision evaluation of registration pipelines for AR-assisted robotic surgery. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, 17(4), 625–639.
49. Ahmed, F., & O'Connell, P. (2023). Hybrid tracking for deformable tissue in augmented-reality surgery. IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics, 5(2), 356–368.
50. Park, J., & Lin, C. (2022). Standardized multimodal phantoms for AR-surgical accuracy benchmarking. Medical Physics, 49(1), 188–200.
51. Zhang, Y., et al. (2023). Latency thresholds for real-time AR navigation in autonomous robotic interventions. Sensors, 23(9), 4123.
52. Torres, M., & Gupta, A. (2022). Real-time performance profiling of AR-robotic surgical workflows. Journal of Biomedical Informatics, 135, 104210.
53. Müller, S., & Patel, V. (2023). Cognitive load evaluation in AR-guided robotic surgery using multimodal biomarkers. Human Factors, 65(5), 987–1002.
54. Jenkins, R., & Zhao, L. (2024). Visual attention and workload metrics for AR-surgical interfaces. Surgical Endoscopy, 38(2), 710–725.
55. Kim, D., et al. (2022). Objective task performance metrics in robotic microsurgery with AR support. Annals of Biomedical Engineering, 50(7), 853–867.
56. Singh, A., et al. (2023). AI-driven objective skill assessment in AR–robotic training. npj Digital Medicine, 6(1), 145.
57. Wang, Q., & Harada, K. (2024). Safety architectures for AR-enhanced robotic surgical systems. IEEE Robotics & Automation Magazine, 31(1), 94–108.
58. European Committee for Standardization. (2023). AR-integrated surgical system standards for safety and reliability. CEN Technical Report 18945.
59. Roberts, T., & Silva, M. (2024). Clinical validation pathways for AR-assisted robotic surgery platforms. Journal of Surgical Research, 292, 45–59.

60. Chen, H., et al. (2023). Real-time deformable tissue registration for AR-guided robotic surgery. Medical Image Analysis, 95, 102902.
61. Patel, S., & Liu, Y. (2024). Computational latency challenges in multimodal surgical AR. IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics, 6(3), 210–223.
62. Torres, J., et al. (2023). Clinical validation of AR-assisted robotic systems: Current status and challenges. Journal of Surgical Research, 291, 12–25.
63. White, R., et al. (2023). Cognitive load assessment in augmented reality surgical interfaces. Human Factors in Healthcare, 4(1), 33–49.
64. Kim, D., & Song, H. (2023). Interoperability and modularity in robotic surgical platforms. International Journal of Medical Robotics, 19(2), e2432.
65. Zhang, T., et al. (2024). Multimodal predictive decision-support for robotic surgery. Artificial Intelligence in Medicine, 144, 102755.
66. Nakamura, Y., et al. (2024). Edge computing for low-latency AR in minimally invasive surgery. IEEE Access, 12, 45321–45335.
67. Li, S., & Banerjee, R. (2024). Digital twin frameworks for AR-guided robotic surgery. Nature Biomedical Engineering, 8(2), 101–115.

SOLAR ENERGY IN INDIA: ASSESSING CURRENT CAPACITY, GOVERNMENT SCHEMES, AND FUTURE OPPORTUNITIES

Dr Anitha Nallasivam,
Professor & Director
Surana College Autonomous
Bangalore
dranithanallasivam@gmail.com
Dr Dinesh VJP
Assistant Professor
Surana College Autonomous
Bangalore
dinesh.mba@suranacollege.edu.in

Abstract

India's renewable energy transition places solar power at the forefront of its strategy to reduce dependence on fossil fuels and achieve long-term sustainability goals. With a current installed solar capacity of 85.47 GW, significant progress has been made, yet solar energy remains underutilized as non-renewable sources continue to dominate the national energy mix. Among recent initiatives, the Government of India's Rooftop Solar Scheme represents a highly ambitious effort to accelerate domestic-level solar adoption by expanding access, reducing costs, and empowering households to generate clean energy. Beyond environmental benefits, expanded solar usage offers important social advantages—particularly for women—by reducing health risks associated with traditional fuels and improving quality of life through clean cooking, efficient lighting, and safer heating and cooling solutions. This paper examines India's evolving solar capacity, evaluates key policy measures such as the rooftop program, and explores prospects for strengthening solar deployment. It highlights both the achievements and persistent challenges in technology adoption, financing, grid integration, and public awareness, while emphasizing the critical role of solar energy in India's broader renewable transition.

Keywords: Solar Energy, India, Renewable Transition, Rooftop Solar Scheme, Installed Solar Capacity, Energy Policy, Women's Empowerment, Clean Cooking, Sustainable Development, Energy Access, Green Energy Adoption, Climate Targets

ROLE OF SILVER NANOPARTICLES IN WOUND HEALING: A COMPREHENSIVE REVIEW

Presenting author

K. Rajeshkumar *, Assistant Professor, Takshashila university

Tamilnadu

Abstract

Silver nanoparticles (AgNPs) have emerged as powerful therapeutic agents in wound care due to their broad-spectrum antimicrobial activity, immunomodulatory potential, and ability to enhance tissue regeneration. Their nanoscale size enables deeper penetration into tissues, improved stability, and greater surface reactivity compared to conventional silver formulations. AgNPs exert antibacterial effects through membrane disruption, inhibition of DNA replication, and generation of reactive oxygen species, effectively targeting both Gram-positive and Gram-negative pathogens, including multidrug-resistant strains. In addition to antimicrobial action, AgNPs modulate inflammatory responses, promote fibroblast proliferation, stimulate keratinocyte migration, and support angiogenesis—key processes required for proper wound healing. This review summarizes the synthesis methods, physicochemical properties, mechanisms of action, delivery platforms, preclinical studies, and clinical applications of AgNPs in wound therapy. Different formulations such as hydrogels, dressings, electrospun nanofibers, and scaffolds have been engineered to enhance the therapeutic efficiency of AgNPs. Although promising, potential risks such as cytotoxicity, oxidative stress, and systemic accumulation necessitate careful optimization. The review emphasizes challenges including synthesis variability, safety concerns, and regulatory limitations. Overall, AgNPs hold significant promise as next-generation wound-healing agents, with ongoing research aimed at improving their safety and clinical translation.

Keywords

Silver nanoparticles; wound healing; antimicrobial therapy; nanotechnology; biomaterials; nanomedicine.

TERBIUM DOPED $SR_3LU(BO_3)_3O$ PHOSPHORS FOR LED APPLICATIONS

Scholar: Saira
Supervisor: Dr. Fawad Ullah
University: Kohat University of Science and Technology, Kohat
Contact Emails:
Scholar: sairaktk1006@gmail.com Supervisor: fawadkust@gmail.com

Abstract:
The purpose of this investigation was to study the luminescence properties of Tb^{3+}-doped $Sr_3Lu(BO_3)_3$ phosphor materials for their potential use in LED-based lighting applications. The objective of this research is to synthesize Tb^{3+}-doped $Sr_3Lu(BO_3)_3$ phosphors using the solid-state reaction method and to examine their structural characteristics through X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and other suitable characterization techniques in order to confirm phase formation, crystal structure, surface morphology, and particle distribution. Along with the structural study, the photoluminescence (PL) properties of the synthesized phosphors were investigated to analyze the excitation and emission behavior of Tb^{3+} ions under UV radiation. Different concentrations of Tb^{3+} ions were incorporated into the $Sr_3Lu(BO_3)_3$ host lattice to determine the effect of dopant level on emission intensity and to identify the optimum concentration that provides maximum luminescence while avoiding concentration quenching. The outcomes of this study are expected to enhance the understanding of terbium-activated borate phosphors and their suitability for high-performance LED lighting. The findings may contribute to the development of efficient, stable, and color-tunable phosphor materials for advanced lighting and display technologies.

EXPLORING LUMINESCENCE PROPERTIES OF DY^{3+} DOPED $SR_3LU(BO_3)_3$ FOR ENHANCED WHITE LED APPLICATIONS

Scholar: Fazeela Begum
Supervisor: Dr. Fawad Ullah
University: Kohat University of Science and Technology, Kohat
Contact Emails:
Scholar: fmwanian@gmail.com **Supervisor:** fawadkust@gmail.com

Abstract:

The purpose of this investigation was to investigate the luminescence characteristics of Dy^{3+}-doped $Sr_3Lu(BO_3)_3$ phosphor materials to improve the performance of white LEDs. In addition to characterizing the structure of the doped $Sr_3Lu(BO_3)_3$ phosphors using the solid-state reaction method, the goal of this study was to characterize the structural characteristics of the synthesized material utilizing various methods such as X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and other applicable methods to determine the formation of phases, morphology, and crystallinity. In addition to evaluating the structural characteristics of the doped $Sr_3Lu(BO_3)_3$ phosphor material, the photoluminescence (PL) characteristics were evaluated to assess the emission behavior of the doped $Sr_3Lu(BO_3)_3$ phosphor material when excited by UV radiation. The objective of varying the concentrations of Dy^{3+} ions in the doped $Sr_3Lu(BO_3)_3$ phosphor material was to identify an optimal concentration that would result in improved emission intensities and minimize concentration quenching. The results of this investigation will be used to contribute to a greater understanding of the development of phosphors that have high efficiencies for use in white LED lighting technology, which may lead to improvements in both the performance and energy efficiency of lighting systems.

VALORIZATION OF GLASS WASTE IN THE FORMULATION OF CEMENTITIOUS MATERIALS

Nadia TEBBAL[1] , [1] Institute of technical urban management, university of M'sila Algeria, [1*] Geomaterials development laboratory, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. Email: nadia.tebbal@univ-msila.dz
Mekki Maza[2], Geomaterials development laboratory, civil engineering department, faculty of technology, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. Email:mekki.maza@univ-msila.dz
Zine El Abidine RAHMOUNI[2], Geomaterials development laboratory, civil engineering department, faculty of technology, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. zineelabidine.rehmouni@univ-msila.dz
Messaouda BELOUADAH[2],Geomaterials development laboratory, civil engineering department, faculty of technology, M'sila university, M'sila (28000), Algeria. Email:messaouda.belouadah@univ-msila.dz
Siham AIT YAHIA[5] , Department of Civil Engineering, University M'Hamed Bougara of Boumerdes , Algeria. Email: s.aityahia@univ-boumerdes.dz
Zoubir DJENDI [4] , Email: Email: zoubir.djendi@gmail.com

Abstract

The valorization of glass waste in concrete is achieved by using glass in the form of fine or coarse aggregate, or as a partial substitute for powdered cement. Crushed glass can be used as a sand replacement aggregate or as pozzolanic filler, with potential advantages such as improving certain concrete properties (rheology, deformability) and reducing CO_2 emissions. However, excessive use can negatively affect mechanical strength.

In this study, we will conduct a literature review on various completed works that discuss this topic from the perspective of the environment and mechanical properties.

Keyswords : glass waste, cementitious materials , literary study, experimental research .

PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES, STRUCTURAL EVOLUTION, OPTICAL BEHAVIOR, THERMAL STABILITY, AND PHOTOLUMINESCENCE ENHANCEMENT IN EUROPIUM-DOPED STRONTIUM PHOSPHATE GLASSES: A JUDD–OFELT PERSPECTIVE FOR ADVANCED PHOTONIC APPLICATIONS

El Mahdi Bouabdalli [1, 2, *], Mohamed El Jouad [2], Samira Touhtouh [2], Nathalie Gaumer [3], Mostapha Siniti [4] and Abdelowahed Hajjaji[2]

[1]Laboratory of Computer Science and Interdisciplinary Physics (LIPI), Higher Normal School of Fes (ENS-Fes), Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

[2]Laboratory of Engineering Sciences for Energy (LabSIPE), National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

[3]Laboratoire de Photonique d'Angers (LPhiA – EA 4464), Université d'Angers, 2 Bd Lavoisier, F-49045 Angers Cedex 01, France.

[4]CUR''EnR&SIE'', Faculty of Sciences El Jadida – Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

*Email: elmahdi.bouabdalli@usmba.ac.ma

Abstract

Europium-doped strontium phosphate glasses (PSrEux) were synthesized using the conventional melt-quenching technique with Eu_2O_3 concentrations of 0.0, 0.5, 1.0, and 1.5 mol.at%. This work provides a systematic investigation of how Eu^{3+} incorporation influences the structural, thermophysical, and photoluminescent properties of the glass system. X-ray diffraction (XRD) confirmed the amorphous character of all samples, while Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy revealed the principal vibrational modes of the phosphate network, including symmetric and asymmetric P–O–P stretching, $(PO_3)^{2-}$ symmetric stretching, and P=O bending vibrations. Physical characterization showed a gradual increase in density (2.059 → 2.082 g/cm^3) accompanied by a corresponding decrease in molar volume (62.441 → 62.083 cm^3/mol), indicating structural densification with increasing Eu_2O_3 content. Differential thermal analysis (DTA) demonstrated comparable thermal stability for all compositions, confirming their suitability for high-temperature and optoelectronic applications. Photoluminescence measurements exhibited the characteristic Eu^{3+} emission lines, dominated by the intense red $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ transition. Judd–Ofelt (JO) analysis provided the intensity parameters (Ω_λ) and asymmetry ratio (R); increasing Ω_2 and R-values indicated enhanced local asymmetry and stronger Eu^{3+}–O^{2-} covalency. Radiative parameters including transition probabilities (A), stimulated emission cross-sections (σ_e), branching ratios (β), and radiative lifetimes were derived from the JO formalism. All compositions displayed single-exponential decay of the $^5D_0$ level, confirming uniform emission dynamics. Chromaticity coordinates ($x \approx 0.660$, $y \approx 0.340$) from the CIE 1931 diagram closely matched standard red-emission values (0.67, 0.33). Overall, the results demonstrate that Eu^{3+}-doped strontium phosphate glasses exhibit strong, stable red photoluminescence and robust thermophysical behavior, making them promising candidates for advanced photonic devices such as solid-state lasers, optical amplifiers, and display technologies.

Keywords: Europium oxide; Strontium phosphate glasses; Melt-quenching synthesis; Structural characterization; FTIR spectroscopy; Photoluminescence properties; Thermal stability; Judd–Ofelt analysis; Radiative properties; CIE chromaticity; Red-emitting materials.

A NEW METHOD FOR FINDING LIE POINT SYMMETRIES OF FIRST-ORDER ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

Asadullah1,*, Dr. Farhad Ali1
Institute of Numerical Sciences, Kohat University of Science Technology, Kohat--26000, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.
***Asad4a4d@gmail.com**

Abstract

Classical algorithms for computing Lie point symmetries of ordinary differential equations (ODEs) exhibit intrinsic difficulties when they are applied to first-order equations. The challenge arises because the determining equation associated with a first-order ODE does not involve derivative terms, thereby preventing its decomposition into a system of tractable partial differential equations (PDEs) for resolving the infinitesimal functions. As a consequence, most existing approaches depend on *ad hoc* assumptions concerning the analytic structure of the infinitesimal generator. To address this limitation, this study proposes a systematic method for determining the Lie point symmetries of first-order ODEs. The method transforms a given first-order ODE into an equivalent second-order ODE, computes the Lie symmetries of the associated equation using standard prolongation techniques, and then isolates those symmetries that satisfy the compatibility conditions of the original first-order equation. These retained symmetries constitute the valid Lie point symmetries of the initial problem.

Keywords: Lie point symmetries, first-order ODEs, determining equations, infinitesimal generator, second-order mapping.

CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACTS ON RURAL WOMEN LIFE IN PAKISTAN

Dr. Mansoor Ahmed, Assistant Professor,
Department of History, Government College university, Faisalabad. mansoorahmed@gcuf.edu.pk

ABSTRACT

The effects of climate change on Pakistani rural women's life are profound and varied. The uncertain weather patterns and unpredictable rainfall mostly impacts on agriculture, in which many rural women are dependents. Their ability to plan and manage crops is hampered by this unpredictability, which affects food security and livelihoods. Climate change is exacerbating extreme weather events like droughts and floods, which disproportionately affect rural women who frequently lack the resources and support to deal with such calamities results worsening poverty and vulnerability. The lack of clean water resulting from climate change impacted particularly rural women whose prime responsibility was water collection for household activities, and house hold vegetation growth. Now she has to walk farther to obtain water due to shifting water availability patterns, which adds to their workload and has an adverse effect on their health. The degradation of natural resources like forests and land due to climate change reduces women's access to essential resources for agriculture, fuel and fodder leading to increased tediousness and economic hardships. The effects of climate change on rural women in Pakistan are profound, touching various aspects of their lives from livelihoods and food security to health and well-being. These effects need comprehensive plans to mitigate special risks that contribute to climate change and further adopt the adaptation policy.

Key Words: Climate change, Rural Women, Health risks, Livelihood, water scarcity, uncertain weather patterns, Floods, Adaptation policy, biodiversity, water scarcity

DESIGNING MARKET-ORIENTED ISLAMIC FINANCIAL PRODUCTS, INNOVATIONS FOR SUSTAINABLE GROWTH

Alfi Anita SASIA[1]
[1]State Islamic University K.H. Abdurrahaman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Bussiness, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia[1]
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-4481-9560
alfi.anita.sasia@mhs.uingusdur.ac.id
Takawa MAFAZA[2]
[2]State Islamic University K.H. Abdurrahaman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Bussiness, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia[2]
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-2661-5748
takawa.mafaza@mhs.uingusdur.ac.id
Shelviani Eka PUTRI[3]
[3]State Islamic University K.H. Abdurrahaman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Bussiness, Department of Sharia Banking, Pekalongan, Indonesia[3]
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-9471-6128
shelviani.eka.putri@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The rapidly evolving financial landscape demands Islamic financial institutions to develop products that not only comply with Sharia principles but also address the dynamic needs of the market. This study explores strategies for designing market-oriented Islamic financial products that balance religious compliance with consumer-centric innovation. By analyzing current trends, consumer preferences, and regulatory frameworks, the research identifies key factors that drive successful product adoption and sustainable growth. Findings indicate that integrating digital technology, flexible financing models, and personalized services enhances both customer satisfaction and market competitiveness. The study provides actionable insights for financial institutions seeking to innovate while maintaining adherence to Sharia principles, contributing to the sustainable development of the Islamic finance sector globally.

Keywords: Islamic finance, Sharia-compliant products, market-oriented innovation, consumer preferences, sustainable growth

THE INFLUENCE OF SHARİA COMPLİANCE, SERVİCE QUALİTY, AND DİGİTAL BANKİNG INNOVATİON ON CUSTOMER LOYALTY İN ISLAMİC BANKİNG INSTİTUTİONS

Reihan Kurniawan HUSODO[1]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-3204-175
reihan.kurniawan.husodo@mhs.uingusdur.ac.id
Lailatul Suci KHATI[2]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Tarbiyah and Teacher Education, Department of Islamic Education, Central Java, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-5918-648X
lailatul.suci.khati@mhs.uingusdur.ac.id
Nila Uzlifatul Putri SA'ADAH[3]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Tarbiyah and Teacher Education, Department of Islamic Education, Central Java, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-9747-4725
nila.uzlifatul.putri.saadah@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This This study examines the impact of Sharia compliance, service quality, and digital banking innovation on customer loyalty within Islamic banking institutions. As the Islamic finance industry continues to grow rapidly, banks are required to maintain adherence to Sharia principles while providing competitive financial services that meet modern customer expectations. Using a quantitative approach, data were collected from customers of Islamic banks through a structured questionnaire and analyzed using multiple regression techniques. The findings reveal that Sharia compliance plays a significant role in shaping customer trust, which subsequently enhances loyalty. Service quality also contributes positively, especially in terms of reliability and responsiveness of employees. Furthermore, digital banking innovation such as mobile banking features, user-friendly interfaces, and secure transaction systems shows a strong influence on customer satisfaction and long-term engagement. The study highlights the importance for Islamic banks to prioritize Sharia adherence while continuously improving service performance and technological capabilities to strengthen customer loyalty in an increasingly competitive financial landscape.

Keywords: Sharia Compliance, Service Quality, Digital Banking, Islamic Banking, Customer Loyalty, Islamic Finance

THE SURGE OF ANTAM GOLD PRİCES: A REFLECTİON OF INDONESİA'S ECONOMİC DYNAMİCS

Septiana Intan PERTIWI[1]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-6069-9793
Septiana.intan.pertiwi@mhs.uingusdur.ac.id
Nazilah NURHAKIKI[2]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-4521-5423
Nazilah.nurhakiki@mhs.uingusdur.ac.id
FARHAN[3]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Economics, Central Java, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-6327-764X
Farhan23012@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The news article from *Detik Finance* titled **"Wow! Harga Emas Antam Naik Setinggi Ini"** (Wow! Antam Gold Prices Rise This High) discusses a significant surge in gold prices issued by PT Aneka Tambang (Antam) on Wednesday, November 19, 2025. After experiencing a decline the previous day, Antam's 24-carat gold price rose by IDR 21,000 per gram, reaching IDR 2,343,000 per gram. This increase reflects a positive trend amid global gold price fluctuations influenced by international economic conditions and expectations surrounding U.S. monetary policy. According to the official Antam *Logam Mulia* website, the smallest gold unit of 0.5 grams was priced at IDR 1,221,500, while the largest 1-kilogram bar sold for IDR 2,283,600,000. Over the past week, Antam gold prices ranged between IDR 2,322,000 and IDR 2,398,000 per gram. On a monthly basis, the fluctuation was between IDR 2,260,000 and IDR 2,487,000 per gram. Additionally, the buyback price—Antam's rate for repurchasing gold from customers—also rose by IDR 21,000 per gram to IDR 2,204,000. The article also highlights Indonesia's Ministry of Finance Regulation (PMK) No. 81 of 2024, which imposes a 1.5% income tax (PPh Article 22) on gold buyback transactions exceeding IDR 10 million. This tax is automatically deducted from the total transaction value. Overall, the surge in Antam gold prices demonstrates investors' growing interest in gold as a safe-haven asset amid ongoing global and domestic economic uncertainties.

Keywords: Antam gold price, 24-carat gold, Indonesia gold market, Precious metals, Gold investment

ZAKAT AS AN INSTRUMENT FOR POVERTY ALLEVIATION: A STUDY ON THE EFFECTIVENESS OF ITS MANAGEMENT

Nikmatul HIDAYAH1
, Central Java, Indonesia
1ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-6469-2746 nikmatul.hidayah@mhs.uingusdur.ac.id
Navila Bunga SAFIRA2
Central Java, Indonesia
2ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-0218-7046 navila.bunga.safira@mhs.uingusdur.ac.id
Nailatul THISANIA3
Central Java, Indonesia
3ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-9692-5852 nailatul.thisania@mhs.uingusdur.ac.id
Lailah Nur AZIZAH4
Central Java, Indonesia
4ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-6017-9302 lailah.nur.azizah@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Zakat is a fundamental wealth distribution instrument in Islamic economics with significant potential to reduce poverty and enhance social welfare. This study aims to analyze the effectiveness of zakat management by zakat institutions in poverty alleviation, focusing on the mechanisms of collection, management, and distribution. A qualitative descriptive approach was employed, utilizing literature reviews and analysis of institutional reports. The findings indicate that the effectiveness of zakat is strongly influenced by institutional transparency, accurate identification of beneficiaries, and the optimization of fund allocation toward productive sectors. Empowerment-based programs such as micro-enterprise capital, skills training, and business mentoring have proven effective in increasing beneficiaries' income sustainably. However, several challenges persist, including low zakat literacy, limited integration of national beneficiary databases, and unequal distribution across regions. The study concludes that zakat can serve as a strategic instrument for poverty alleviation when managed professionally, accountably, and with a focus on empowerment. Recommendations include strengthening institutional governance, utilizing digital technology, and enhancing collaboration between government and society to maximize the social impact of zakat.

Keywords: Zakat, Islamic Economics, Poverty Alleviation, Zakat Management, Social Welfare, Empowerment Programs, Islamic Philanthropy.

INSTITUTIONS THAT REGULATE ISLAMIC BANKING

SAFINATUNNAJAH[1]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-7538-5330
safinatunnajah23162@mhs.uingusdur.ac.id
Laeli Riski AMALIA[2]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-2970-9136
laeli.riski.amalia@mhs.uingusdur.ac.id
Nurul Adya IVANKA[3]
[1]Islamic State University of K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Central Java, Indonesia
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-4278-0209
nurul.adya.ivanka@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

Sharia banking regulatory and supervisory institutions play a crucial role in ensuring operational smoothness, sharia compliance, and financial system stability. Bank Indonesia (BI) and the Financial Services Authority (OJK) not only regulate monetary policy and banking supervision, but also maintain payment system stability, mitigate liquidity risks, and respond to the challenges of globalization and digital financial innovation. The Sharia Supervisory Board (DPS) and the National Sharia Council of the Indonesian Ulema Council (DSN-MUI) serve to ensure the operational compliance of financial institutions with sharia principles through product supervision, the formulation of sharia-based regulations, and the development of financial innovations that are in accordance with Islamic law. At the international level, AAOIFI and IFSB set accounting, auditing, governance, and prudential guidelines that serve as references for Islamic banking worldwide. The IMF, although not a specialized Islamic finance institution, also plays a role in strengthening macroeconomic stability, which has an impact on the Islamic finance sector. The synergy between these national and international institutions ensures that Islamic banking is not only Sharia-compliant, but also has legitimacy, transparency, and competitiveness in the global financial system.

Keywords: Islamic Banking, Sharia Council, Financial Stability, International Standards.

SOCIO CULTURAL DYNAMICS AND THEIR INFLUENCE ON COMMUNITY ECONOMIC BEHAVIOR

Laroaena Nadia Ayu FATHMASARI[1]
[1]State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongn, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia[1]
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-8097-2988,laroaena.nadia.ayu.fathmasari@mhs.uingusdur.ac.id
Sheza Aura NAFASYA[2]
[2]State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongn, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia[2]
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-2912-9691,sheza.aura.nafasya@mhs.uingusdur.ac.id
Alifa Rahma OKTANTIA[3]
[3]State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongn, Faculty of Islamic Economics and Business, Departement of Sharia Banking, Pekalongan Indonesia[3]
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-4780-8424,alifa.rahma.oktantia@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

Socio-cultural dynamics significantly shape how communities perceive, respond to, and engage in economic activities, reflecting the deep interconnection between cultural values, social norms, and economic decision-making. These dynamics influence community behavior through shared beliefs, traditional practices, collective identities, and patterns of social interaction that guide individuals in evaluating risks, opportunities, and responsibilities within their economic environment. Cultural norms often establish the foundation for trust, reciprocity, and cooperation, which are essential for sustaining informal economic networks, local markets, and small-scale entrepreneurship. Social structures such as kinship systems, community leadership, and informal support groups play a central role in determining how resources are accessed and distributed, shaping economic participation across diverse social groups. In many traditional communities, economic decisions are driven not solely by rational or profit-oriented motivations but are embedded within cultural expectations, moral obligations, and social harmony. As globalization, urbanization, and digital transformation increasingly influence everyday life, socio-cultural dynamics undergo continuous adaptation, resulting in shifts in consumption patterns, work preferences, and financial behavior. These transformations create both opportunities and challenges as communities navigate the balance between preserving cultural identity and embracing new economic models. Understanding socio-cultural dynamics offers critical insights into how communities build resilience, foster inclusive growth, and adapt to broader economic changes, highlighting that sustainable development cannot be separated from the cultural and social contexts that shape economic behavior.**Keywords:** socio-cultural dynamics, community economic behavior, cultural values, social norms, collective identity, economic adaptation.

"THE IMPACT OF RISING FOOD PRICES AND MSME DIGITALIZATION ON INDONESIA'S ECONOMIC STABILITY IN 2025"

Salsabila
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-9280-0991
salsabila23099@mhs.uingusdur.ac.id
Kharisma Nur Sakinah
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-5052-4237
kharisma.nur.sakinah@mhs.uingudur.ac.id
Dimas Jaya Tri Samudra
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-6957-8464
dimas.jaya.tri.samudra@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The increase in food prices, particularly rice and other essential commodities, has become one of Indonesia's most prominent economic issues in 2025. Meanwhile, the rapid digitalization of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) presents significant potential for maintaining national economic stability amid global uncertainty. This study aims to analyze the relationship between food price volatility and the advancement of MSME digitalization on Indonesia's economic performance. The methodology involves literature review and analysis of current economic trends. Findings indicate that fluctuations in food prices significantly affect inflation and consumer purchasing power, while MSME digitalization contributes positively to economic growth through improved efficiency and market accessibility. The study highlights the need for strong collaboration between the government and business actors to enhance national economic resilience.

Keywords: Food prices, inflation, digital MSMEs, Indonesian economy 2025, economic stability.

"SMART CITY INDONESIA: A STUDY ON THE EFFECTIVENESS OF SMART TRANSPORTATION SYSTEM IMPLEMENTATION"

Kharisma Nur Sakinah
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-5052-4237
kharisma.nur.sakinah@mhs.uingudur.ac.id
Salsabila
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-9280-0991
salsabila23099@mhs.uingusdur.ac.id
Dimas Jaya Tri Samudra
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-6957-8464
dimas.jaya.tri.samudra@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study examines the effectiveness of smart transportation system implementation within Indonesia's emerging Smart City initiatives. By focusing on key metropolitan areas such as Jakarta, Bandung, and Surabaya, the research evaluates the performance of integrated transportation technologies, including real-time traffic management, intelligent public transport systems, and digital mobility platforms. Data were collected through policy analysis, system performance reviews, and user perception surveys. Findings indicate that smart transportation initiatives have contributed to reduced congestion, improved travel efficiency, and enhanced service accessibility, although challenges remain in infrastructure readiness, inter-agency integration, and user adoption. The study concludes with recommendations for strengthening technological coordination, expanding data-driven decision-making, and enhancing public engagement to ensure sustainable smart mobility development in Indonesia's Smart City ecosystem.

Keywords: Smart City, Smart Transportation, Intelligent Mobility, Urban Innovation, Traffic Management

THE EFFECTİVENESS OF PRODUCTİVE ZAKAT DİSTRİBUTİON İN ENHANCİNG MUSTAHİK ECONOMİC INDEPENDENCE

Avidah Sirley SALSABİLA[1]
[1]State Islamic University KH. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9088-4708
avidah.sirley.salsabila@mhs.uingusdur.ac.id
Alena ADELİA[2]
[2]State Islamic University KH. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia
2 ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-8063-7069
alena.adelia@mhs.uingusdur.ac.id
Athaya CANDRAKANTA[3]
[3]State Islamic University KH. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Islamic Banking, Central Java, Indonesia
2 ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-0823-5866
athaya.candrakanta@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the effectiveness of productive zakat distribution in enhancing the economic independence of mustahik. Using a quantitative approach with a survey method, data were collected through questionnaires administered to recipients of productive zakat programs and analyzed using descriptive statistics and correlation tests to examine the relationship between the utilization of productive zakat and the level of economic independence. The findings indicate that productive zakat has a positive impact on increasing income, improving business capabilities, and strengthening the self-confidence of mustahik in carrying out economic activities, thereby helping them reduce dependence on assistance. These results highlight that well-targeted productive zakat programs accompanied by structured mentoring can significantly enhance mustahik independence. The study recommends that zakat management institutions strengthen the quality of productive programs through training, monitoring, and continuous guidance to optimize and sustain the economic benefits generated.

Keywords: productive zakat; economic independence; mustahik empowerment; zakat management; Islamic social finance; poverty alleviation; zakat program effectiveness

WHY ARE WE SOMETİMES EAGER TO CELEBRATE HOLİDAYS SUCH AS CHRİSTMAS AND HALLOWEEN?

Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, philology, anadrobot@yahoo,com, ORCID 0000-0002-2556-6233

Abstract

The purpose of this paper is to analyse what can be found behind social phenomena having to do with everyone feeling eager to celebrate Halloween or Christmas and starting early preparations. The paper has in view the situation of Bucharest, Romania, where the author of this paper lives. In 2025, we have witnessed in the city, as well as on online social media individual users' accounts, how cafes and various shops were decorated with specific elements to these two holidays well ahead of time. Pumpkins, skeletons, witches could be seeb throughout the city. Spiders webs were also seen decorating individual homes. Many stores sold plush pumpkins, jack o lanterns and plastic pumpkins with candies inside. In addition, Christmas lights and decorations are now throughout the city, decorating various shops and buildings. This phenomenon can be a marketing strategy, of stores to sell products. It could also be an electoral campaign strategy, since elections are coming soon. What is more, it could be a political strategy of reducing the hostile feelings of the population or anxiwtues due to the austerity measures being taken due to the economic crisis brought by the war between Russia and Ukraine. The methodological framework consists of psychology, sociology and cultural studies.

Keywords: Psychology, marketing, advertising, politics, values, beliefs

1. INTRODUCTION

If we are careful observers of our society, we can notice how we can have different attitudes towards holidays during different years. We can start preparations ahead, or we may celebrate closer to the actual date, and with minimal efforts.

The present paper starts from the observations of its author. The observations refer to Bucharest, Romania, where she lives, where she has noticed enthusiasm for Halloween and Christmas well ahead of their time of celebration. The enthusiasm for Halloween started in August, when it is summer, while Halloween is celebrated on October 31. Online social media friends and users she follows had expressed their wish for Halloween to be here since summertime, looking for scented candles shaped as Halloween ghosts since summer and taking out for decoration their older scented candles from the previous years even if it was still summer. In additions, shops started since summer to sell plush pumpkin-shaped toys and pillows, as well as other decorations associated with Halloween. Cafes were decorated in autumn with pumpkins, witches, skeletons, and spiderwebs in October. Decorations with spiderwebs were also hung on the fences of personal homes. As for Christmas, since early November we could see decorated shops and cafes, and we could also find Christmas chocolates and decorations in shops to buy. In addition, Christmas lights were also hung early in the streets. We could also find out that in one of the cities of Romania, Craiova, the Christmas fair was already set up and could be visited. We can, thus, witness a general holidays mood during this time in 2025.

We are influenced in our decisions by what we see around us, in the city's cafes' and shop windows, in street decorations, as well as with respect to the decorations and other specifically holiday related items in shops where we can buy them. We can also see the others feeling enthusiastic about the holidays well-ahead of their beginnings, which can make us do the same. We copy what we see in society, and we follow those setting up the trend. Social influence is also visible in online social media, where users we follow or even those from our close circle of friends express their enthusiasm about the holidays well before their time comes.

The question about this state of affairs is the following: Are we speaking only of the influence of society and of social imitation, or are there additional explanations? Why do we react, after all, so intensely and come to share the actual enthusiasm about the holidays well ahead of their time we see with the others around us?

1.1. Theoretical Framework

The theoretical framework wishing to explain this social phenomenon relies of sociology, psychology, and cultural studies, as well as on possible marketing and political reasons. In order to understand the phenomenon of celebrating ahead of the actual time of the holidays, we need to consider the features of our present-day society and our present-day mindsets. From a sociological point of view, we are aware that we live in a

consumer society (Vincenzo, 2018), where social acceleration (Aderaldo et al, 2020) is present. Social acceleration refers to how everything goes on very fast (Aderaldo et al, 2020) – we always refer to the fast pace of our contemporary life, where we need to adjust to the fast rhythm. According to Vicenzo (2018), rituals have changes compared to those in traditional societies. Nowadays, there are rituals which are signficant to certain groups only, and not to the entire society. Due to the consumer society we live in, we notice here too a variety of consumer possiblities. What is more, we realize that in consumer societies, malls are not just for shopping, but also for spending time together – which may show the connection between decorating certain stores in malls and also selling holidays-related items, as it can be considered a modern ritual of spending time together with family and friends. In addition, while consumer rituals do refer to products, they also refer to "information, immaterial representation and virtual images" (Vincenzo, 2018), which can be found in advertising From the perspective of cultural studies, we may consider the idea of created or invented traditions, once we notice malls and cafes becoming places of celebrating holidays due to the specific decorations. In addition, we may also consider a marketing and political strategy which can include a sense of traditions and modernity, since holidays can also be celebrated in a modern way, and can also start being associated with certain politicians who have decorated the city and arranged fun events for their citizens.

2. METHOD

We can start the analysis of the phenomenon of celebrating ahead of time based on sociological theories. According to Rosa (2013), the speeding up of life characterizes modern societies. This can refer to the way we communicate, to the way we relate to consimerism and to cultural life. Celebrating holidays ahead of time may, in this sense, be interpreted as a consequence of us being pressured to do more and to do everything faster. At the same time, we can see this phenomenon as a way to counteract and to defend ourselves from this fast rhythm of life: we try to slow this rhythm down, and bring in holidays as a pretext, and wish to take our time to enjoy them, since otherwise they would end up too soon. Stretching the holidays can make us experience a sense of well-being, as a means of compensating for and opposing a fast-paced society. At the same time, the commercial aspect is not denied.

Based on ritual theory (Olaveson, 2001), holidays can be considered collective rituals, and a source of shared meaning, as well as of social cohesion. People experience shared emotions and set aside everyday life pressures. Rituals serve as a means of compensation, offering stability and a sense of belonging to the group during economic crises. Election campaigns rely on this reaction, and celebrating holidays ahead of time may be a means to reduce anxiety about the crises present in the respective societies.

According to Warde (1994), based on consumer socoety theories, consumption can become our identity, which also ensures for us a sense of belonging. The holidays themselves can become commodified spectacles, which rely on visual images such as pumpkins, Christmas lights and other decorations, as well as on holiday-themed cafes. The decorations can replace the authentic rituals with other signs and symbols of the holidays celebration, thus reinforcing consumer culture.

Cultural globalization, or Appadurai's scapes, can also be used to explain the phenomenon of celebrating ahead of time (Powell & Steel, 2011). In particular Halloween, an American holiday celebrated in other places of the world, shows how Romania is a reflection of global cultural flows, such as mediascapes, ideoscapes and finanscapes. Bucharest is a participant in celebrating Halloween through global cultural symbols. We can consider this as an influence of other cultures, in this case American culture, which includes both Halloween and commercial societies,

Psychological theories can also be considered to explan the phenomenon.According to Loewenstein (2007), we can rely on the concepts of affect regulation and affective forecasting. Based on these concepts, we prepare in advance for holidays as we anticipate a series of positive emotions, such as comfort and excitement, which may be the result of the nostalgia of experiencing these holidays as children. Individuals themselves look for emotional comfort during times of political and economic crises. A similar idea is held by terror management theory (Routledge & Vess, eds, 2018), according to which once we experience emotions such as anxiety, uncertainty, and fear, our reaction is to turn towards cultural symbols and traditions, as we feel that through these we can protect our psychological stability. In this sense, we see holidays as representing not only cultural identity, but also stability and continuity. Coping mechanisms (Algorani & Gupta, 2023) can also explain the phenomenon of celebrating holidays ahead of their time. We can find in this category problem-focused coping, which means restoring control through planning, and emotion-focused coping, which refers to creating a pleasant environment in order to fight against feelings of anxiety.

Among the marketing theories which shape consumer behaviour, we can find stimulus-response theories (Ningrum & Muslih, 2023), which claim that due to the holiday themed visual decorations such as pumpkings, globes, and lights which fill the environment, emotional reactions can be triggered which increase spending. Experience economy (Pine & Gilmore, 2011) explains how, instead of selling products, business make the change of selling experiences. The decorated cafes and shops present us customers with various attractions related to our sense of experience.

The next perspective we can look at the phenomenon is through political theories, based on electoral and crisis communication. According to agenda setting theory (Zain, 2014), political leaders can use holidays and

anything related to them as a means of redirecting the citizens' focus away from the economic issues and austerity measures. The holidays and everything related to them is amplified for this purpose. The media may also shift its attention and its priorities to contents with positive connotations. Based on crisis management theory (Boin et al, 2017), we can notice how authorities and political leaders promote collective holidays and their celebration, together with their associated collective rituals and traditions in order to reduce negative feeling and to strengthen the feelings of social cohesion. After all, we need to be united when facing crises, in order to collaborate with authorities and politicians.

Based on a cultural studies (Baldwin & McCracken, 2014), we can further on rely on a series of specific theories. One of them is the Cultural Logic of Late Capitalism (Jameson, 2017), according to which we witness a mixture of commercialized forms of cultures (e.g. Halloween and the global consumer culture), which is a characteristic of postmodern society. According to this thoery, the decorations are no longer paired with their historical meaning. Based on invented traditions (Hobsbawn & Ranger, eds, 2012), the case of Halloween in Romania is a holiday which is domesticated and one which becomes a recently adopted tradition, which has the function of ensuring social cohesion, as well as marketing and consumer purposes. According to Debord (2012), based on the society of the spectacle, public space becomes a visual experience which as as a purpose to distract and also to entertain. Based on emotional communities (Rosenswein, 2006), we notice how early celebration of holidays such as Halloween and Christmas can reflect common emotional norms, in the city of Bucharest, such as wish for joy, entertainment and community sense of bonding.

Holidays are, after all, and have always been, about social bonding and social cohesion, as well as about lifting spirits up.

3. RESULTS

We can, therefore, look at reasons for wishing to celebrate holidays ahead from a variety of perspectives. All of these reasons can apply in the case of any such phenomenon. The paper, however, has referred specifically to teh cases of Halloween and Christmas celebrated earlier and for a longer while in Bucharest, in 2025. Here, even if the main reason was related to upcoming political elections and campains, and to the stressful situation of teh economic and political crisis due to the war in Ukraine, we can also consider that all the other analysed reasons can find their place, thus generating a complex picture of the phenomenon. The phenomenon has various sides, and each individual may have his or her own reasons to be attracted into celebrating holidays earlier and for a longer time.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

The celebration is not a series of continuous parties, but more of a means of emotional comfort and uplifting negative moods, drawing our attention to soothing and comforting decorations and future perspectives. Holidays become a means for compensation for the harsh realities. Romanians may be tempted to draw analogies with the ways in which they would enjoy the Christmas and New Year celebrations during harsh, Communist times, when even if material goods were scarce, they could enjoy the company of their family and friends and disconnect emotionally from the social, political and economic problems and tensions.

REFERENCES

Aderaldo, C. V. L. et al. (2020). Acceleration, social time, and consumer culture: notes on (im) possibilities in the field of human experiences. Cadernos EBAPE. BR, 18, 365-376.
Algorani, E. B., & Gupta, V. (2023). Coping mechanisms. In StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
Baldwin, E., & McCracken, S. (2014). Introducing cultural studies. Routledge.
Boin, A., Hart, P. T., Stern, E., Stern, E., & Sundelius, B. (2017). The politics of crisis management. Cambridge University Press.
Debord, G. (2012). Society of the Spectacle. Bread and Circuses Publishing.
Hobsbawm, E., & Ranger, T. (Eds.). (2012). The invention of tradition. Cambridge university press.
Jameson, F. (2017). The Cultural Logic of Late Capitalism. In Karl Marx (pp. 437-453). Routledge.
Loewenstein, G. (2007). Affect regulation and affective forecasting. Handbook of emotion regulation, 180-203.
Ningrum, A. P. S., & Muslih, B. (2023). Stımulus Response Theory: the Constructıon of Impulse Buyıng on Shopee Lıve Sellıng. In International Conference of Business and Social Sciences (pp. 518-529).
Olaveson, T. (2001). Collective effervescence and communitas: Processual models of ritual and society in Emile Durkheim and Victor Turner. Dialectical Anthropology, 26(2), 89-124.
Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (2011). The experience economy. Harvard Business Press.
Powell, J. L., & Steel, R. (2011). Revisiting Appadurai: Globalizing scapes in a global world–The pervasiveness of economic and cultural power. International Journal of Innovative Interdisciplinary Research, 1(1), 74-80.
Rosa, H. (2013). Social acceleration: A new theory of modernity. Columbia University Press.
Rosenwein, B. H. (2006). Emotional communities in the early middle ages. Cornell University Press.
Routledge, C., & Vess, M. (Eds.). (2018). Handbook of terror management theory. Academic Press.
Vincenzo, G. (2018). New ritual society: Consumerism and culture in the contemporary era. Cambridge Scholars Publishing.
Warde, A. (1994). Consumers, identity and belonging. The authority of the consumer, 58-74.
Zain, N. R. M. (2014). Agenda setting theory. International Islamic University Malaysia, 1-11.

SELF-CONTEMPLATİON İN A HAİKU POEM ABOUT AUTUMN

Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, philology, anadrobot@yahoo,com, ORCID 0000-0002-2556-6233

Abstract

The purpose of this paper is to analyse the following haiku poem starting from the topic it suggests, namely becoming more reflective during autumn: "raking leaves/ we recount/our college years" written by Nathan McCoslin from Texas, USA, and selected by Dhugal J. Lindsay for publication in The Mainichi for November 19, 2025. The haiku, an originally Japanese poem, from the 16th-17th century, is still practiced today and it has been adopted by authors from all over the world. Its popularity has to do with its strong impact on the readers, due to its conciseness and minimalism, making each and every word to be carefully chosen based on its power of suggestion. The haiku poem functions by allusions. Readers start their process of free associations around each and every word, as well as around each and every image and expeience. Reader-response criticism shows how readers work based in their background knowledge to understand and interpret haiku poems. In the poem by McCoslin, the raking of the leaves suggests the autumn season, while the storytelling about memories from college suggests the process if confession and meditation about the past. Contemplation in this poem is self-contemplation. Haiku works by using indirecr language. Readers work to further develop the meaning of the poem.

Keywords: Juxtaposition, free associations, allusions, psychology, memories

1. INTRODUCTION

The haiku poem is associated by Western culture readers with classical Japanese authors from the time of the beginnings of this poem, during the 16th-17th century. This is because we wish to enter the mindset of the Japanese culture, believing that in this way we can better grasp this type of poem. However, Western poets have also written haiku poems by relying on their own realities and not anchoring their poems specifically in Japanese culture or even in one culture or another. There are general topics, such as nature or contemplation, or life in the city, which can help readers belonging to any culture relate to the haiku poems.

There are many styles of haiku poems, and their diversity is not related to Western culture poets only. The diversity of haiku poems can be noticed in their country and culture of origins, Japan. Some haiku poems can be objective, austere, written by Zen Buddhist monks, while others can be more focused on our everyday life realites. We can find subjective haiku and haiku focusing on emotions and the inner world. Abstract elements can coexist next to concrete, visual ones. Online Facebook groups and other sites can list a set of rules for the haiku poem to distinguish it from usual, lyrical, Western poetry, which relies on figures of speech. However, figures of speech are not banned in the haiku poem. The haiku poem shows that all rules can be broken and that we can still speak about a haiku poem. Even its fixed form is under dispute, as we can have free form haiku as well. The haiku poem is also not restricted to nature as a main topic and to natural settings, and it may or may not include a seasonal reference or kigo.

Due to this diversity of haiku poems, once we start looking in depth at this type of poems, it is beneficial to study and discuss haiku poems currently being written and published in online journals, such as The Mainichi from Japan. As we can see, the journal is one of the oldest ones in Japan, yet the haiku rubric is for the Western culture readers as well, as it is written in English, which is an international language. In addition, poets writing haiku from all parts of the world are welcome to submit their haiku. This collaboration online between the Japanese and the Western world can further lead to new developments and types of haiku poems.

The topic is, therefore, one of current relevance.

1.1. Theoretical Framework

One of the main mechanisms of the haiku poems known in the Western world is juxtaposition (Gilli, 2001), meaning the way in which a poem is both broken into two parts, as well as connected. Kireji is the cutting line, which separates the two parts and which looks like a dash. A contrast is created in this way, yet there should also be some elements connecting them, in order to suggest a unitary haiku experience. Gurga (2025) sums up the theories we know and which we have heard about the haiku poem: it is a “poem of enlightenment” (Gurga, 2025), presenting us in the poem with the “aha” moment, which readers may need to work a bit more on to

decode; it is Zen, as once we known what Zen is, we can write haiku; it is related to nature elements and imagery, and it is about the present moment. The first haiku poems were written by Zen Buddhist (Ross, 2007) monks, who relies on their philosophy of focusing on the present moment and being aware of it, since it is all we have and since we need to be aware that we are going to see everything change and lose everything. Awareness of the present moment can be easily achieved by including an allusion, reference to or suggestion of a certain season, based on a plant, flower, natural phenomena specific to it. This is the kigo or seasonal reference.

2. METHOD

Minimalism is a defining feature of Japanese aesthetics. They focus on simple decorations and interior designs. The haiku poem relies on the same aesthetics, being very short, traditionally 5-7-5 syllables and three lines. In addition, each and evey word is carefully chosen, based on the allusive power of these words, so that they can suggest complex meanings beyond the literal words and meaning.

Readers are invited to develop on this minimalist meaning and form, so that the haiku poem can turn into an entire Western-culture style lyrical poem, or into a philosophical essay. We can rely on reader-response criticism (Mart, 2019), since the haiku poem requires a highly engaged and active reader, able to understand what the author of the haiku poem wishes to communicate.

Next to the culture-specific aspects, which may be found in the form of the haiku poem and in its mechanism, we can find universal elements. No matter what culture we belong to, we all react emotionally to seasons and to their specific aspects. Psychologically, we often find our moods influenced by the state of the weather and by the seasons.

In the poem chosen for analysis in this paper, autumn is the season present in it. The poem sounds as follows; "raking leaves/ we recount/our college years" and it was written by Nathan McCoslin from Texas, USA, selected by Dhugal J. Lindsay for publication in *The Mainichi*, and published online for the day of November 19, 2025. We are thus analysing a fresh, contemporary haiku poem written by an American author.

We notice that autumn is depicted as a time of reflective mood. In all cultures, we have the tendency to start being more meditative and to feel more nostalgic during this season, as we realize that one cycle of four seasons is about to end, and, for that matter, one more year in our lives. We know autumn as a season of passage, and we draw parallels with autumn as a season with the figurative idea of the autumn in our human lives, meaning the passage from mature age to old age. There are drastic phases in our lives when we move on from one age to another, and when we need to come to terms with the new realities and with our new roles, as well as with our feelings.

Why is this haiku poem a meditative one and a nostalgic one? The first part anchors the poem in the present, when it is autumn and when two friends are working together, being preoccupied with raking the autumn leaves. The second part refers to the past and to the memories of their college years. There is a gap between the present and the past, since the two friends talk about their college years as if they were distant from the present. Otherwise, they would just discuss college life. We notice how indirect communication is present throughou tteh poem. There are details which are not directly mentioned, but which are inferred by the reader of the poem. It is not explicitly mentioned that it is autumn, It is not explicitly mentioned that the leaves are dead, either, yet we fill in the blanks due to our free associations between raking and dry or dead, autumn leaves. The fact that there is a distance in time between the raking of the leaves and the college years is implied due to the word *recount*, which suggests a word used in the past, and not so much in the present in a colloquial tone. The word *recount* may be associated with old fairu-tales and stories, with old life experiences. The two friends go back in time and resort to stories about their memories. Readers can imagine that the stories can mean personal confessions, due to their process of free associations (Freud, 2016). The two friend in the poem may also rely on free associations, a technique which readers are familiar with from their knowledge based on the popularisation of the psychoanalytic sessions technique where the analyst allows the patient to talk freely about anything coming to his mind.

The two friends are old, since they return to the past, and at the moment they are only raking leaves, readers may infer. At older ages, we witness how people start living in their past and relying on the memories of their youth. At the same time, we may consider that memories may be unreliable, and that they may be fantasizing about their past.

Based on environmental psychology (Mehrabian & Russell, 1974), we always have an emotional reaction to our immediate surroundings. In this case, the leaves, a symbol of autumn, may trigger the emotional reactions of contemplation and remembering the past, as well as on reflecting on moments in our lives. Maybe, just like in the case of the epsiode fo the madeleine in Marcel Proust's *In Search of Time Lost*, when eating that type of cookie he enjoyed eating in his childhood makes the narrator remember his past and tell the story of his life, the leaves and the rake, or the act of raking the leaves, may trigger for the two friends memories of their past. Autumn is, after all, the season when, at least in Romania, schools, highschools, collegere and university academic years begin. We notice, thus, how the culture of teh readers can influence their perception of the haiku poem. In addition, we may think we see two friends talking, since a conversation asks for at least two persons. There could be more people raking the autumn leaves. The idea that they may be confessing to each other may

also be just one version of interpreting this haiku poem. Maybe they are just sharing some common experiences, and nothing too personal.

We can thus see how the haiku poem includes keywords and key images which are powerful enough to prompt readers to start making free associations around them based on their allusive power and on the way in which they can further expand them and make a detailed story and scene based on the main elements.

3. RESULTS

Nowadays, we enjoy art that is interactive and we also enjoy being able to communicate. These are key elements of our contemporary culture, next to appreciating text that is short, to the point, and catchy. The haiku poem triggers an interactive experience, as well as readers' wish to communicate about their feelings and personal opinions, in a world which values freedom of expression. In addition, advertising makes use frequently on catchy titles and phrases, and so do online social media posts, and some posts may also include a catchy visual image. The haiku poem thus appeals to a contemporary audience to a high extent.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

We do not always express our thoughts and we do not even always start dialogues by presenting every word and description of the surroundings or of our mental states. Sometimes we use fewer words, sometimes we leave the interlocutor understand what is not being directly expressed. We also use non-verbal language, as gestures can very well complete our spoken communication. In this way, we realize that haiku poems reflect natural communication and our natural understanding of what we are being told by an interlocutor.

REFERENCES

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*.

Gurga, L. (2025). Normative Haiku and Beyond. https://www.modernhaiku.org/issue52-2/MH52-2-Normative-Gurga.pdf

Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, *56*, 78-87.

McCoslin, N. (2025). Haiku in English: Nov. 19, 2025. Mainichi Japan, https://mainichi.jp/english/articles/20251023/p2g/00m/0su/017000c

Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). An approach to environmental psychology. the MIT Press.

Ross, B. (2007). The essence of haiku. Modern Haiku, 38(3), 51-62.

CHALLENGING THE READER TO REFLECT IN A HAIKU BY STEPHEN A. PETERS

Lecturer, PhD Irina-Ana DROBOT
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Faculty of Engineering in Foreign Languages, Department of Foreign Languages and Communication, philology, anadrobot@yahoo,com, ORCID 0000-0002-2556-6233

Abstract

The purpose of this paper s to analyse the following haiku poem: "sparrow bones/ things you don't think about/ when you are young." This haiku poem was written by Stephen A. Peters from Washington, USA, and was selected by Dhugal J. Lindsay to be published in The Mainichi on November 17, 2025. This poem has an immediate impact on the reader, as the first part is a visual image, while the second part is a reflection which the reader needs to pair with the first part. In the process of reading, readers are present with a challenge to start thinking about how to interpret the connection between the two parts. The poem presents us with a poetic persona who is old and now starts reflecting on other issue, as he has a different psychological universe. He has gone through many experiences and may think by now that there is nothing left to discover in this world. When we are young, we are in a continuous process of discovering our surroundings and the way the world works. We are like explorers when we are young. Later on, we may think we have seen it all. This haiku shows us that there is always something new left for us to reflect on and to discover. Literary studies and psychology make up the methodological framework.

Keywords: Juxtaposition, free associations, allusions, psychology, self-discovery

1. INTRODUCTION

The haiku poem, originating in 16th-17th century Japan, has not declined in popularity until today. Currently, we can find a worldwide community of haiku authors, who continue developing this genre. While we may find in dictionary entries and history of literature books definitions claiming that the haiku poem is a fixed poetry form, made up of three lines and 5-7-5 syllables, this is just one type of haiku poem. We can also find free form haiku, which has been around since modern times in Japan.

One of the main features of the haiku poem which remains over time is, next to its minimalism, the challenge it poses to the readers. A reader of a haiku poem needs to be like an inetrlocutor in a dialogue started by the author of the poem.

Due to the constantly evolving form of the haiku poem, and to its adaptability, we can notice that it is as practiced nowadays as it was in the past. In addition, the haiku poem is now practices worldwide. It is a topic of relevance to discuss and analyse, as we can understand the phenomenon of the haiku poem in depth.

1.1. Theoretical Framework

The main understanding of the haiku poem's mechanism relies on juxtaposition (Gilli, 2001), and on the kireji (the cutting line which is sometimes represented as a dash), both suggesting that the haiku poem is made up of two parts. This ensures strong and striking contrasts or putting together of two apparently distinct images or sets of ideas. The reader is the one noticing the contrast between the two parts of the haiku poem, together with the elements which may help connect the two parts in order to reach a third layer of meaning through their interpretation. This means that the reader goes through a complex process of interpreting and understanding the poem. The haiku poem, thus, invites an active participation of the reader. The approach which best explains this attitude and work of the reader is reader-repsonse criticism (Mart, 2019). Readers rely on their emotions and background knowledge related to the poem in order to bring in their interpretation, or version of the contents of the haiku poem.

2. METHOD

The poem proposed for analysis in this paper is the following: "sparrow bones/ things you don't think about/ when you are young." It was written by Stephen A. Peters from Washington, USA, and it was selected by Dhugal J. Lindsay to be published in the Japanese journal The Mainichi on November 17, 2025. This haiku challenges the usual understanding of Western cultures haiku readers and writers, who may be tempted to believe that a haiku poemcan only include visual images and no abstract concepts or abstract expressions of ideas.

We see that in this poem we have, in the first part, a very strong visual image, while in the second part we find an abstract reflection. However, the visual image is vivid enough to grasp our attention and to focus on it visually. In addition, the second part of the poem is made up of a catchy line which immediately draws our attention. We may start forming in our minds an advertisement where we see the visual image of the sparrow bones and where a person says out louds the reflection in the second part, or we, as viewers, may hear what the person thinks. In this way, reflections are dynamic and have a high emotional impact, instead of them seeming to abstract and not worth our attention.

The abstract reflection grabs our attention the same way as the image in the first part does, and the combination between the two parts can only intrigue us and draw our attention, while also prompt us to think about how we could interpret the third level of meaning of the poem.

We can tie the experience in this haiku poem to that of passing from one age to another and of becoming aware of different types of thinking related to each and every age. In the past, in his childhood, the poetic persona did not wander about sparrow bones. Now, he think that he has never thought about the sparrow bones when he was young. Readers understand that the poetic persona becomes aware of teh fact that discoveries about the world we live in do not end up with our childhood. We know that children feel that every aspect of the world we live in is something new and that they have something new to discover every day, as if they were explorers in an unknown realm in an adevnture or science fiction story.

The way the world works can be explored, after all, at any age. During our adult age, we can discover the world based on scientifc and psychological theories, as well as on personal life experience. We are well-aware that scientists are in a process of continuous discovery of the world around them. In time, scientific theories can change and we can realize that even scientists can be wrong. We can discover, start believing everythin is true and that this is the best version of a scientific explanation, while, in time, we can come back to it and completely change it as scientists.

Personal opinions, beliefs, values can also change as we move on through life, at various ages. Everything in the world changes, as Zen Buddhism claims, and we need to accept this state of affairs.

The poetic persona can be understood as going through a process of self-discovery by relying, in the first part of the poem, on an external, visual image. This image has personal relevance to the poetic persona's suggested process of introspection. The sparrow bones can be the triggering visual element present in free associations (Freud, 2016) process in psychoanalytic sessions. Based on this visual image, the poetic persona starts reflecting. Free associations can work based together on the allusions which are suggested by the words and images in the poem.

Based on life-span theory in developmental psychology (Baltes et al, 1998), we can consider that, according to Erikson's stages of development, our later stages in life involve reflections on the meaning of life, on mortality, as well as to one's relationship with the world. Existential psychology (Kim et al, 2014) also deals with the preoccupation for the meaning of life and mortality. Mortality can further on be tied to transience and fragility, which is often present in haiku poems and in Zen Buddhist philosophy, showing to us Western culture readers that there can be common points in Asian and Western culture philsophies and psychological concerns.

3. RESULTS

Haiku poems can be complex and also make references to the inner world, to our psychological and philosophical realities, not only to what we notice around us visually. The poem chosen for analysis in this paper shows that haiku poems are deeper than being about a simple, one-dimensional description of nature scenes. Indirect language, free associations, allusions, all of these work together to bring about a deeper meaning and level to the haiku poem. They represent a bridge between external and inner world.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND RECOMMENDATIONS

The present paper has shown, based on the example of the haiku poem by Stephen A. Peters, how readers receive a challenge not only to understand the haiku poem and analyse it, but also to start on their own way of reflecting and, mostly, on self-reflecting. The haiku poem becomes a starting point for readers to consider existential and universal psychological experiences and questions we can all have during various stages in our lives.

REFERENCES

Baltes, P. B., Lindenberger, U., & Staudinger, U. M. (1998). Life-span theory in developmental psychology. In Handbook of child psychology (pp. 1029-1143). Wiley.

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.

Kim, J., Seto, E., Davis, W. E., & Hicks, J. A. (2014). Positive and existential psychological approaches to the experience of meaning in life. In Meaning in positive and existential psychology (pp. 221-233). New York, NY: Springer New York.

Mart, C. T. (2019). Reader-response theory and literature discussions: A Springboard for exploring literary texts. *The New Educational Review*, *56*, 78-87.

Peters, Stephen A. (2025). Haiku in English: Nov. 17, 2025. Mainichi Japan. https://mainichi.jp/english/articles/20251023/p2g/00m/0su/015000c

THE ROLE OF INTERNATIONAL ECONOMIC INSTITUTIONS IN THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF NIGERIA: A CRITICAL EXAMINATION OF THE CONTRIBUTIONS OF THE IMF, EORLD BANK, IWORLD TRADE ORGANIZATION (WTO) & WORLD BANK

DR CHUKWUEMEKA G. EME (PhD)

Lecturer, Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences, National Open University of Nigeria (NOUN); E-Mail: kaluchukwuemeka26@yahoo.co.uk;ceme@noun.edu.ng; emechukwuemeka2018@gmail.com

Abstract

Nigeria belongs to many international organizations like the United Nations (UN), Commonwealth of Nations, Organization of African Unity (OAU) later changed to African Union (AU), United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF), World Bank, International Monetary Fund (IMF), World Trade Organization (WTO), etc. Nigeria participate in all these organizations as a member country, but the activities of these international organizations most often are being controlled and dictated by the Western world. Contributing to achieving more coherent global economic policy-making, for instance, is one of the five core functions of the WTO, as defined by Article III.5 of the WTO Agreement. Its ability to do so depends on it carrying out its other functions successfully – providing a forum for liberalization, ensuring a strict observance of its multilateral rules and disciplines, and contributingto policy surveillance. In 1994, WTO Members added to the WTO Agreement a Ministerial Declaration on Achieving Greater Coherence in Global Economic Policy Making, calling on the WTO to cooperate with the IMF and the World Bank to this aim. Of course, cooperation is not confined to these three institutions. The WTO works intensively with other UN institutions. However, the WTO Coherence Mandate stems from the desire to link up these three multilateral economic organizations, which share the same aim (improving living standards, achieving sustainable development, contributing to expand international trade), of policy coherence. This paper shows that in ten years of cooperation the three organizations have built much tighter links than under GATT, allowing for a better articulation of trade, financial and debt policies. However, the experience also shows that, as indicated in the Declaration, policy coherence must be achieved at home first, inter-agency cooperation can only improve the coordination and articulation of policies, not correct basic policy inconsistencies at contrary level. While at the present moment the focus of the tripartite cooperation is how to mainstream development into trade (in the context of the Doha DevelopmentAgenda (DDA), the relationship between trade and finance remains equally important, and not only at times of financial crisis.

The flexible implementation of the Coherence Mandate has served the WTO and its partners well, and more cooperation for better coherence can be envisaged in the context of evolving architectures of the respective institutions. Examples of future, possible border-line issues to be treated as a matter of common interest are

highlighted. The benefits or otherwise of the cooperation between these three international economic institutions to Nigeria are equally brought to the front burner.

Key Words: International economic organizations, International Monetary Fund (IMF), World Bank, World Trade Organization (WTO), Coherence Mandate, Nigeria

1. Introduction

The World economic order was re-established in 1947 after the Second World War under the banner of the Bretton Woods Institutions to promote the integration of national economies. This was reinforced by the economic downturn of the 1970s and 1980s which both developed and developing countries (Nigeria inclusive) were adversely affected. These countries therefore adopted economic reform policies prescribed by international financial institutions, undoubtedly believed to be the only road map towards economic recovery and national development. The World Trade Organization (WTO) which replaces the General Agreement on Tariff and Trade (GATT) as a United Nations (UN) specialized agency was saddled with the responsibility of global rules of trade between nations.

International economic integration may be viewed as the creation of most desirable structure of international economy, removing artificial hindrances to the optimum operations and introducing deliberately, all desirable elements of co-ordination or unifications. In order to understand our world today, we need to understand the principal international economic institutions that provide the foundation and structural support of the world economy. This does not mean that the days of the nation-state is over, nor that the institutions have become so successful that a brave new world of supra-nationalism is about to dawn. Rather, it means that the creative institutional experiments in international cooperation, born out of the ashes of World War II, have become so well established that there is a tendency to take them for granted. Having such institutions in place is a major asset for mankind in dealing with growing economic integration and increasingly pervasive interdependence with its inherent vulnerabilities.

To reflect on these achievements in institution-building is also to ponder questions about the future. This is an important subject that deserves much further thinking. The propositions emerging from the reflections set out in this article are that: increasing cooperation among international economic institutions, leading to coordination, is a likely direction for the future, law has a central role to play in this process; and some promising techniques for coordination, already tested and improved by experience, have been developed and may provide the basis for future evolution.

With the intensification of international competition, the results of assuming broad responsibilities by the state in economy became obvious. Fiscal deficits, bureaucrats, governmental dependency of individuals, privileges

granted through protectionism in national firms have become embarrassing restrictions for growth. A compromise between free market and dirigisme – probably the only way to ensure efficiency and equality – has not yet succeeded anywhere in the world (Beacon Hill Institute, 2011). State involvement in education, health, regulation of social, economic life aims to create the favourable conditions for the development of a competitive environment, requiring high standards, creating the premises for competitiveness.

Sustainable economic growth and the improvement of living standard of the population are determined by the development of economic, competitiveness in the context of global challenges, economic globalization, opening of international markets, rapid technological change. These challenges do not mean that states are likely to disappear or that the role of government decreases in the era of the globalized economy. On the contrary, if the economic decisions were left to the market forces alone, the likely result would be some kind of economic crisis, or stagnation (Ruggie, 2007). With increasing economic openness and with the pressures of international production and financial globalization, it is very hard to overestimate the central role of the state in providing a buffer between the clashing interest of its citizens' welfare and the effects of the global economy.

If government cannot react to the fast changing international economic environment, they lose. After the first painful experiences, they must learn to navigate in the dangerous waters of the globalized economy. This does not apply to developing countries and transition economies alone, but to every open economy in the world. The difficult part under the new rules of the global economy is to know when the government should intervene. The best alternative for governments here would be to see what policies have worked and which have worldwide failed.

1.1 Statement of the Problem

Economic integration through the vehicle of international economic organizations introduces a degree of competition which ensures the benefits of free trade. The term is defined by Tinbergen (1965) as, ''the creation of most desirable structures of international economy, removing artificial hindrances to the optimum operation and introducing deliberately, all desirable elements of coordination or unification. International economic integration which is the major essence of establishing international economic organizations, therefore refers to a decision or process whereby two or more countries combine into a larger economic region by removing discontinuities and discriminations existing, along national frontiers, and by establishing benefits as outlined in economic history with reference to Nigeria. There is the need to examine them from the Nigerian standpoint.

1.2 Objectives of the Study

This paper has as its major objectives, to examine the role of international economic organizations in the socio-economic development of Nigeria, discussing the contributions of IMF, World Bank, and the World Trade Organization (WTO) to this effect. Specifically, the paper will seek to:

i. Ascertain the benefits of the international economic organizations with particular reference to IMF, World Bank and the World Trade Organization (WTO).

ii. Identify the socio-economic benefits emanating to Nigeria via the activities of the IMF, World Bank and the World Trade Organization (WTO).

1.3 Research Questions

Following the objectives above, answers will be provided to the two research questions namely:

a) What economic benefits have accrued to the Nigerian nation since its membership of IMF, World Bank and the World Trade Organization?

b) How has Nigeria benefited socio-politically since its membership of IMF, World Bank and the World Trade Organization (WTO)?

2. Literature Review

2.1 Conceptual Literature

All countries are increasingly faced with issues that transcend national borders and international economic organizations (IEOs) play an important role in helping address them (Ajayi, 2017). International economic organizations bolster and complement national institutions by promoting and developing common solutions at the international level. IEOs take different forms: international, regional, groups of like-minded countries or institutions sharing common issues and priorities. They underpin collective action in different ways, including through developing and managing common rules through a wide variety of international instruments.

The World Economic order was re-established in 1947 (after the Second World War) under the banner of the Bretton-Woods Institutions, in order to promote the integration of national economies. This was reinforced by the economic downturn of the 1970s and 1980s, which both developed and developing countries (Nigeria inclusive) were adversely affected. These countries therefore adopted economic reform policies prescribed by international financial institutions, undoubtedly believed to be the only road map towards economic recovery and national development.

The World Trade Organization (WTO) which replaces the General Agreement on Tariff and Trade (GATT) as a United Nations (UN) specialized agency was saddled with the responsibility of global rules of trade between nations.

The IMF and the World Bank compelled developing countries to adopt and implement policies such as Structural Adjustment Programmes (SAP), liberalization and deregulation of the key sector of the economy, privatization and commercialization of state financial and economic institutions. The legalism embedded in GATT was found to be imperfect due to institutional defects. For instance, prior to the WTO, a country could choose which of the codes (GATT) to adopt and possibly implement.

2.1.1 The International Monetary Fund (IMF)

The International Monetary Fund (IMF) was established through the Bretton-Woods Conference/Agreement of 1944. It is an arm of the International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) equally referred to as 'the World Bank'. The IMF as the name implies is vested with the financial transactions and activities of the World Bank. They grant loans and financial aids to member countries particularly ailing economies to assist their revival particularly the Third World/developing nations including African and Asian-Pacific countries. The IMF was conceived on Keynesian economic notion that markets often did not work perfectly, that they could result in massive unemployment, hence the need for collective action at the global level for economic stabilization to address market failures. However, Joseph Stiglitz point out the IMF in particular now champions market supremacy with ideological fervour. Founded on the beliefs that there is a need for international pressure on countries to have more expansionary policies such as increasing expenditures, reducing taxes, or lowering interest rates to stimulate the economy – today, the IMF typically provides funds only if countries engaged in policies like cutting deficits, raising taxes, raising interest rates that lead to a contraction of the original Keynesian design of its originators.

These dramatic changes in the IMF and the World Bank policies was propelled by the Ronald Reagan and Margaret Thatcher regimes that pursued ''monetarist'' free market ideas in the USA and the UK., policies that later coalesced as part of a new ''Washington Consensus'' – a consensus between the IMF, the World Bank and the US Treasury Department, on what is appropriate for the developing countries. The Bretton Woods Institutions (viz- the IMF, the World Bank and the WTO) became the new missionary agents to impose such free market ''mantra'' and ''conditionality'' as the ''seal of approval'' on the reluctant poor developing countries, like Nigeria, that needed loans and grants, so as to be able to access international capital markets.

For a resource based diversified economy, the requirements of a successful deregulatory process entails the use of appropriate mix: a) demand management policies; b) exchange rate of production incentives policies; c) structural policies and; d) external financial policies.

The above situation has not been true of Nigeria, because it is virtually a mono-product (oil-based) economy, so has not been able to reap the so-called benefits of IMF and World Bank economic deregulation and adjustment

which formed the major conditionality of the IMF loans to Nigeria in 1986 which led the country to adopt the Structural Adjustment Programmes (SAP) to ensure compliance to those conditionality.

2.1.2 The World Bank (IBRD)

The International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) popularly referred to as ‘’the World Bank’’ was established by the Bretton Woods Conference in 1944 to create a World Economic Order and to give greater vent to the European Economic Commission (EEC), which formerly was the economic backbone and rallying point of most European nations. The World Bank was to deal with structural issues like: what a country’sgovernment spent money on, the country’s financial institutions, labour market, trade policies, etc. Nigeria is a member of the World Bank and have adopted its policies and regulations in its economic developmental footprints.

The contributions of the World Bank, and in extension the other two (the IMF and the WTO) to Nigeria’s economic policy, coherence is only one aspect of a wider network of international cooperation aimed at improving national welfare through its various aspects (economic, humanitarian, ecological, security). To this aim, the World Bank contribute to achieving the Millennium Development Goals sponsored by United Nations members and are sharing the objectives set out in the Monterey Consensus on development financing and of course the Doha Development Agenda. Together, and with other institutions, they contribute to policy coherence for developments, they contribute to policy coherence at re-balancing responsibilities and aid in the international economic system in favour of the developing world – Nigeria inclusive.

2.1.3 The World Trade Organization (WTO)

The WTO was established on January 1, 1995 as a result of the Uruguay Round of trade negotiations that commenced in 1986 and conclude with signing of complex agreement at Marrakesh, Morocco on 15 April 1994. The agreement covers a wide range of economic issues, such as agriculture, textiles and clothing, rules of origin, import licencing procedures, subsidies, intellectual property rights and etc.

The main function of the WTO is to ensure that trade flows as smoothly, predictably and freely as possible. The reason for the establishment of the WTO and the policy objectives are set out in the Preamble to its Agreement. According to the preamble, the parties to the WTO Agreement agreed to the terms of the Agreement and the establishment of the WTO. It states that:

Recognizing the that their relations in the field of trade and economic endeavours

> *should be conducted with a view to raising standard of living, ensuring full employment and a large and steadily growing volume of real income and effective demand, and expanding the production of and trade in goods and services, while*

allowing for the optimal use of the world resources in accordance with objectives of sustainable development, seeking both to protect and preserve the environment and to enhance the means for doing so in a manner consistent with their respective needs and concerns at different levels of economic development….''

The WTO's Secretariat headed by a Director-General is based in Geneva, Switzerland. Decisions are taken by the members themselves; the Secretariat does not have the decision-making role like other internationalbureaucracies. The Secretariat's main duties are to supply technical support for the various councils and committees and the ministerial conferences, provide technical assistance for developing countries, analyse world trade, and explain WTO affairs to the public and media. The Secretariat also provides some forms of legal assistance in the dispute settlement process and advises government wishing to become members of the WTO. Other organs of the WTO include the Ministerial Conference, consisting of representatives of all members meeting at least every two years and exercising the functions of the Conference between sessions. In fact, the Ministerial Conference of the WTO is the WTO''s top level decision-making body.

Below the Ministerial Conference is the General Council (usually ambassadors and heads of delegation) in Geneva, but sometimes officials sent from members' capitals) which meets several times a year in the Geneva headquarters. The General Council also meets as the Trade Policy Review Body and the Dispute Settlement Body (DSB). Below the General Council are Councils for Trade on Goods, Trade in Services and Trade related aspects of intellectual property rights operating under the general guidance of the General Council. There are also numerous specialized committees, working groups and working parties dealing with the individual agreements and other areas such as the environment, development, membership applications and regional trade agreements.

For Nigeria, the purpose of joining the WTO are three folds: First, to clearly reaffirm its commitment in the multilateral trading system, its rules and disciplines, and trade liberalization; second, to emphasize its economic and trade priorities; third, to restate the challenges that it faces as a developing nation, to seek the concrete and technical support of the international community for fuller and more beneficial integration of its economy into the global trading system.

In discharging its obligations under the WTO agreement, Nigeria has promulgated series of economic policies and programmes for the purposes of facilitating the achievement of rapid economic development and ultimate industrialization. These policies and programmes included the primary export oriented philosophy; the planned public sector led economic development, import substitution, indigenization, structural adjustment programme (SAP), deregulation, public-private partnership, privatization and commercialization, etc.

The WTO however, suggested a number of areas where reforms could be beneficial to Nigeria and strengthen its international trade and investment policies. Such areas include: domestication of WTO agreement in Nigeria to give legal effect to it in local court and reform of multiplicity of other taxes and charges to import in addition to custom duties; difficult registration procedures and high cost of doing business in Nigeria; large number of draft bills before the National Assembly yet to be passed and burdensome customs procedures and documentation which need to be streamlined.

2.2 Theoretical Framework

For the purpose of this research, Human Rights theory and Dependency theory was adopted in order to understand the relationship that exists between Nigeria and the International Monetary Fund (IMF), the World Bank and the WTO as well as its role and influence on Nigeria's economic development. The fundamental function of human rights, according to interest theory is to preserve and promote certain vital human interest, whereas the legitimacy of human rights is determined by the unique human capacity for freedom, according to will theory (Finlay, 2021; Nourie, 2021). The only way to: i) make the world free of terrorism and war, as well as free of hunger, poverty, discrimination, and exploitation; ii) establish rule of law and economic, political, and social justice and iii) confirm freedom of man, peace, and development worldwide,'' according to Barrister Dr Mohammed Yeasin Khan, is to protect and promote human rights (Chwaszcza, 2017; VecellioSegate, 2021).

Dependency theorists characterize international aid and assistance as a mode of exploitation and self-enrichment in which peripheral nations are contingent and dependent on core donor organizations and countries in most developed countries (Cornelissen, 2017; Lee & Usman, 2018). The unfortunate developing nations are abused by the rich developed nations (Ayinde& Folarin, 2019). The theory of dependency describes the link between the International Financial Institutions (IMF, World Bank and WTO) and the economy of the Nigerian nation, yet the nation suffers from extreme poverty, unemployment, and corruption (Gado&Sanusi; Nhlapo, 2020).

3. Analysis and Discussion

The study reveals that the IMF, World Bank & WTO – Nigeria relationship is an exploitative one in nature. For instance, Nigeria's experience with adopting IMF supported adjustment policies has not been positive. The IMF's approach to adjustment policies has had serious social and economic consequences for the country, including a drop in output and growth rates, an increase in unemployment, and a detrimental effect on income distribution, all of which have resulted in a significant drop in the general living standards of Nigerians. These adjustment policies also have implications on the enjoyments of human rights by both the government and the populace. This result is in agreement with Taye (2021)'s observations, which states that a typical funding

program usually prescribes policies that entail excessive domestic demand compression, wage cuts, and government spending reductions; these are often followed by sharp currency depreciation and import liberalization reforms, with little regard for their socially and economically destructive impact on domestic economies (Taye, 2021). This is also in line with the perception that most of the countries fully adopting the IMF's structural reforms are currently experiencing mass unemployment, poverty, increased indebtedness and dependence, low living standards, and budget deficits due to their inability to develop (Mohammed et al., 2020; Samuel, Collins, &Atama, 2019; Shafiu&Salleh, 2020); when we look into the specific negative consequences for the enjoyment of health, labour, civil, and political rights. This also coincides with the submissions of Oritz (2021) and Uroko (2021) that structural adjustment programs are associated to lower economic growth, which is linked to a reduction in respect of human rights (Oritz& Cummins, 2021; Uroko&Nwaoga, 2021).

Trade liberalization was also discovered to play an important role in economic exploitation, globalization, and dependence. It was also found that the subsidy funds removed was not put into infrastructural development projects that would support the economy and bring about positive change in the country, as well as raise the living standards of the people. This coincides with number of studies relating to IMF structural policies and Nigerian socio-economic development (Daasi&Imoh; Ejeh, 2019; Oyeyika&Adegboye, 2017). Proponents of the Dependency Theory contends that developing economies' backwardness is caused by external conditions and influences, and that neoliberal capitalism is the root cause. What is perhaps more concerning about the IMF, World Bank and the WTO is the common perception among beneficiaries that they will not be able to survive any possible economic downturn without the assistance or ''handout'' of Western ''rich'' countries (Blum, 2019; Cornelissen, 2020; Ghosh, 2019). However, the core claim of human rights theory is that the importance of human rights to human dignity is predicated on the reality that life would be unliveable without human rights.

4. Conclusion and Recommendation

Consequently, the study concluded that the relationship between Nigeria and the IMF, World Bank and the WTO is merely an exploitative one that contributes to dependency, economic stagnation, and underdevelopment. Indeed, the programs and policies of these international economic institutions under review have intensified the levels of poverty and unemployment in the country, and also increases corruption among political leaders, which directly or indirectly influence resource allocation methods and adversely affect people''s overall living standards. In deciding the way of achieving a policy, political leaders play an important role. Therefore, IMF, World Bank and WTO's policies are most likely to be structured in a way that hurts politically influential people the least, mostly at the detriment of the poor masses.

The study suggested that the Nigerian government should make practicable attempts to diversify the economy, adjust the way it relates to foreign financial institutions, such as the IMF, World Bank, WTO, etc., and provide adequate facilities for people to improve their standards of living. As a result, a human rights impacts assessment should be conducted prior to the commencement of any program. It should include engagement with key parties, such as public health professionals, labour unions, the International Labour Organization, and the United Nations Human Rights Council.

Programmes should also be reviewed and evaluated on a regular basis using well-tested investment appraisal vehicles such as the Cost-Benefit Analysis (CBA), Pay-back Period Analysis (PPA), Internal Rate of Return (IRR), Accounting Rate of Return (ARR), Public-Private Partnership principles/arrangements etc. Any program, investment or international agreements that fails these investment appraisal tests should be out rightly rejected by the Nigerian government or its relevant Agencies no matter the prodding to the contrary. This will invariably return the nation's economy to a path of growth and buoyancy and thereby reduce drastically if not totally eliminate poverty, corruption, social exclusion and high level of unemployment being experienced at the moment. With real income GDP on the rise, government spending will improve drastically, particularly in the major economic sectors of education, health, power, internal and external security, manufacturing agriculture, etc.

References

African Development Bank (2000). African Development report, New York: Oxford University Press

Ajomale, T. O. (2000). IMF, World Bank & WTO as an instrument of economic integration: Security implementation for Nigeria. A research thesis submitted to NWC Abuja.

Balassa, B. (2019). The theory of economic integration. London: George Allen and Urwin.

Carbough, R. J. (2014). International economics, 9th edition Australia: Thomson South-Western Europe, 1(5), 101-132.

Egwaikhile, F. O. (1997). Import Substitution Industrialization in Nigeria: A Selective Review. The Nigerian Journal of Economic and Social Studies, 39(2); 183-204.

Federal Ministry of Commerce, (2000). Trade Policy of Nigeria, Abuja.

IMF, (1986). Nigeria and IMF Loan Conditionality, African Journal of Management, 1(2), 33-41

Obadan, M. I. (2013). Export Promotion and Nigeria's Export Trade Development. In: T. A. Oyejide and M. I. Obadan (eds.). Applied Economics and Economic Policy: In Honour of Emmanuel C. Edozien, Ibadan: Ibadan University Press.

Ogunkola, E. O. (2004). The Emerging World Trade System and Nigeria's Trade and Economic Development Strategy. The Ibadan Journal of the Social Sciences, Vol. 2., 75-86.

Oyejide, T. A. (2018). Costs and Benefits of ''Special and Differential'' Treatment for Deve-Loping Countries in GATT/WTO: An African Perspective. (Mimeo). AERC Collaborative Research Project on Africa and the World Trading System, Nairobi, AERC.

World Bank, (2000). Trade Blocs: A World Bank Policy Research Report. Oxford University Press.

World Trade Organization, (2015). Regionalism and the World Trading System. General:WTO.

World Trade Organization, (2003). World Trade Report 2003. General: WTO.

KNOWLEDGE MANAGEMENT AND ITS IMPORTANCE IN NIGERIA'S PUBLIC AND PRIVATE BUSINESS ENTERPRISES

DR. CHUKWUEMEKA G. EME
Lecturer, Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences;
National Open University of Nigeria (NOUN), Jabi – Abuja, Nigeria;
E-Mail: kaluchukwuemeka26@yahoo.co.uk

ABSTRACT

It is no longer strange for individuals and organizations alike to appreciate that only organizations that are innovative will survive in very turbulent economic landscape. It is also a fact that innovations can only be achieved when an organization continuously learns and becomes a learning organ. A learning organization is characterized by the stock of both tacit and explicit knowledge which it had acquired over time and how the stock of knowledge is utilized. The stock of knowledge becomes useful only when it is shared and utilized for the overall improvement in all organizational processes and human capital enhancement. Knowledge management is managing information flow, and getting the right information to the people who need it so that they can act on it quickly. It starts with business objectives and processes and recognition of the need to share information. The purpose of this review is to explore knowledge management drivers and performance in Nigeria's public and private business enterprises. This paper seeks to review empirical literature and provide a conceptual overview of knowledge management and its unique contributions to business performance. It seeks to identify critical characteristics that will create competences that can reorganize an institution towards improved performance. Application of the knowledge management process can hasten the deployment of new knowledge and innovations in a sector and transform performance; and this has a positive impact on both individuals, private and public enterprises and the national economy as a whole.

Key Words: Knowledge, Knowledge management, Knowledge management processes, Public and Private Enterprises, Nigeria

1. Introduction

Individuals and organizations have begun to acknowledge the increasingly important role of knowledge in the present competitive environment. Knowledge is a source of sustained competitive advantage.

It is difficult to imitate and is embedded in the entity such as in organizational culture, systems, policies, business entity, business owner and employees. However, it is important to note that knowledge is complex and difficult to manage (Khalil, 2016; Ling-hsing, & Tung-ching, 2020).

Organizations at all levels have several reasons to adopt knowledge initiatives. Among the key drivers of knowledge management is to enhance internal collaboration, to capture and share best practices, to provide project workspace, to ascertain a platform to manage customer relationships and for competitive intelligence (McDonough & Rahal, 2012; Martin-Rios & Erhardt, 2016).

The management of our stock of knowledge resources or intellectual assets has become a topic that is universally popular to both academicians and practitioners (Odor, 2018). Little wonder, most contemporary organizations have realized the importance of utilizing knowledge resources, in order to enhance their competitiveness and innovativeness, and have therefore shifted their emphasis to knowledge-based systems. In fact, our dynamic environment, as a prerequisite, requires an increase in corporate capabilities so as to create sustainable competitiveness on organizational processes and performance.

No wonder, Omotayo (2016) has indicated that knowledge management (KM) remains a key to the door of competitive advantage among firms in the same industry because it broadens acquired knowledge by increasing the ability of organization to be creative, thereby putting them at an advantageous position in relation to their competitors. Therefore, the only firms that will remain competitive in their dynamic environments are those ones that are outstanding in terms of innovativeness and creativity.

The concept of knowledge management is not new. Organizations and societies have coded, stored, and transmitted knowledge over tome. However, the current advancement in information technology has greatly enhanced the knowledge management process. Information technology has enhanced organizational processes of knowledge creation; storage and retrieved, transfer and application (Aluvi & Leidner, 2001; Neishin & Gressgard, 2014).

Knowledge is a critical organizational resource for any organization in order to survive and succeed in the knowledge economy era. Knowledge management is an important strategic management tool at both micro and macro levels in achieving specific objectives of an organization and also to a country so as to gain competitive advantage to survive in the knowledge economy era (Saileh et al., 2018). In the E-Government environment, the knowledge management strategy plays a central role towards realizing the benefits of knowledge economy and

achieving the economic competitiveness of the country. Therefore, the study attempts to address the absence of knowledge management research in the transformation process of Nigerian public and private enterprises.

The primary focus of this study emphasizes the use of technology resources to leverage the experiences, ideas and expertise of an organization's employees (knowledge resources) for the embedded knowledge assets. Apart from having effective knowledge management strategies and adequate Information and Communication Technology (ICT) infrastructure, the main barriers of implementing knowledge management are all people related issues such as poor understanding of what knowledge management involves, a lack of top management leadership and a culture that inhibits knowledge sharing (Taylor & Wright, 2014).

The research conducted for this study attempts to fill the gap by examining and identifying the critical factors for knowledge management implementation strategy that should be adopted by selected public and private sector organizations in Nigeria in transforming towards E-Government orientation for knowledge based products and services.

The Accountant General's Office (AGO) in the Ministry of Finance of Nigeria is selected to study the drivers, benefits and challenges of knowledge management adoption for E-Government readiness in a public sector accounting organization. The AGO is a knowledge repository of public sector accounting functions and services to all ministries and government agencies of Federal Government in Nigeria. A self-administered survey questionnaire was used as the main research instrument for data collection and research findings.

2. Review of Related Literature

2.0 Theoretical Foundation

The tacit and explicit knowledge theory is used to underpin this study. This theory was proposed by Nonaka and Takeuchi (1995) as cited in Ermine (2007) which strongly influence nearly all knowledge management researches and approaches. This theory helps to show how knowledge received either through tacit or explicit knowledge helps to utilize the available resources efficiently. It gives organizations the understanding that knowledge gotten from the employees' head and also from sources such as reports, financial statements, journals, documents, etc. if applied and utilized effectively will ensure proper use of available resources which will in turn lead to growth, innovation, profitability and increased market share.

2. The Concept of Knowledge

Knowledge is the insight, understanding and practical know-how that we all possess. It is the fundamental resource that allows us to function intelligently (Odiri, 2014). From the above definitions, it is clear that knowledge is an invisible or intangible asset. Its acquisition involves complex cognitive processes of

perception, learning, communication, association and reasoning (Akinyemi, 2007). Davenport and Prusak (2005) affirmed that knowledge is derived from information and information is obtained from data.

They posited that information is changed into knowledge by a process of comparison, connections (by understanding relations) and conversation (to uncover what others think about the same information and results (how information affects decisions). This is stored in the form of organizational processes, know-how, policy manuals, customer, best practices, management information system (MIS), culture and norms.

Therefore, knowledge is the whole body of cognition and skill which individuals use to solve problems. It includes theories, practices, everyday rules and instructions for action. Knowledge is based on data and information and always bound to persons. It is constructed by individuals and represents their beliefs about causal relationship (Aygul & Bahtisen, 2017). This definition agree with the opinion of other writers such as Nonaka and Takeuchi (1995) and ou-yang (2014) who saw ‘’knowledge as a process that involves human action, noting that knowledge is both complex and multifaceted.

Bladder (1995) as cited in Armstrong (2006) viewed it as being ‘’situated and abstract, implicit and explicit, distributed and individual, physical and mental, developing and static, verbal and encoded’’. He therefore categorized forms of knowledge as embedded in technologies, rules and organizational procedures, uncultured as collective understanding. Others include values and beliefs, embodied into practical activity-based competences and skills of key members of the organization (i.e. practical knowledge or know-how) embraced as the conceptual understanding and cognitive skills of key members (conceptual know-how or knowledge). Following Nonaka’s (1991) view that knowledge is held either by individuals or on a collective basis. Bladder also added that embodied or embraced knowledge is individual while embedded and cultural knowledge is collective (Akinyemi, 2007).

According to Drucker (1989), knowledge is information that changes something or somebody either by becoming grounds for actions or by making an individual (or an institution) capable of performing different or more effective actions. Considering the definitions so far, a cursory look at the concept of knowledge shows that it is reflected in the form of ideas, judgements, talents, root causes, relationships perspective and concepts. It is stored in the individual brain or encoded in organizational processes, documents, products, services, facilities and systems (Grey, 2002).

3. The Concept of Knowledge Management

Knowledge has increasingly become a vital resource within our communities, institutions and organizations, practical insights are needed for optimizing its use. It is apparent that knowledge is slowly becoming the most important factor of production, next to labour, land and capital (Sher & Lee, 2004).

From the resource-based view of a firm, knowledge is a resource that can confer competitive advantage and to lead to superior performance of firms that have capabilities to leverage the knowledge assets (Senaji, et al. 2011). Another useful definition of knowledge management is ‘’that which is believed and valued based on the meaningful organized information from the human mind through experience and communication with guidance for action and is much more implied entity’’ (Mahdi, Almasfr, & Yao, 2011).

The role of knowledge management (KM) is business optimization, it meaningfully assists delivery of an optimal/business strategy. It contributes relevance to the realization of the chosen strategy in an enterprise. Nonaka and Takeuchi (1995) advanced that the integration of existing knowledge captured in the expertise of employees and the generation of new knowledge are of paramount importance to the success of organizations.

No universally accepted definition of knowledge management (KM) exists. Nevertheless, most authors suggest that KM should be a systematic approach rather than individual or disjointed initiatives that it includes at least the organizational process of capturing, integrating, disseminating, and applying organizational knowledge, and its purpose is for enhancing business value (Puzzangher, 1999).

Karadsheh et al. (2009) defined knowledge management as a structured process with activities to capture, discover, create, evaluate, store, share and apply knowledge from individuals to advance business processes and meet organization objectives and goals. A key definition that is quite appropriate for this review is that by Holsapple (2004), who defined knowledge management as an entity’s systematic and deliberate efforts to expand, cultivate, and apply available knowledge in ways that add value to the entity, in the sense of positive results in accomplishing its objectives or fulfilling its purpose.

The Gartner Group also defined knowledge management as an integrated approach to identifying, capturing, retrieving, sharing, and storing information assets. Information assets may include databases, documents, policies and procedures. In addition, Gold et al. (201) empirically proved that effective knowledge management was the result of knowledge infrastructure that is technology, structure, culture and knowledge process architecture that is, acquisition, conversion, application and protection of knowledge. These are the essential organizational capabilities for effective knowledge management.

Knowledge management processes of an organization are the processes or practices that facilitate knowledge sharing and establish learning as a continuous process within an organization or entity (Singh, 2008). The knowledge management process of an organization are focused towards obtaining, sharing, storing, and using knowledge. Organizations who are successful in leveraging knowledge, normally witness increased efficiencies in operations, higher rates of successful innovations, increased levels of customer service, and an ability to have foresight on trends and patterns emerging in the marketplace (Sandhawalia & Dalcher, 2011).

Peter (2002) indicated that the society of knowledge would be the next society, so managing knowledge would certainly become the key strategy of enterprises in the future. This will show the importance of knowledge management. However, scholars do not have a unanimous conclusion to the definition of knowledge at present. Different definitions of knowledge management bring out different cognitions towards the meaning of knowledge management. In 1994, Nonaka and two other scholars explained that knowledge management is a complicated procedure and activity that creates, identifies, collects, shares, and adjusts the organizational knowledge. In 2003, DongQing Lin defined knowledge management as follows:

> ''The purpose of an organization is to promote the survival capability and the competitive advantage through obtaining, saving, sharing, transferring, employing, and assessing the valuable knowledge of individuals, groups, or teams that exist inside or outside of the organization.''

4. Knowledge Creation/Acquisition

An organization in the knowledge age is one that learns, remembers, and acts based on the best available information and know-how (Dalkir, 2005). To create knowledge, an organization receives information from the environment both internal and external. This information is subject to the beliefs, values and rules of the organization and the individuals in the organization. Knowledge creation deals with a multiplicity of knowledge whether tacit or explicit (Senaji, 2008, 2011). This creation is accelerated by encouraging synergistic interrelations of individuals from diverse backgrounds (Lee et al. 2005). Knowledge is created through continuous, dynamic interactions between explicit knowledge and tacit knowledge. And sometimes even to the inter-organizational level. As Gold et al., (2001) posit that organization knowledge creation occurs at two levels, between the individuals and between the organization and its network of business partners. Two examples of these processes of acquisition are benchmarking and collaboration (Inkpen, 2008).

Externalization, Combination, and Internalization, and dynamic organizations are those that not only process information but also create information and knowledge (Nonaka, 1994, 2000). Knowledge creation can be viewed as an upward spiral process starting at the individual level moving up to the collective group level and then to the organizational level.

5. Knowledge Management Drivers

Knowledge management driver was first proposed by Arthur Anderson and American Productivity and Quality Centre (APQC) when they developed knowledge management assessment tool (KMAT) in 1996, which defines driver as the useful essential factor and condition for the organization to carry out knowledge management successfully. It means the organization must pay attention to both successful conditions and useful factors for

the organization to carry out knowledge management. Du (2005) defined driver as the important factor that urges the enterprises to carry out knowledge management.

Chen (2004) pointed out the essential factors of knowledge management drivers included leadership, corporate culture, information technology and performance assessment. An open and harmonious working environment, emphasis on interpersonal relationships and treating the employees with support, trust, encouragement and open-mindedness allowed the employees to work full of creativity; this is the most favourable environment for the organization to generate knowledge. Lin (2003) believed innovative and harmonious organizational culture is contributory to the generation of knowledge when the organization is carrying out knowledge management.

Wu (2003) pointed out solid foundation of the internal part of the enterprise, possession of innovative learning ability, and creation of highly adaptive culture are the essential factors for the external part of the enterprise to win.

Nonaka et al. (1995) also indicated that the essence of knowledge management is to use knowledge to create function and to use knowledge to manage innovative knowledge systematically and in an organized way. Zack (1999) believed knowledge management strategy could guide the business affairs of knowledge management, especially resource allocation of Knowledge management, application of knowledge management, and style of knowledge management. As for how to improve the efficiency of implementation of knowledge management, Chait (1999) indicated that the content, culture, procedure, and basic framework must be considered together. From the perspective of how knowledge management influences organization's ability, Gold et al. (2001) believed that the basic development ability of knowledge management included technology, structure, and culture. Holsapple and Joshi (2000) categorized the factors influencing knowledge management of organization into management, resources, and environment.

According to the aforementioned perspectives, this study defined driver as a helpful essential factor and condition for the organization to implement knowledge management successfully, namely what conditions organization should have and what factor it should pay attention to in order to implement knowledge management successfully.

6. The Importance of Knowledge Management

Ibrahim and Reig (2009) postulated that knowledge management is critical for an organization to create a sustainable competitive advantage. They added that knowledge management initiatives help to improve business processes. Organizations can reduce business processing time simply because they can also provide best practices. Business processes can also be improved upon through conversations and discussions. These can generate valuable knowledge forecast saving and cost reduction. In their views they concluded that ''knowledge

management activities can improve organization's operational activities. This could happen in a variety of ways such as reducing the design cycle time, lead time and cost reduction time. Others include product to market and product quality improvement. If information is the currency of knowledge economy, human enterprise therefore is the bank where it is kept, invested and exchanged to create the right value for the economy.

Factors that have driven the need for knowledge management include organizational survival competitive differentiation, globalization effects and aging work force. Considering the management dynamic today, the core of managing knowledge requiring utmost focus for work activities is information best'' (Roy & Sivakumar, 2011). The need for knowledge management is the realization that an organization must manage its knowledge. The business survives on this in today's dynamic and competitive market place. Survival concerns are not limited to profit firms as non-profit public agencies have all realized the value of knowledge.

Desouva (2011) pointed out that without adequate care in how knowledge is managed, organizations will not be operating optimally. This will result in the ineffective and inefficient creation and delivery of products and services. This can lead to dissatisfaction among customers which may influence the demise of the organization. Conducting knowledge management helps in competitive differentiation. This is because all organizations, whether for profit or non-profit compete within a sector of the economy.

Knowledge management is a critical driver of competitive advantage because it enhances the capacity of organizations to innovate, thereby differentiating itself from its competitors. Organizations that are unable to innovate to a sustainable level will lack the ability continuously to attract new customers. In turn, this will lead to their demise. On the other hand, organizations that are able to innovate will be able to secure and even retain their competitive positions in the market place (Desouva, 2011). Globalization today has also provided the need for knowledge management, as organizations search to find effective tools and methods for acquiring and sharing knowledge over many structural and cultural barriers. This position has created an urgent need for organizations to be able to manage knowledge across countries and continents. The aging workforce brings to light how knowledge will leave the organization. This requires that the intellectual capital (HRM) be captured. This is to ensure that the work environment is not under threat by reinventing knowledge.

Epetimehin and Ekundayo (2011) revealed that ''knowledge management efforts help organizations to share valuable organizational insights. This is necessary to reduce redundant work to avoid reinventing the wheel, to training time for employees''. This will lead to the adoption to changing environment and markets.

7. Steps in Creating Knowledge Management Strategy for an Organization

With the need for proper knowledge management in an organization, the desire to create a knowledge management strategy cannot be ignored. In the process of trying to create a knowledge management strategy for organizations, five major steps are clearly itemized and explained below:

Identification of the knowledge to be systematically managed by the organization:

This is the first step in creating management strategy by the organization.

The most important aspect of this knowledge is that it is of high value, that is, the knowledge that is expensive to create. Considering this aspect, it is not surprising that the national laboratories of the United States Department of Energy (DOE) would be one of the first places where comprehensive management efforts was initiated (Salisbury & Plass, 2001). In addition, this high value knowledge unit should also be the same knowledge that makes up the ‘’core competency’’ of the organization.

For example, the knowledge identified for management by the DOE laboratories by Salisbury and Plass (2001) makes up their core processes. Any knowledge that is not directly related to the core competency of the organization can be unsourced. That is, it can be purchased from an outside supplier. All other knowledge that makes up the core competency of the organization should be explicitly managed by the organization. To develop a strategy to manage this knowledge, we revisit the business strategy for the organization, identify the performance gap between the current workflow and the workflow required to achieve the business strategy for the organization, modify the current workflow to achieve the strategy, and determine the knowledge transfer needs of the organization to accomplish the work in the modified workflow (Karuoya & Thomas, 2017).

Re-visiting the Vision, Value and Business Strategies of the Organization:

Identifying the core competence knowledge of an organization begins by re-visiting the vision, values, and business strategies of the organization. If these are not clearly understood, there is urgent need for them to be clarified through some sort of organizational development interventions. The vision and values of the organization drives the business strategy of such business unit. This business strategy automatically becomes the ‘’roadmap’’ for the resulting knowledge management system since it describes what the organization plans to do and not what it is doing at the moment (Odiri, 2006).

This means that a systematic knowledge management solution is not instituted to support work in the organization as it is seen today but to support the organization in achieving its business strategy.

Identifying the Current Workflow process of the Organization:

This is considered a very difficult task in the steps involved in creating a knowledge management strategy. To accomplish this difficult task, it is necessary to apply those techniques taken from the area of contextual inquiry, a means to gather computer system requirements by using anthropological field techniques on potential end-

users of the system, according to (Beyer & Holtzblatt, 1997). One major fact identified is that work has become so habitual for the people who do it that they often have difficulty articulating exactly what they do and why they do it.

To address this issue, Beyer and Holtzblatt employed one-on-one field interview with end-users in their workplaces to discover what tasks are to be accomplished in their work. As a result of this process the interviewer and the end-users need to create a shared interpretation of that work and how it will be done on an ongoing basis. In addition they used this shared interpretation to create the major processes of a workflow model for the end-users of the system (Odiri, 2014).

Comparing with the Business Strategy of the Organization:

After the current workflow of an organization has been created, the next stage is to compare it with the business strategy of the organization. What is done here is to identify the performance and learning gap that may exist between what the organizations is doing and what it plans to do. To close this gap a major re-examination of the current workflow for the organization is carried out thereby creating room for changes to the workflow (Odiri, 2014). Old processes may need to be removed or new ones added to modify the workflow so the planned business strategy can be fully achieved.

Determining the Knowledge Transfer Needs through the development of a Knowledge Management Strategy:

The next and final step in creating knowledge management strategy for an organization is the determination of the knowledge transfer needs through the development of a knowledge management strategy. This means determining the knowledge transfer needs for the organization that are required to achieve the business strategy. This, in simple language refers to the percentage of practitioners and experts that will use the system in future (Odiri, 2014). For example, if traditionally, there is a high level of turnover in the organization and then there will be need to support the novices. Also, if the organization has as part of its business strategy to retain and support the skill development of its more experienced members (Practitioners), then the resulting system should provide access to more procedural knowledge through example procedures.

In a similar vein, if the organization's business strategy includes leveraging the expertise of its long-time members (experts) then the resulting system should provide these members with opportunities to share their meta cognitive knowledge through adding expertise to the decisions support resources (Seyed, 2017).

8. Success Factors Supporting Knowledge Management

Okunoye (2002) has provided ''knowledge management enablers (or inflowing factors) as organizational mechanisms for intentionally and consistently fostering knowledge. These enablers are: management leadership

and support, information technology, strategy and purpose measurement, organizational infrastructure processes activities, motivational aids, training and education, human resource management.

Management leadership and support are important in acting as models to exemplify the desired behaviour for knowledge management. To do this requires a willingness to share and offer their knowledge freely within others in the organization''. In addition, there has to be continuous learning and to search for new knowledge and ideas, they are to model their behaviours and actions. The supporting factors include:

Organizational Culture:

Salman and Sumaiya (2017) defines culture as the ''core benefits, values, norms, and social customs that govern the way individuals act and behave in an organization. Culture is supportive of knowledge management because it is one that highly values knowledge and encourages its creation, sharing and application. Knowledge sharing and transfer requires individuals to come together to interact, exchange ideas and share knowledge with one another''. Beyond that there is also the need for innovative culture in which individuals are constantly encouraged to generate new ideas, knowledge and solution and openness should be demonstrated by the leadership to ensure trust.

Information Technology (I. T):

IT pushes towards rapid research, access and retrieval of information and can support the collaborative and communication between organizational members. It should be noted that knowledge-based collaboration, content and document management portals, customer relationship management, data sharing, workflow search and e-learning are important factors that need to be considered in the development of a knowledge management system to include its simplicity of technology care of content and standardization of knowledge structure and ontology (Wong, 2015 cited in Salman and Sumaiya, 2017).

Organizational Infrastructure:

To develop an appropriate organizational structure requires the establishment of roles and teams to perform knowledge management related task. Among those roles is one of the chief knowledge officers (CKO) (Valmohammadi and Ahmadi, 2015). He or she is to coordinate, manage and set the cause for knowledge management.

Processes and Activities:

This refers to something that can be done with knowledge in the organization. To this end, Valmohammadi & Ahmadi (2015) identified four main processes as creation, storage/retrieval, transfer and application. The survival of these components would depend largely on appropriate intervention and mechanisms to be put in place to address them. By incorporating employees into the process, knowledge sharing, technological

networking tools could be supplemented with face to face discussion as this can provide a richer medium for transferring knowledge.

Measurement:

Measurement acts as a data collection system that gives useful information about a particular situation or activity. Measurement is needed to demonstrate the value and worth of a knowledge management initiative to management and stakeholders. This is because without such evidence and confidence from top management to sustain it, it will diminish (Wong, 2005 cited in Salman and Sumaiya, 2017).

Motivation Aids:

This has to do with the development of a grassroots desire amongst employees to tap into their company's intellectual resources. If individuals are not motivated to practice knowledge management, no amount of investment, infrastructure and technological intervention will make it effective. Therefore the right incentive, rewards or motivational aids are required to encourage people to share and apply knowledge. This will help to stimulate and reinforce the positive behaviours and culture needed for effective knowledge management. Linking rewards solely to individual performance on outcomes which can result in competition will certainly be detrimental to knowledge sharing culture (Hayat & Riat, 2011).

Strategy and Purpose:

Strategy and purpose provides the foundation for an organization to deploy its capabilities and resources to achieve its knowledge management goals. This can only happen only if management is to support an imperative business issue of the organization. This perspective seems to be in agreement within the literature that it has to be linked or integrated with the enterprise business strategy (Valmohammadi & Ahmadi, 2015). It is also essential that employees support this vision and believe that it will work alongside other objectives, purposes and goals properly in place, towards a knowledge management effort.

Training and Education:

Training and education is required for employees to make them have a better understanding of the concept of knowledge management. Employees could be trained and educated in using the knowledge management system and other technological tools for managing knowledge. To this end, there will be the full utilization of the potential and capabilities offered by these tools. From training, individuals are able to understand their new roles for performing knowledge related tasks. Equally important, is to equip them with the skills to foster creativity innovation and knowledge sharing. Horat cited in Hayat & Riat (2011) suggests that the effective knowledge management, skills development should occur in the following areas: communication, soft networking, peer-learning team building, collaboration, and creative thinking.

Resources:

The proper implementation of knowledge management requires resources. This is because financial support is inevitably needed if an investment in a technological system is to be made, for example human resources are needed to co-ordinate and manage the implementation processes well as to take up knowledge - related roles. Time is needed by organizations for their employees to perform knowledge management activities such as knowledge sharing (Hayat & Riat, 2011).

9. Knowledge Management in Nigeria's Private Sector Enterprises:

The private sector of Nigeria's economy is an engine of growth. Successful businesses drive growth, creates jobs and pay the taxes that finance services and investment. In developing countries, the private sector generates over 90 percent of jobs, funds over 80 percent of all investments and provides more than 90 percent of government revenues. The private sector provides an ever increasing share of essential services in developing countries, such as banking, telecommunications, health and education. Foreign investment, particularly in exporting industries, can accelerate domestic development (Australian Department of Foreign Affairs and Trade, 2014).

Efosa (2018) states that the private sector in Nigeria plays a huge role in helping to fight the problem of extreme poverty by taking responsibility of tasks performed by the state, thereby relieving the pressure on public expenditure and allowing the government to focus its resources on key social and physical infrastructure. The private sector helps in broadening the economic base, making Nigeria less susceptible to external stimuli. The private sector also helps in human resources development, education and training job and skill formation. It also teams up with foreign investors to provide a springboard for foreign direct investments in vital infrastructure like transportation, communication, power, and information technology.

Knowledge management plays a vital role in attaining the ease of doing business for organizations in the private sector. Currently, knowledge management is steadily becoming an integral business activity for organizations as they realize that competitiveness is critical to the effective management of knowledge 9Grover & Davenport, as cited in Bakri, Ingirige, & Amarantuga, 2009). Organizations that manage knowledge can evaluate core processes, capture insights about what they find, combine their skills and experiences, innovation amd apply new ideas quickly. In business management, the management of knowledge has been touted as the way forward in ensuring the survival and resilience of organizations (Egbu as cited in Mohd Zin & Egbu, 2009). Knowledge management is a critical driver of competitive advantages because it enhances the capacity of organizations to innovate thereby differentiating itself from its competitors.

Martensson (as cited in Omotayo, 2015) considers knowledge management as an important and necessary component for organizations to survive and maintain competitive keenness and so it is necessary for managers and executives to consider knowledge management as a prerequisite for higher productivity and flexibility in both the private and the public sectors.

Knowledge management brings novel, undocumented pragmatic ideas that are different from the cliché or generally known conventions. Knowledge management (KM) is a process that supports and improves business performance. Organizations are realizing that knowledge is a crucial resource for organizations and it should be managed judiciously. Organizations need to harness knowledge not only to stay competitive, but also to become innovative (Gupta, Iyer, & Aronsun, 2018). With a viable knowledge management framework in place, knowledge management enhances the up thrust of novel, genuine, home-made, result-oriented innovative ideas that are amenable with such similar peculiar needs.

The most vital resource for knowledge management is human resource. The people to manage knowledge are the integral core of the knowledge assets of the organization, all other resources will either lie redundant or underused if at all there are competent managers to select and acquire them. Huang et al. (2017) notes that technology is merely a tool. Human factor is the key to effective and efficient knowledge management. Furthermore, according to Omotayo (2015) people are the creators and consumers of knowledge because individuals consume knowledge from various sources on a daily basis. It is therefore pertinent to consider people in knowledge strategy and implementation.

The emergence of digital technologies in searching, selecting, acquiring, processing, and dissemination of information has created avenues for information and knowledge managers to leverage the potentials of information explosion. Information and communication technology (ICT) provides potential means for improving knowledge work productivity, for example, through helping knowledge workers perform certain routine (non-value-adding) tasks faster and equally supporting knowledge-sharing among professionals (Sigala, as cited in Abbass, 2015).

10. Conclusion and Recommendations

Knowledge is a major resource that facilitates change and brings about development if properly managed. It has the potentials of driving economies if put into proper use by policy makers and stakeholders. The private sector which is a major stakeholder in economic development is highly influential in provision of goods, services and the labour that drives the economy towards sustainable development. However, it is essential that the potentials to create an environment that will be conducive for businesses to thrive. Apart from the roles of government in creating an enabling environment for businesses to thrive by investing in human and capital development, the

private sector can create an internal enabling environment that will enhance competitiveness and improve the ease of doing business by ensuring that knowledge, a major factor in a knowledge-driven and knowledge-based economy is well managed among its staff. The benefits of an enabling business environment with a favourable degree of ease of doing business to the economy are enormous.

Despite the potentials of knowledge management, there are several challenges that hinder the full maximization of its potentials in achieving a business-friendly environment for those in the private sector. The following recommendations are hereby put forward in order to address the challenges associated with knowledge management in business organizations:

i. Employment of professionals in knowledge management to drive the knowledge management programmes of the organization. Knowledge management should be seen as an aspect of management that requires the supervision of professionals like other aspects of management such as accounting, sales, marketing and finance.

ii. Proper preparation of a written, flexible and standard policy on knowledge management for the organization. There should be a blueprint for knowledge management processes.

iii. Periodic evaluation of the policy and the progress made from its implementation.

iv. Provision of incentives for staff and units where knowledge management is being meticulously implemented.

v. Attachment of punitive measures to deliberate withholding of knowledge. This would be a Theory Y and Theory X approach. While some individuals would do the right thing by being coerced, others only basic motivation or sometimes, no special motivation at all.

References

{1} Ahmed, H. M. Z., & Mohamed, M. S. (2017). The effect of knowledge management critical factors on knowledge management effectiveness and performance: An empirical research in Egyptian banking sector. The Business and Management Review Journal, 9(2), 201 – 211.

{2} Akinyemi, B. O. (2007). Organizational knowledge management in the new economy in Nigeria. NIM Journal, 43(2), 1 – 20.

{3} Akram, K. & Hilman, H. (2018). Effect of knowledge management activities and dynamic capabilities on employee performance in the banking sector: Empirical Evidencefrom Pakistan Studies in Business and Economics Journal, 13(2), 41 – 60. http://doi.org/10.2478/she-2018-0019

{4} Armstrong, M. (2006). A handbook of HRM practice (8th ed). London: Kogan page limited.

{5} Aygul, K., & Bahtisen, K. (2017). The determination of knowledge application and health beliefs of third and fourth grade nursing students regarding breast self exam. J. Breast Health Journal, 5(13), 10 – 15, doi: 10-5152/tjbh.2016.3207

{6} Cohen, W. A. (2013). The knowledge practice Drucker: to applying the wisdom of the World's management thinker. New York: Amazon Publishing House.

{7} Daft, R. (2012). Organizational theory and design. New York. Cengage Learning: Journal of Knowledge Management, 5(2), 50 – 78.

{8} Davenport, T., & Klahr, S. (1999). Knowledge management and the broader firm: Strategy, Advantage and performance in Liebowitz, J. (ed) knowledge Handbook. Boca Raton, 1(1), 1 – 11.

{9} Davenport, T., & Prusak, L. (2005). Working knowledge: How organizations do what they know. Repeated work by permission. London: Harvard Business School Press.

{10} Drucker, P. F. (1989). The new realities. New York. Harper and Row.

{11} Epetimehin, F. M., & Ekundayo, O. (2011). Organizational knowledge management: survival strategy for Nigerian insurance industry. Interdisciplinary Review of Economics and Management, 1(2), 9 – 15.

{12} Grey, D., & Newman, B. D. (2002).The knowledge management forum. http://www. Kn-forum.org/whatishtn (Accessed 2007 June 18).

{13} Hayat, A., & Riat, S. (2011). Analysis of knowledge management in the public sector of Pakistan. European Journal of Social Sciences, 19(3), 471 – 478.

{14} Holsapple, C. W., & Wu, J. (2011). An elusive antecedent of superior firm performance. The knowledge management factors. Decision Support Systems. 52(1), 271-283.

{14} Ibrahim, N., & Reig, H. (2019). What is the value of knowledge practice? Electronic Journal on Knowledge Management, 1(2), 103 – 112.

{15} Nonaka, I., & Takeuchi, P. (1995). The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press.

{16} Nonaka, I. (1991). The knowledge creating company. New York University Press.

SOCIO-ECONOMIC DETERMINANTS OF THE ECOLOGICAL FOOTPRINT IN DEVELOPING AND DEVELOPED ECONOMIES

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 ecological footprint, defined as a measure of the biologically productive land and water required to produce the resources necessary for consumption and to absorb the generated waste, has been a very debated topic during the last 20 years. Researchers concluded that developed and emerging economies have higher per-capita footprints than the less developed countries. Therefore, the purpose of the present paper is to analyze the socio-economic factors that are mainly influencing the ecological footprint in developing versus developed economies. Staring from this purpose, our research hypothesis was that, according to Kuznets curve, the ecological footprint first increases with economic growth and then declines after a certain income threshold. Our results reveal several important patterns. First of all, we found that GDP per capita is positively associated with the ecological footprint in both developing and developed economies, but the magnitude of the effect diminishes at higher income levels. Secondly, urbanization is strongly positively correlated with the ecological footprint across all income levels, reflecting that higher urban population shares tend to increase the resource consumption and the environmental pressure. Thirdly, industrialization and foreign direct investment contribute more to footprint growth in developing countries than in developed ones, while renewable energy mitigates the ecological footprint especially in high-income countries.

Keywords: ecological footprint, developing countries, developed economies

INCONSISTENCIES IN SHARIA INTERPRETATION AND ITS IMPACT ON ISLAMIC FINANCIAL PRACTICES IN INDONESIA

Rofıatun Fitriani[1]
[1] K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Pekalongan Islamic Banking[1]
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-4087-225X
rofiatunfitriani100@gmail.com
Roikhatul Jannah[2]
[2]K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Pekalongan Islamic Banking[2]
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-2365-0057
ikhaajannah974@gmail.com
Sadira Rima'u Nadilla[3]
[2]K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Pekalongan Islamic Banking[2]
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-7337-7082
rmsadira@gmail.com

ABSTRACT

The development of Islamic finance in Indonesia has grown rapidly, supported by rising public awareness of sharia-compliant financial practices and the expansion of Islamic financial institutions. However, this progress is often challenged by inconsistencies in sharia interpretation, particularly among different fatwa-issuing bodies, scholars, and institutional sharia boards. These inconsistencies lead to ambiguity in product structuring, regulatory gaps, and varying levels of public trust. This study aims to examine the forms, causes, and implications of inconsistent sharia interpretations and analyze their impact on the implementation and credibility of Islamic financial practices in Indonesia. This research employed a qualitative approach using descriptive and comparative analysis. Data were collected through document reviews of fatwa, regulatory guidelines, institutional reports, and academic literature, combined with expert interviews involving sharia scholars, regulators, and practitioners in the Islamic finance industry. The analytical framework focused on identifying patterns of interpretive divergence and assessing their institutional and market consequences. The findings reveal that inconsistencies in sharia interpretation primarily occur in areas related to contract structuring (akad), profit-sharing mechanisms, the permissibility of modern financial instruments, and risk-mitigation practices. These inconsistencies arise from methodological differences in fiqh reasoning, variation in institutional standards, and the absence of a unified national sharia interpretation framework. The study also finds that such inconsistencies create operational challenges for financial institutions, reduce product standardization, and contribute to declining investor and consumer confidence. The divergence in sharia interpretation has significant implications for the sustainability of Islamic finance in Indonesia. While interpretive flexibility allows innovation, excessive inconsistency generates regulatory uncertainty, product

fragmentation, and public confusion. Strengthening coordination between sharia authorities, enhancing the role of national standard-setting institutions, and promoting unified interpretive guidelines are essential steps toward ensuring coherence and improving market trust. The study concludes that addressing interpretive inconsistencies is crucial for maintaining the integrity, credibility, and long-term growth of Islamic financial practices in Indonesia.

Keywords : *Sharia interpretation inconsistency, Islamic finance, sharia compliance, financial governance; Islamic financial institutions.*

POLICY INNOVATION AND NATIONAL STRATEGIES TOWARDS SUSTAINABLE GLOBAL COMPETITIVENESS

Rifqa Rosyita Ammaliah[1]
[1]State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Economics and Islamic Business, Pekalongan, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-8670-7510
rifqa.rosyita.ammaliah@mhs.uingudsur.ac.id
Putri Maulida Yani[2]
[2]State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Economics and Islamic Business, Pekalongan, Indonesia
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-2656-0782 , putri.maulida.yani@mhs.uingusdur.ac.id
Nayla Ifa Safitri[3]
[3]State Islamic University K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Economics and Islamic Business, Pekalongan, Indonesia
[3] ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-0517-1391, nayla.ifa.safitri@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study discusses how policy innovation and national strategies can promote Indonesia's sustainable global competitiveness. In the era of globalization and digital transformation, competition between countries depends not only on natural resources, but also on the government's ability to create adaptive, innovative policies that support long-term development. The purpose of this study is to analyze forms of policy innovation and effective national strategies in strengthening Indonesia's position in the global market through a sustainable economic approach, improving the quality of human resources, and strengthening the creative industry sector. This research uses a qualitative descriptive method with a literature study approach. Data was obtained from government reports, academic research results, and international publications related to economic policy and national innovation. The analysis was conducted thematically to identify policy patterns that contribute to increasing global competitiveness, with an emphasis on sustainability, technological innovation, and cross-sector collaboration. Research shows that policy innovations in education, green industry, and economic digitalization have a positive impact on improving national competitiveness. Government policies focused on Research and Development (R&D), digital transformation of MSMEs, and sustainable investment incentives have proven to strengthen national economic performance and attract global investors.

Targeted policy innovations and national strategies are key to achieving sustainable global competitiveness. The government needs to continue to encourage synergy between the public, private, and academic sectors to create a productive and environmentally friendly innovative ecosystem. With a sustainable and inclusive approach, Indonesia has the potential to become one of the competitive economic powers at the global level.

Keywords: Policy innovation, National strategy, Global competitiveness, Sustainable development, Green economy.

THE INTERRELATIONSHIP BETWEEN DEMAND, SUPPLY, AND MARKET PRICES IN THE DIGITAL ERA

Nabila Meca Asri[1]
[1]K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-3184-1828
Nabila.meca.asri@mhs.uingusdur.ac.id
Nabila Suci Rahmadani[2]
[2]K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia
2 ORCID ID: https://orcid.org/Telepon:0009-0000-2283-8769
Nabila.suci.rahmadani@mhs.uingusdur.ac.id
Arina Manasikana[3]
[3]K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia
1ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-9784-4033
Arina.manasikana23040@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

The digital era has significantly reshaped the dynamics of demand, supply, and market prices by introducing new technological advancements and transforming consumer behavior. This study examines the interrelationship among these three core economic variables within digital marketplaces, where real-time information, advanced data analytics, and algorithm-driven platforms accelerate market interactions. Digital platforms enable consumers to access a wide range of products, compare prices instantly, and influence demand patterns more rapidly than in traditional markets. On the supply side, producers can adjust inventory, optimize distribution, and respond to market fluctuations through digital tools such as automated systems, online sales channels, and predictive analytics. As a result, market prices in the digital era tend to be more flexible and responsive to changes in demand and supply, often shaped by algorithmic pricing, online competition, and increased market transparency. However, this environment also presents challenges, including price volatility, information asymmetry driven by platform algorithms, and the risk of market power concentration among large digital firms. This study concludes that the digital era not only intensifies the interdependence between demand, supply, and prices but also creates a more dynamic and competitive market landscape. Understanding these relationships is essential for businesses, policymakers, and consumers in navigating digital-based economic activities effectively.

Keywords: Demand, Supply, Market Price, Digital Era, Digital Marketplace, Consumer Behavior, Algorithmic Pricing

BƏDİİLİK LİNQİVİSTİKASI: XALQ BƏDİİ DİLİNİN PSİXOLİNQİVİSTİK İFADƏ MƏNBƏYİ

Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ
ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr
Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri
Nobel Prıze & Indıa- Birliyinin Yönətici üzvü, Qlobal Yazarlar Akademiyası, Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü
Naxçıvan Dövlet Üniversiteti, Tarix-Filologiya Bölümü; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-Azərbaycan Dili və Ədəbiyyat Kafedrası, Bütöv Azerbaycan

ÖZƏT

İnsan daxilən xüsusi yaradıcılıq imkanlarına malikdir və insanda yaradıcılıq psixologiyasını aşkara çıxaran zəruri amillər vardır; burada insanın təxəyyül, duyum, təfəkkür psixologiyaları aparıcı rol oynayır.

Genetik baxımdan, insanın içində onun özünə yaxın olan bir sıra hissi və əqli psixoloji kateqoriyalar yaşayır: xəyal, duyğu, təxəyyül, təsəvvür, düşüncə və sairə, bütövlükdə, onun (insanın) daxili dünyasının yaradıcı səsləridir və bu səslərin hər birinin özünəxas rolu və vəzifəsi vardır: birinci növbədə, bu daxili səs kateqoriyaları dilin psixolinqivistik, fonolinqivistik və leksik-semantik linqivistikasını, sintaktik linqivistikanın, üslubi linqivistikanın yaradıcı və hərəkətverici vahidləridir.

Dil-- insanda özü-özlüyündə baş verən törəmə psixologiyasıdır: o, ilk yaranma nöqtəsindən başlayıb, sonra o nöqtələr artıb, artıb və Böyük Kainatın zərrələrinə, ulduzlarına bənzər bir dərinliklə genişlənib. İnsanın milli psixologiyasına daxil olan birinci varlıq-onun dilidir. Və bu psixologiya insanın dil varlığına xas olan əlamətlərin daxilində qərar tutub. Çünki insan bir varlıq kimi, konkret psixoloji əlamət-nişanlara malik olmuş, bu əlamətləri özü yaratmış, bu əlamətlər daxilində o özünü ifadə etmiş, genetik psixologiya baxımından, özünü formalaşdırımş və beləliklə, bu iç strukturda özünü anlamış və anlada bilmişdir.

Xalq dili dilçilik elminin birinci mənbəyi-materialıdır: burada dilçiliyin, dil semantikasının, ümummilli dil psixologiyasının bütün linqivistik hissəcikləri və tərkibləri yaşayır.

İnsan daxilən xüsusi yaradıcılıq imkanlarına malikdir və insanda yaradıcılıq psixologiyasını aşkara çıxaran mühüm-zəruri amillər vardır; burada insanın təxəyyül, duyum, təfəkkür psixologiyaları aparıcı rol oynayır.

Ümumiyyətlə, insanın içində onun özünə yaxın olan bir sıra hissi və əqli psixoloji kateqoriyalar yaşayır: xəyal, duyğu, təxəyyül, təsəvvür, düşüncə və s. bütövlükdə, onun (insanın) daxili dünyasının yaradıcı səsləridir və bu səslərin hər birinin özünəxas rolu və vəzifəsi vardır: birinci növbədə bu daxili səs kateqoriyaları dilin psixolinqivistik, fonolinqivistik və leksik-semantik linqivistikanın, sintaktik linqivistikanın, üslubi linqivistikanın yaradıcı və hərəkətveriji vahidləridir.

İnsan öz səsinə bağlıdır; insan həm də öz sözünün psixologiyası içərisində yaşayır.

Söz də səsə bağlıdır.

Səsdən söz törədiyi kimi, sözdən də söz birləşməsi (bağlılığı), cümlə yaranıb.

Bütövlükdə, bunlar hamısı məna və fikirdə yekunlaşır.

İnsan öz səsinə bağlıdır; insan həm də öz sözünün psixologiyası içərisində yaşayır.

İnsan söz və səsə bağlıdır.

Səsdən söz törədiyi kimi, sözdən də söz birləşməsi (bağlılığı), cümlə yaranıb.

Bütövlükdə, bunlar hamısı məna və fikirdə yekunlaşır.

AÇAR SÖZLƏR: Xalq bədii dili; İlkin və törəmə sözlər; folklor lirizmi

ARTISTIC LINGUISTICS: PSYCHOLINGUISTIC SOURCE OF EXPRESSION OF FOLK ARTISTIC LANGUAGE

ABSTRACT

A person has special creative potentials within himself and there are necessary factors that reveal the psychology of creativity in a person; here the psychologies of imagination, sensation, and thinking of a person play a leading role.

From a genetic point of view, a number of sensory and mental psychological categories close to him live within a person: dream, feeling, imagination, imagination, thought, etc. are the creative sounds of his (person's) inner world as a whole, and each of these sounds has its own role and task: first of all, these internal sound categories are the creative and motivating units of psycholinguistic, phonolinguistic, and lexical-semantic linguistics of the language, syntactic linguistics, and stylistic linguistics.

Language is a derivative psychology that occurs in man by itself: it started from the first point of creation, then those points grew and grew and expanded with a depth similar to the particles and stars of the Great Universe. The first entity that enters the national psychology of man is his language. And this psychology is located within the signs inherent in the linguistic being of man. Because man, as a being, has specific psychological signs and marks, has created these signs himself, has expressed himself within these signs, has formed himself in terms of genetic psychology, and thus, has understood and been able to understand himself in this internal structure.

The vernacular is the first source-material of the science of linguistics: all linguistic particles and components of linguistics, language semantics, and national language psychology live here.

Man has special creative possibilities within himself and there are important and necessary factors that reveal the psychology of creativity in man; here the psychologies of man's imagination, sensation, and thinking play a leading role.

In general, a number of sensory and mental psychological categories close to him live inside a person: dream, emotion, imagination, representation, thought, etc. are the creative sounds of his (person's) inner world as a whole, and each of these sounds has its own role and task: first of all, these internal sound categories are the creative and driving units of psycholinguistic, phonolinguistic and lexical-semantic linguistics of the language, syntactic linguistics, stylistic linguistics.

A person is connected to his voice; a person also lives within the psychology of his word.

The word is also connected to the sound.

Just as a word is created from a sound, a word combination (connection) and a sentence are created from a word.

In general, all of this is summed up in meaning and thought.

A person is connected to his voice; a person also lives within the psychology of his word.

A person is connected to the word and the sound.

Just as words are formed from sounds, so word combinations (connections), sentences are formed from words.

In general, all of these are summed up in meaning and thought.

KEYWORDS: Folk artistic language; Primary and derivative words; folklore lyricism

GİRİŞ

Yaxud: Məsələyə nəzəriyyə kateqoriyasından yanaşma tərzindən təhlil

İlk nəfəsindən başlayaraq, insan öz bədii-poetik zövqü içərisində yaşayıb və bu zövq içərisində o, ilkin olaraq, öz səsini ifadə edib və səslə sələyib, səsləndirib. Belə ki, insan əvvəl avaz qurub, sonra o avaza uyğun sözləri söyləyib.

Bu mənada, başlanğıcdan ta ömür boyu insan özünü hikmət, bədiilik və elmi baxımdan ifadə etmək özəlliklərinə malikdir. Çünki İnsan daxilən xüsusi yaradıcılıq imkanlarına malikdir və insanda yaradıcılıq psixologiyasını aşkara çıxaran zəruri amillər vardır; burada insanın təxəyyül, duyum, təfəkkür psixologiyaları aparıcı rol oynayır. Bütün bunlar insanın daxili zənginliyinin ifadəsidir. Və insanın dilində bədiilik səpkiləri daha çoxdur. Çünki insan bədiilik duyğusu və xəyalları ilə zəngin aləmə malikdir.

Belə deyək ki, Genetik baxımdan, insanın içində onun özünə yaxın olan bir sıra hissi və əqli psixoloji kateqoriyalar yaşayır. Bunlar hansılardır? Məsələn: arzu istək, təsirlənmək, vəcdə gəlməj, heyrətdə olmaq, xəyal, duyğu, təxəyyül, təsəvvür, düşüncə və sairə hallar bütövlükdə, onun (insanın) daxili dünyasının yaradıcı səsləri və sözləridir və bu səslərin və sözlərin hər birinin özünəxas rolu və vəzifəsi vardır: birinci növbədə, fikir və düüşüncələri ifadə edir. Bbu daxili səs və söz kateqoriyaları dilin psixolinqivistik, fonolinqivistik və leksik-semantik linqivistikasının, sintaktik linqivistikanın, üslubi linqivistikanın yaradıcı və hərəkətverici vahidləridir.

Burada belə bir nəzəriyyə atributlarını da ayrıca qed edə bilərik. Məsələn, Dil-- insanda özü-özlüyündə baş verən törəmə psixologiyasıdır: o, ilk yaranma nöqtəsindən başlayıb, sonra o nöqtələr artıb, artıb və Böyük Kainatın zərrələrinə, ulduzlarına bənzər bir dərinliklə genişlənib. Beləliklə, insan özünü aanlaya bilir və başqalarına da anladır. Və İnsanın milli psixologiyasına daxil olan birinci varlıq vahidləri: onun ağlı, təfəkkürü, nitqi və bunların təzahürü olaraq yaranan-onun dilidir. Və bu psixologiya insanın dil varlığına xas olan əlamətlərin daxilində qərar tutub. Çünki insan bir varlıq kimi, konkret psixoloji əlamət-nişanlara malik olmuş,

bu əlamətləri özü yaratmış, bu əlamətlər daxilində o özünü ifadə etmiş, genetik psixologiya baxımından, özünü formalaşdırımş və beləliklə, bu iç strukturda özünü anlamış və anlada bilmişdir.

Xalq dili dilçilik elminin birinci mənbəyi-materialıdır: burada dilçiliyin, dil semantikasının, ümummilli dil psixologiyasının bütün linqivistik hissəcikləri və tərkibləri yaşayır.

İnsan daxilən xüsusi yaradıcılıq imkanlarına malikdir və insanda yaradıcılıq psixologiyasını aşkara çıxaran mühüm-zəruri amillər vardır; burada insanın təxəyyül, duyum, təfəkkür psixologiyaları aparıcı rol oynayır.

Ümumiyyətlə, insanın içində onun özünə yaxın olan bir sıra hissi və əqli psixoloji kateqoriyalar yaşayır: xəyal, duyğu, təxəyyül, təsəvvür, düşüncə və s. bütövlükdə, onun (insanın) daxili dünyasının yaradıcı səsləridir və bu səslərin hər birinin özünəxas rolu və vəzifəsi vardır: birinci növbədə bu daxili səs kateqoriyaları dilin psixolinqivistik, fonolinqivistik və leksik-semantik linqivistikanın, sintaktik linqivistikanın, üslubi linqivistikanın yaradıcı və hərəkətveriji vahidləridir.

İnsan öz səsinə bağlıdır; insan həm də öz sözünün psixologiyası içərisində yaşayır.

Söz də səsə bağlıdır.

Səsdən söz törədiyi kimi, sözdən də söz birləşməsi (bağlılığı), cümlə yaranıb.

Bütövlükdə, bunlar hamısı məna və fikirdə yekunlaşır.

İnsan öz səsinə bağlıdır; insan həm də öz sözünün psixologiyası içərisində yaşayır.

İnsan söz və səsə bağlıdır.

Səsdən söz törədiyi kimi, sözdən də söz birləşməsi (bağlılığı), cümlə yaranıb.

Bütövlükdə, bunlar hamısı məna və fikirdə yekunlaşır.

I. İFADƏ VƏ PSİXOLİNQİVİSTİK TƏRZİNƏ GÖRƏ, FOLKLOR- DİLDİR

Bu mənada, folklor həm də dil elmidir: Folklor dili- poetikalı dildir; poetikalı olma onun bədiilik lirizminə və cazibədar ifadə icazına aiddirş. Folklor dilinin onun ifadə etdiyi nələr varsa, hamısı insanın səsinin səsi, sözünün sözü, avazının avazı və mənada məna, düşüncədə düşüncə hikmətidir. Burada müdrikanə nəqetmə və avazlı-ahəngli-nəöməli ifadə poetizmi var. Bütün nəğmələr və avazlı söyləmələr ritmikdir: bu, bəstələnmiş musiqi-muğam həzinliyilə söyləmli dildir. insanın daxili səsinin və sözünün və düşüncəsinin avazıdır.

Hər bir söz öz ilkinə bağlıdır: sözün ilkini-onu törədən amil-səs olub və bütün avaz və ritmlər bu səslə nizam tapıb, bu səs vasitəsilə öz ilkin linqivistik tərkiblərini formalaşdırıb.

Xalq öz dilini yaratdığı kimi dil də xalqın ədəbiyyatını-folklorunu yaradıb.

Folklorun özünəxas linqivistik poetikası vardır. Folklor linqivistikası öz poetikasın, yaranma psixologiyasına və bədii ifadə xüsusiyyətlərinə görə qədimdən də qədimdir.

Xalq bədii dili dilçilik elminin birinji mənbəyi-materialıdır: burada dilçiliyin, dil semantikasının, ümummilli dil psixologiyasının bütün linqivistik hissəcikləri və tərkibləri yaşayır.

İnsan daxilən xüsusi yaradıjılıq imkanlarına malikdir və insanda yaradıjılıq psixologiyasını aşkara çıxaran zəruri amillər vardır; burada insanın təxəyyül, duyum, təfəkkür psixologiyaları aparıjı rol oynayır.

Ümumiyyətlə insanın içində onun özünə yaxın olan bir sıra hissi və əqli psixoloci kateqoriyalar yaşayır: xəyal, duyğu, təxəyyül, təsəvvür, düşünjə və s. bütövlükdə onun (insanın) daxili dünyasının yaradıjı səsləridir və bu səslərin hər birinin özünəxas rolu və vəzifəsi vardır: birinji növbədə, bu daxili səs kateqoriyaları dilin psixolinqivistik, fonolinqivistik və leksik-semantik linqivistikasını, sintaktik linqivistikanın, üslubi linqivistikanın yaradıjı və hərəkətveriji vahidləridir.

İnsan öz səsinə bağlıdır; insan həm də öz sözünü psixologiyası içərisində yaşayır.

İnsan söz və səsə bağlıdır.

Səsdən söz törədiyi kimi, sözdən də söz birləşməsi (bağlılığı), cümlə yaranıb.

Bütövlükdə bunlar hamısı məna və fikirdə yekunlaşır.

XALQ BƏDİİ DİLİNDƏ SƏSİN VƏ SÖZÜN VƏ MƏNANIN TÖRƏMƏ VƏ TÖRƏTMƏ FUNKSİYALARI

1. **XALQ BƏDİİ DİLİNİN PSİXOLİNQİVİSTİK İFADƏ MƏNBƏYİ, yaxud: «Xalqın dili-onun ruhu, xalqın ruhu-onun dilidir».**

Xalq bədii dilində bədii linqivistikanın –bədiiliyin ilkin mənbəyi folklordur; bu mənada «hər bir folklor canrına daxil olan örnəklərin məxsusi jizgiləri vardır.

Milliyyətindən asılı olmayaraq, xalq ədəbiyyatı hər bir xalqın milli-mənəvi, mədəni, əxlaqi dünyasının ifadəsi, ağıl, idrak tarixidir. Və xalq ədəbiyyatı, hər şeydən əvvəl, xalqın dil tarixidir. Yazıçı, ədəbiyyatşünas alim Yusif Vəzir Çəmənzəminli təsadüfi olaraq deməmişdir: **“hər söz bir tarix yuvasıdır (Y.V.Çəmənzəminli Əs. III c. s.7).**

Məhşur alman alimi Humbolt «dili xalqın xarakterini ifadə edən hadisələrdən biri hesab edir. Bununla yanaşı, xalqın mənəvi xüsusiyyətləri dillərin milli xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirir» **(Ə.Rəcəbov. dilçilik tarixi. B.: 1987, s.135).**

Bütün bunlar xalqın psixologiyasına aid olan məsələlərdir: xalqın xarakteri, daxili aləmi, mənəvi-əxlaqi keyfiyyətləri onun psixologiyasına aid olan bədii-poetik, bədii-fəlsəfi, bədii-linqivistik dili ilə ifadə edilmişdir. Beləliklə, xalq bədii dili onun yaradıjılıq psixologiyasının ifadəsidir. Xalqın yaratdığı bədii mətnlər dil poetikasına-linqivistika sisteminə aid olan ilkin qrammatik, leksik-semantik, sintaktik-üslubi qanun-qaydaların təsbitini əsaslandıran dil mənbəyidir. Yeri gəlmişkən qeyd edək ki, dilçilik bədii mənbələri öyrənmək, **izah**

etmək, aydınlaşdırmaq metodikası, **üslubu** əsasında yaranmışdır: bu klassik dilçiliyin təkamül və formalaşma poetikasıdır; məsələn, Ə.Rəcəbovun söylədiyi kimi "hindlilərdə veda dilinin, yunanlarda klassik şeirlərin dilinin izahı dilçiliyin yaranmasına təkan verdiyi kimi, "Qurani-Kərim" dilinin izahı da ərəb dilçiliyinin yaranmasına səbəb oldu" **(«Dilçilik tarixi»: səh.34).**

Eyni zamanda bu, bütün islm dövlətlərinin də dilçilik elmini formalaşdırdı. Bütün Avropa alimləri də bu təhlil linqivistik funksiyalarında alim oldular.

Xalq danışıq dili ilkin dildir. Bu ilkinlikdə əsas yamil gözəl ifdəetmək istəyinə və tələblərinə bağlı olub. Bu baxımdan belə deyək ki, folklor dili- izahetmədən əvvəlki dildir və bu dil izahetmə üçün imkan yaratdı. Folklor dili emosional, musiqili, canlı və əhatəli-ifadə dilidir. Burada bədii ifadələr, cümləlıər- tipinə görə obrazlı, məntiqli dildir: bu ifadə dilində bütün ölçü-biçilər, qrammatik, leksik, sintaktik qaydalar vardır. Və bu qaydalar daxilind onun bəddiilik sirləri və ifadə sehrləri vardır.

İnsanda, ilkin mənşədən başlayaraq, iki psixoloji varlıq-mənsubluq mövcuddur:

birincisi-hissi-psixoloji varlıq-mənsubluq;

ikincisi, əqli-psixoloji varlıq-mənsubluq.

Hər ikisi birlikdə insanın duyğu və düşüncəsinin psixologiyasını əks etdirir.

Milli və əxlaqi dil psixologiyaları ayrı-ayrı fərdlərin psixoloji təsəvvür və idrakları, duyğu və təsəvvürləri əsasında formalaşıb. Duyğu və təsəvvürlər, təsəvvür və düşüncə (təfəkkür) bir-birlərini qidalandıran və ümumilikdə, xalq dilinin bədii ifadə xüsusiyyətlərini zənginləşdirən atributlardır və hər bir psixoloci atribut dil baxımından insanın əqli və ruhi, mənəvi, iradi düşünjəsinə nizam vermə funksiyası daşıyır. Bu atributlar bütövlükdə linqivistika struktrunun-poetikasının daxili məxrəjini formalaşdırır.

Təsadüfi deyildir ki, XIX əsr dilçilik tarixində "xalqlar psixologiyası" adlı elmi konsepsiya, nəzəriyyə yaranmışdır. Bu konseptual nəzəriyyənin yaranmasında alman alimi B.Humboltun **(1767-1835)** fikri və şərhləri xüsusi rol oynamışdır. Dilşünas alim Ə.Ə.Rəcəbov "Dilçilik tarixi" **(Bakı, 1982)** adlı fundomental monoqrafiyasına dilin mahiyyətindən, dilin təkamülündən, dilə münasibətdə psixologizm məsələlərindən, ümumdünya dilçiliyinin tədqiqi, öyrənilməsi problemlərindən bəhs edərkən B.Humboltun yeni fikirlərinin izahına və **xalq psixologiyası konsepsiyasından yanaşır.** Tədqiqatçı belə bir konsepsiyanı aydınlaşdırır ki, Humboltun fikrincə, dilin mahiyyətini o zaman başa düşmək olar ki, dili "Xalq ruhunun" formalaşması ilə əlaqədar götürəsən... Dil xalq ruhunun sanki xariji təzahürüdür, **xalqın dili onun ruhudur** və xalqın ruhu onun dilidir. Bundan daha çox eynilik təşkil edən bir şey təsəvvür etmək çətindir**. (Ə.Ə.Rəcəbov, səh.134).**

Hər iki psixologiya tipi-hissi psixologiya ilə əqli psixologiya bir-birini tamamlayır.

İnsanın nitqi (dili) onun hissi və əqli psixologiyasının əlamətidir; məsələn; insan görmüş, duymuş, hiss etmiş, anlamağa çalışmış, təsəvvür etdiyini, gördüyünü öz hissi və əqli «ölçüləri» daxilindən yozmuş, nizamlamış, dilə gətirmiş, ifadə etmiş və ona münasibət bildirmişdir: bütün bunlar onda yaradıjılıq prosesini formalaşdırmışdır. Folklor-xalq yaradıjılığı da bu fonotiki-fonoloci, leksik, morfoloci, sintaktik və üslubi proseslərin əlamətləri kimi meydana gəlmişdir.

Yusif Vəzir Çəmənzəminli "Xalq ədəbiyyatının təhlili" **(1929)** məqaləsində də yazırdı: "Tarix və məişət işləri atalar sözlərində, bayatılarda, tapmajalarda, vəsfi-hallarda daha çoxdur. Bunlarda yenə müəyyən bir fikir zaman və məkana bağlanmış, hər kəs öz mühitinə görə uydurmuşdur" **(Y.V.Çəmənzəminli. əsərləri, 3 cilddə, III cild, B... səh 73).**

2. PSİXOLOGİZM VƏ BƏDİİLİK CƏHƏTDƏN RİTMİK İFADƏ ETMƏK-RUHUN MƏHSULUDUR.

İnsanın ruhu özündən əvvəl yaranıb. Psixoloci proseslər də ruhun daxili sirlərinin təzahürləridir. İnsanda gözlə görünənlərdən əvvəl, görünməyən əlamətlər var: həmin görünməyən əlamətlər insanın psixoloci ifadəsində təkan, hərəkət, fəaliyyət rolunu oynayır. «Psixi» sözü **(yunanca «psyuxe»)** insanın ruhu, «ruhi-aləmi» **(Ümumi psixologiya, 1982, səh 5)** mənasını ifadə edir.

İnsanın daxili aləmində müxtəlif növ psixoloci əlamət-nişanlar, psixoloci xassələr, psixoloci hadisələr vardır ki, ümumilikdə onlar ifadə psixologiyasına-dilin psixologiyasına aiddir.

Bu məntiqlə danışsaq, qeyd etməliyik ki, dil özü psixologiya «aktı» olmaqla bərabər, insanın psixologiyasında «xüsusi hadisə»dir. İbtidai təxəyyül və təsəvvürdə belə bir ümumi səjiyyə-qənaət vardır ki, «insanın ruhu onun bənzəridir» **(Ümumi psixologiya, səh. 8).**

Bu mənada, deyə bilərik ki, insanın dili onun psixologiyasının bənzəridir və «insanın dilinin altında gizlənibdir, danışanda görünər» **(Əli İbn Əbitalib ə.).**

İnsanda əvvəl psixoloci aləm yaranıb, sonra səs, söz, dil (nitq) aləmi. Başqa jür desək: insanın dərin və nəhayətsiz psixoloci təxəyyül və təsəvvürə malik bir dünyaya sahibdir.

Təxəyyül insanın psixoloci vəziyyətini özü ilə aparır; bu zaman insan öz gerçək və yarımgerçək aləmlərinin dərinliklərinə yol alıb gedir və ona qovuşur. İnsan gördüyündən çox, təxəyyülündə qaynayıb-joşan əlamətlərdən özünü nizamlamağa çalışır. Bu əlamətlər insanın daxilinə xas olan gizlinləri zahirə çıxaran psixologiya nişanələridir. Bu nişanələrin ən əsası onun dilidir...

Xalq dili dilçilik elminin birinci mənbəyi-materialıdır: burada dilçiliyin, dil semantikasının, ümummilli dil psixologiyasının bütün linqivistik hissəcikləri və tərkibləri yaşayır.

İnsan daxilən xüsusi yaradıjılıq imkanlarına malikdir və insanda yaradıjılıq psixologiyasını aşkara çıxaran mühüm-zəruri amillər vardır; burada insanın təxəyyül, duyum, təfəkkür psixologiyaları aparıjı rol oynayır.

Ümumiyyətlə, insanın içində onun özünə yaxın olan bir sıra hissi və əqli psixoloci kateqoriyalar yaşayır: xəyal, duyğu, təxəyyül, təsəvvür, düşünjə və s. bütövlükdə onun (insanın) daxili dünyasının yaradıjı səsləridir və bu səslərin hər birinin özünəxas rolu və vəzifəsi vardır: birinji növbədə bu daxili səs kateqoriyaları dilin psixolinqivistik, fonolinqivistik və leksik-semantik linqivistikanın, sintaktik linqivistikanın, üslubi linqivistikanın yaradıjı və hərəkətveriji vahidləridir.

İnsan öz səsinə bağlıdır; insan həm də öz sözünün psixologiyası içərisində yaşayır.

Söz də səsə bağlıdır.

Səsdən söz törətdiyi kimi, sözdən də söz birləşməsi (bağlılığı), cümlə yaranıb.

Bütövlükdə bunlar hamısı məna və fikirdə yekunlaşır.

II. XALQ BƏDİİ DİLİNDƏ SƏSİN TÖRƏMƏ VƏ TÖRƏTMƏ FUNKSİYASI.

Xalq bədii dilinin linqivistikasında səs və söz ən yeganə, mühüm faktordur. Səs öz məxrəcinə malik işarə tipidir; səsdən sözə linqivistik bir bağlantı vardır.linqivistik tərkib baxımından birinji ilkin vahid səsdirsə, ikinci ilkin vahid-sözdür. Səs də, söz də öz tərkiblərinə görə bölünməz vahidlərdir. Səs öz tərkib funksiyasına görə həm ilkin, həm də törəmə səjiyyəsinə malikdir. Bu səciyyəyə görə səs öz-özlüyündə bir məna işarəsini bildirmir; səs səsə qoşulur, özü-özünü törədir və törəmədən söz əmələ gəlir. Səsin törəmə funksiyası psixoloji linqivistik baxımdan sözü yaradır.

Bütün Funklisaların başlanğıcı səsdir. Belə deyək ki, *"Səs-nüvədir, dilin və nitqin ifadə nüvəsi; bu nüvənin içərisində nə qədər nüvələr var: bu nüvələrin hər birində ayrıca bir səs var—bu mənada səslərin hər biri öz nüvəsində olur (Əzimli Ə.T. Səsin təbiəti,II c. Səh.9)*

Söz öz ilkinə bağlıdır; onun iki ilkini var-birinjisi səsdirsə, ikincisi məna və üslub təqtidir.

Söz səsdən başqa, həm də özünü ifadə edir; səsə görə söz yenidən və söz öz ifadə funksiyası kontekstində mənanı yaradır; bu aspektdə isə sözə görə məna yenidir.

Səs özündən, söz-səsdən, məna sözdən törəyir. Bu vahidlərin hər biri istər səs və söz, istərsə də məna bir-birinə bağlıdır. Səs sözlə can tapar, söz məna ilə.

Xalq bədii dili linqivistikasında ilkin, törəmə və təzələnmə psixologiyasına görə, hər qoşqu-düzgü, nəğmə-bayatı fonoloci, söz və məna tərkiblərinə görə konkret poetika sintaksisinə-ifadə və məna bağlılıqlarına malikdir.

Bir düzgü-nəğmədəki, bayatıdakı törəmə və yeniləşmə poetikasına diqqət yetirək.

Yelli babam,

Yel babam!

Telli babam,

Tel babam!

Təknədə qaldı aşım,

Yatdı dəyirman daşım.

Elim-günüm batdı, gəl,

Çərpələngim yatdı, gəl!

Yelli babam,

Yel babam!

Telli babam,

Tel babam!

(Folklor antologiyası, səh.85-86)

Bu düzgü səsli, avazlı bir qoşqudur, nəğmədir-istək, sevgi, arzu bildirir; eyni zamanda burada bir sıxıntı, tələş avazı var. Bu bir bayatıdır-haraya, imdada çağırış laylasıdır. Sözsüz ki, burada bütün ritm-avazlar səslər üzərində qurulub; bu səslər adi səslər deyil, içdən gələn, iç psixologiyadan qaynayan bir axın-səs selidir. Buradakı səslərin sayı-hesabı yoxdur. Bu tip qoşqu və düzgülərdə özü-özündə törəmə və yeniləşmə psixologiyası var.

Səs nədir və nəyi ifadə edir?. Səs- hərəkətdir: dilin, nitqin hərəkəti. "Folklor cilası: poetik hərəkət`("Məktəb", Naxçıvan 2008) kitabımızın ilk səhifəsində qeyd etdiyimiz kimi: dünya -aləm səslərdən və kəlimələrdən ibarətdir: Yerin Yer səsləri var, Göyün göy səsləri var, İnsanın da insan səsləri"(Əzimli Ə.T. Səsin təbiəti. Əs. II c. səh. 3).

Səs-özündə səs bu psixologiyada bütün fonolinqivistik vəzifələri yerinə yetirir.

Yuxarıdakı bayatı-nəğmədə bədii linqivistik məzmun-məsələn səslərin hamısı, bir sözün (Yel söz-adının) səslərinə bağlıdır. İkinji bağlı vahid sözdür-söz törəməsidir.

Hər şeydən əvvəl, bu misralarda səs ritmləri var; səs səsin işığına qoşulub gedir, nejə ki, yağış damjıları birləşib axar əmələ gətirir, nejə ki, bulaqların axarı birləşib çay əmələ gətirir, «buradakı səs damlaları» bir-birinin üstünə gələrək, axar səs yaradır, səs axarları isə öz kökündə söz, tərkində məkan tapır.

Birinci parça səsjə, ritmcə bütövdür, o qədər ritmli və ahənglidir ki, özündə bitkin bir təfilə-ölçü, bölgü, təqd saxlayır:

Yelli babam,

Yel babam!

Telli babam,

Tel babam!

Bu bir oxşama, əzizləmədir, mürajiət forması kimi özündə fonolinqivistik poetika ifadə edir. Daxili bağlılığa görə səslərin sözləri öz təsiri altında saxlaması fonoloci və leksik-sintaktik qaydalarla bağlıdır. Bu sözləri səs-fono bağlantısına görə iki misrada da yaza bilərik.

Yelli babam, yel babam!

Telli babam , tel babam!

Bu cür qəlibdən vermək elə bir əhəmiyyət daşımır; çünki əsas məsələ səs ritmində-fonoloci stilistikadadır. Səs, ritm, ahəng, vəzn stilində isə yazı forması deyil, fonolinqivistik ifadə əsas şərtdir. Xalq bədii dili, hər şeydən əvvəl, səsli dildir; bütün canrlar bu qanun əsasında yaranmışdır; bu səs poetikası qanunudur: burada səs izləmi qaydası əsas poetika prinsipidir.

"Yatdı dəyirman daşım" adlı nəğmədə səs izləmi onun fonoloci, xalq mahnı-nəğməsinə xas olan poetik qanundur. Bu nəğmə yel-ə (küləyə) üz tutuluban deyilmişdir. Yelin əsməsi zamanı-onun axıntısını, avazını, ritmini, hərəkət rəngini, axıb getməsini, gəlməsini vəsf etmək üçün işlədilmiş ən səmimi ifadədir, ona mərhəmlik bildirir. Bu ,Yeli əzizləmə, oxşamadır. Yel əsərkən onun təsəvvür edilən axıntısını, uzanıb getməsini telə bənzədilməsi bədii ifadə dilinin poetik obrazlılığıdır. Bu müraciət-çağırışda, əzizləmədə bir sirr olmalıdır. Səbəb nədir ki, belə bir səsli və sözlü nəğmə yayılmır? Sonrakı sözlər bu gizlində qalan narahatlığı aydın ifadə edir.

Ona görə «aşım təknədə qaldı»-deyilir ki, dəyirman daşı dayanıb-yatıb. Dəyirman daşı ona görə yatıb ki, yel gəlmir, əsmir, dəni aparıb, buğdanı üyütmək üçün dəyirman daşı hərəkətə gəlməlidir; dəyirman daşının hərəkətə gəlməsi üçün Yel gəlməlidir. Yel-Külək gəlmədiyinə görə el-oba ağır vəziyyətdədir-batdı elim-günüm».

Çərpələngin yatmağı, uçmamağı da yaxşı əlamət deyil. Deməli, həyat, yaşayış dayanıb, aclıq, qəhətlik elin dərdinə, müsibətinə çevrilib. Gülpərinin arpası, Xanmuradın yarması da üyünməmiş qalıb-onlar növbədədir-axırda qalıb, Yeli gözləyir. Uşaqlar dardadır, aclıqdan onların həyatı təhlükədədir:

Gülpərinin arpası,

Xanmuradın yarması.

Novatda dalda qaldı,

Uşaqlar darda qaldı,

Çiynimə düşdü başım,

Yatdı dəyirman daşım.

(Azərbaycan folklor antologiyası, səh. 85)

"Çiynimə düşdü başım"-yəni yas içindəyəm, dərdin ağırlığından başım qalxmır-çünki "Yatdı dəyirman daşım". Dəyirman daşı fırlanmırsa, dayanıb-yatıbsa, həyat olmayajaq. Hər anda, hər səmtdə dərd ağırlığı, narahatlıq və

tələş... bu ağırlıq içində ola-ola nədən belə məhəbbətli, vəsfli nəğmə oxunur? Bu insanın inamına bağlıdır; hər anda, hər səmtdə özünü, öz sevgi və istəyini ifadə etmək sevgisidir.

İnsan öz inamı daxilində güjlü və yenilməz görünür. Nəğmənin sonunda Yel babaya bağlılığın daha parlaq notları vardır:

Yelli babam,
Güllü babam.
Güllü babam,
Gül babam.

Dərdimi gəl bil, babam!
Gəl, babam, ay gəl, babam!

Güllü tutdu savaşım,
Təknədə qaldı aşım.
Yatdı dəyirman daşım.

Yelli babam,
Yel babam!
Güllü babam,
Gül babam.
Gəl, babam, ay,
Gəl, babam!

(Azərbaycan folklor antologiyası, səh. 85)

Bu nəğmə-qoşquda səs, ritm, avaz insanın daxili duyğularının ritmini, nitq psixologiyasını ifadə edir.

Törəmə vahidi kimi səs-səsə birləşir, yeni bir tərkibi əmələ gətirir-sözü, bütün fonem, morfen vahidlərini yaradır. Bu prosesə görə, söz ilk tərkibinə, mayasına bağlıdır, o öz funksiyasını yerinə yetirmək faktını müəyyənləşdirir; bununla söz həm də özünü ifadəetmə psixologiyasına malikdir.

Dilin səs strukturu onun fonolinqivistik sistemidir: səslər birləşir, yeni bir tərkib əmələ gətirir; bu tərkib-sözdür. Səs yalnız fonetik tərkib vahidi-işarədir.

Səs əsasən iki funksional üslub stilini özündə əks etdirir: birincisi təqlid təkti, ikinjisi, özü-özlüyündə törəmə stilinə bağlıdır. Təqlid təqti dilçilikdə səs təqlidi ilə yaranma, törəmə təbiətinə malik olan bir baxışdır: bu, doğru

olaraq, səslərin sözlər üzərində təsir güjünün ifadəsi kimi anlaşılmaqdadır. Bu baxışla əlaqədar səs təqlidi nəzəriyyəsi yaranmışdır. Bu dilin mənşəjə əmələ gəlməsi nəzəriyyəsidir**.**

Dilin səs təqlidi nəzəriyyəsi ilə bağlı Yunanıstanda eramızdan əvvəl V-IV əsrlərdə Demokrit, Platon, Almaniyada XVII-XVIII əsrlərdə Q. Leybints kimi alimlərin bəhs etdiyi göstərilir.

Ümumiyyətlə, insan səssizlik içərisində yaşamamışdır. O, canlı varlıqların şərəflisi olmaqla, tam olan, mükəmməl olan bir varlıqda-məkanda yaradılmış və yaşamışdır. Hər şeydən əvvəl, təbiət janlıdır; o nəfəs alır, yaşayır, haldan-hala düşür, öz rənglərinin içərisindədir; bu baxımdan varlıqda, kainatda, yer və göylər səssiz deyil, səslər onların varlıq nişanələrindəndir, hər bir yaradılmış varlıq öz səsi içərisində kamil olmuşdur; başqa jür desək, səs o varlıqların daxilində, bətnində mövcud olmuşdur.

İki cür səs var: bir eşidilən, bir də eşidilməyən səslər. Təbiət, kainat səsləri eşidilən səslərdir: bunlar insan üçün də, başqa varlıqlar üçün də eşidiləndir. Eşidilməyən səslərə gəldikdə, onlar da öz nüvəsində eşidiləndir, lakin bu səsləri insanlar eşitməzlər; çünki bu səslər ilahi səslərdir, onlar yalnız Allahın qüdrəti ilə eşidilə bilər: vəhy səsləri, mələklərin səsləri bu qəbildəndir (gerçəyi Allah bilir).

Səs təqlidi nəzəriyyəçiləri dilin yaranma səbəblərini izah etməyə çalışmışlar; alimlərin fikirlərinə görə «ilk sözlər ətraf mühitdə baş verən səsləri insanın yamsılaması, təqlid etməsi nətijəsində əmələ gəlmişdir» **(Folklor antologiyası, səh. 88).** Alimlər ilk adların yaranmasını da bu aspektdən izah etmişlər. Onların qənaətinə görə, «əşyanın törətdiyi səslər kompleksi və ya heyvanların çıxardıqları adlarına çevrilmişdir” **(Azərbaycan folklor antologiyası, səh.88).**

IV. “YEL BABA” MÜRACİƏT-QOŞQU NƏĞMƏSİNDƏN GƏLƏN SƏS-SÖZ-MƏNA-İSTƏK-KƏDƏR-HƏSRƏT NOTLARI

“Yel baba” adlı başqa bir nəğmə-bayatı məna ifadəsinə görə səs ritminə və söz çeşidinə görə fono-linqivistik və leksik-linqivistik, sintaktik-linqivistik sahələrə malikdir. Hər şeydən əvvəl, bu düzgüdə insanın həyat eşqi və inamı ifadə edilir. Səs düzümünə, fonoloji ifadə tipinə görə, bu şer-nəğmədə fonetik və leksik uyarlıqlar və bu uyarlıqlardan törənən yeni mənalar bədii ifadə dilinin daxili güjünü, poetik incəliklərini üzə çıxarır. Məsələn, “Yel baba” adlı xalq nəğmə-qoşqusundakı səs izləminə, səsin səs törətmə, səsin sözdüzəltmə, sözün mənaja özlüyündə səs psixologiyasından törəməsi poetizminə diqqət yetirək: burada sözün özü də bir işarə-səs olduğu kimi, məna da bir işarə-səsdir:

Yel baba

Əs ey gilavar, gilavar,

Güldən xarın iyi gəlir.

Əs ey gilavar, gilavar,

Səndən yarın iyi gəlir,
Əs ey gilavar, gilavar,
A Yel baba, Yel baba,
Qurban sənə, gəl, baba.
Taxılımız yerdə qaldı,
Yaxamız əldə qaldı.
A Yel baba, Yel baba,
Qurban sənə, gəl, baba.

Saman sənin, dən mənim,
Yel baba əsdi, neynim,
Dolunu kəsdi, neynim.
Çəkirəm yar qüssəsin
Falım da nəsdi, neynim.

Mən aşıq, qolu güjlü,
Kəsildi yolu güjlü.
Yel əssin, bulud getsin,
Yağmasın dolu güclü. (8,84).

Beləliklə, söz mifoloci-poetik psixologiyasına görə xalq milli-mənəviyyatının ifadəsində mühüm rol oynayır.

İnsan dərin və nəhayətsiz psixoloci təxəyyül və təxəyyülə malik bir dünyaya sahibdir. Təxəyyül insanın psixoloci vəziyyətlərini özü ilə aparır; bu zaman insan öz gerçək və yarımgerçək aləminin dərinliklərinə doğru qovuşur: insan gördüyündən çox, təxəyyülündə qaynayıb joşan əlamətlərdən özünü nizamlamağa çalışır. Bu əlamətlər insanın daxilinə xas olan gizlinləri zahirə çıxaran psixologiya aktlarıdır. Bu aktların ən başlıjası onun dilidir və bu əlavə olaraq qeyd edək ki, insanda əvvəl psixoloci aləm yaranır, sonra səs, söz, dil aləmi.

NƏTİCƏ

Səslənmə və ifadə əlamətlərinə və bütün hallarına görə SƏS-Psixologizmi RUHUN məhsuludur.Hərəkıt hərəkət üstündədir, bütün səslər düzümlü şəkildə bir- birinə nizam verir.

İnsanın ruhu özündən əvvəl yaranıb. Psixoloci proseslər də ruhun daxili sirlərinin təzahürüdür; insanda gözlə görünənlərdən əvvəl görünməyən əlamətlər var-görünməyən əlamətlər insanın psixoloci prosesində təkan, hərəkət, fəaliyyət rolunu oynayır. “psixi” sözü , yunanca “psuyuxe” insanın ruhu, və daxilindəıki həssas

duyğuların, kövrək təəssüratların ifadələr mənbəyidir. İnsan daxilində psixoloji əlamət- nişanlar, psixoloci xassələr, psixoloci hadisələr yaşayır. Bu fakta dil insanın psixologiyasında xüsusi hadisədir. İbtidai təxəyyül və təsəvvürdə belə bir ümumi səciyə-qənaət var idi ki, insanın ruhu onun hərəkət və ilham bənzəridir.

Ümumiyyətlə təxəyyül və təsəvvür əlamətləri insanın psixoloji dərketmə qabiliyyətini aktivləşdirir və bu əlamətlər psixoloci proseslərdən qidalanır.

ƏDƏBİYYAT

1. Axundov Ağamusa. Ümumi dilçilik. Bakı: Marif 1979, 265 səh.
2. Axmanova O. S. Slovarğ. Linqivistiçeskix terminov. Moskva, 1966.
3. Azərbaycan folkloru antologiyası. İki jilddə, birinci cild. Bakı:Azərbaycan Elmlər Akademiyası Nəşriyyatı, 1968, 284 səh.
4. Əzimli Əbülfəz. Folklor cilası: Poetik hərəkət. Naxçıvan, "Məktəb, 2008. 116 səh.
5. Əzimli Tahiroğlu Əbülfəz. Linqivistik nəzəriyyə və poetika. I kitab: Dilin və nitqin tətbiqi nəzəriyyəsi və poetikası. Əsərləri 100 cilddə. I cild. Naxçıvan, "Əcəmi" 2021. 338 səh.
6. Əzimli Tahiroğlu Əbülfəz. Linqivistik nəzəriyyə və poetika. II kitab: Səsin təbiəti və poetikası. Əsərləri 100 cilddə. I cild. Naxçıvan, "Əcəmi" 2021. 326 səh.
7. Çəmənzəminli Y. V. " Dil məsələsi". Əsərləri 3 cild. Bakı: Elm. 1977, 372səh.
8. Ümumi psixologiya, 1982, səh
9. Rəcəbov Ə.Ə. Dilçilik tarixi. Bakı, Maarif, 1988, 538 səh.

BÜTÖV AZƏRBAYCAN ƏDƏBİYYATI: CƏNUBLU ŞAİR MƏHƏMMƏD XƏLİFƏ ACİZ

Doç.Dr. ƏBÜLFƏZ ƏZİMLİ
ORCID: 0009-0001-1327-3425 ezimliebulfez@yahoo.com.tr
Google Akademik, Dünya Sülh Səfiri
Nobel Prıze & Indıa- Birliyinin Yönətici üzvü, Qlobal Yazarlar Akademiyası, Türk Dünyası Vətəndaşlığı və Eyitimçilər Birliyi üzvü
Naxçıvan Dövlet Üniversiteti, Tarix-Filologiya Bölümü; Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu-Azərbaycan Dili və Ədəbiyyat Kafedrası, Bütöv Azerbaycan

ÖZƏT

XIX əsr Bütöv Azərbaycan ədəbiyyatı tarixin ən zəngin və sürəkli ədəbiyyatıdır. Məhəmməd Xəlifə Aciz kimi onlarla şairlər vardır ki, onlar haqqqında müfəssəl tədqiqlər aparılmamışdır. Mehəmməd Xəlifə Aciz XIX əsrin birinci yarısında yaşamışdır:72 il ömür sürmüş, Divan bağlamışdır. Divan hicri-1273, miladi 1856-cı ildə Təbrizdə nəşr edilmişdir.

M.X.Aciz Fətəli şahın və Abbas Mirzənin dövründə yaşamış, onlara qəsidələr həsr etmişdir. Azərbaycanın ruslar tərəfindən işğalına sərt münasibət vardır. Qəsidələrində Fətəli şaha və Abbas Mirzəyə iradlarını bildirir.

M.X.Acizin Divani qəzəl, qəsidə, müxəmməs və gəraylılardan ibarətdir. O.həm klassik, həm də xalq şeri tərzində yazmışdır. M.X.Acizin lirik duyğuları real gerçəklik içərisindədir. Onun narahatlığı bədii ifadələr, məcazlar, bənzətmələr işığında inikas olunur. Şair hər an öz dərdini, taleyini zamanın içərisindəki haqsızlıqlar əhatəsində qaldığını düşünür. Lakin onun narahatlıqlarında bir qürur və dəyanət vardır. O öz qürüruna sığışdırıb şit mədhlər söyləmir. Öz duyğuları içərisində daha sərbəst və azad yaşayan Aciz hər an öz sözünü, öz düşüncəsinin hökmü altında yaşayır, özünü, öz mənsəbini unutmur.

Onun lirikası real təsvir-tərənnümü ilə də fərqlənir. M.X.Acizin yaradıcılığında klassik janırlarda yazılmış əsərlər yəni məna və ideya xüsisiyyətlərilə fərqlənir. Bu mənada qəzəl, qəsidə, müxəmməslərindətarixi gerçəkliklər, real həyatı yaşantılar öz bədii ifadəsini tapmışdır. Aciz hər bir poetik təsvirində özünün bədii - poetik mövqeyini ifadə edir. Təkcə qəzəlləri deyil, qəsidə və müxəmməslərində də o yeni düşüncə, yəni təsvir-tərənnüm axtarışında olmuşdur.

M.X.Acizin yaradıcılığında da qəsidə xüsusi yer tutur. Bu qəsidələrində o vaxtın tarixi hadisələrini , onların ictimai-siyasi xarakterini qələmə alır, bədii gerçəklikləri, məsələr Azərbaycanın işğalı məsələsini ön xəttə çəkir. Digər qəsidələri ayrı-ayrı tarixi şəxsiyyətlərin mədhinə həsr edilmişdir. Bu mənada, Acizin real düşüncələri və duyğularının maddi-mənəvi qaynaqlarının mövcud siyasi durumlu, tarixi gerçəkliklə bağlı olduğu qənaətinə gələ bilərik.

Xalq yaradıcılığına bağlılıq Aciz yaradıcılığının əsas keyfiyyətlərindəndir. Onun divanında qəzəl və qəsidələr, müxəmməslərlə yanaşı, heca vəznində yazdığı şerlər də toplanmışdır. Lakin onun qoşma və digər formalı şerləri divanda tam əhatə olunmamışdır. Gəraylı formasında yazdığı şerlərdə xalq bədii dilinin aydın təsiri vardır.

Məhəmməd Xəlifə Aciz XIXəsr Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatının inkişafında, yəni keyfiyyətlə qazanmasında özünəməxsus yer tutmuşdur.

AÇAR SÖZLƏR: XIX Cənubi AZərbaycan ədəbiyyatı; Məhəmməd Xəlifə Aciz; Acizdə Divan poetikası və xalq ədəbiyyatı ruhu.

ALL-AZERBAIJAN LITERATURE: SOUTHERN POET MOHAMMED KHALIFA ACIZ

ABSTRACT

19th century All-Azebir literature is the richest and most continuous literature in history. There are dozens of poets like Mohammad Khalifa Aciz, about whom detailed studies have not been conducted. Mohammad Khalifa Aciz lived in the first half of the 19th century: he lived for 72 years, he compiled a Divan. The Divan was published in Tabriz in 1273 AH, 1856 AD.

M.Kh. Aciz lived during the reign of Fatali Shah and Abbas Mirza, and dedicated odes to them. He has a harsh attitude towards the occupation of Azerbaijan by the Russians. In his odes, he expresses his criticisms of Fatali Shah and Abbas Mirza.

M.Kh. Aciz's Divan consists of ghazals, qasidahs, mukhammas and garaylis. He wrote in both classical and folk poetry styles. M.Kh.Aziz's lyrical feelings are in real reality. His anxiety is reflected in the light of artistic expressions, metaphors, and similes. The poet always thinks that his pain and fate are surrounded by injustices within the time. However, there is a pride and perseverance in his anxiety. He does not bury his pride in his pride and sing empty praises. Aciz, who lives more freely and freely in his emotions, lives under the rule of his word, his own thoughts at all times, and does not forget himself and his profession.

His lyrics are also distinguished by their real imagery and chanting. In M.Kh.Aziz's work, works written in classical genres, that is, by their meaning and idea characteristics, are distinguished. In this sense, historical realities and real life experiences have found their artistic expression in ghazals, qasidas, and mukhammas. Aciz expresses his artistic and poetic position in each poetic description. Not only in his ghazals, but also in his qasidas and mukhammas, he was in search of new thinking, that is, imagery and hymns.

The qasida also occupies a special place in the creativity of M.Kh. Aziz. In these qasidas, he describes the historical events of that time, their socio-political character, and brings the artistic realities and issues of the occupation of Azerbaijan to the forefront. His other qasidas are dedicated to the praise of individual historical

figures. In this sense, we can conclude that the material and spiritual sources of Aziz's real thoughts and feelings are connected with the current political situation and historical reality.

Commitment to folk creativity is one of the main qualities of Aziz's creativity. Along with qasidas and qasidas, mukhammas, his poems written in syllabic meter are also collected in his divan. However, his poems in couplets and other forms are not fully covered in the divan. The poems written in the garayli form have a clear influence of folk artistic language.

Muhammad Khalifa Aciz has occupied a unique place in the development of the 19th century South Azerbaijani literature, that is, in its qualitative gain.

KEYWORDS: 19th century South Azerbaijani literature; Muhammad Khalifa Aciz; Divan poetics and the spirit of folk literature in Aciz

G İ R İ Ş

XIX əsrdə onlarla şair vardır ki, onlar öz zamanlarının tanınmış şairi olmuş, divan bağlamış müxtəlif janırlarda yeni əsərlər yazmışlar. Lakin o şairlər haqqında indiyədək sistemli tədqiqat əsərləri yazılmamışdır. Onlardan biri də Mehemmed Xəlifə Acizdir. Acizin həyatı və ömür yolu haqqında ətraflı məlumat yoxdur. Verilən məlumatlara görə o, XIX əsrin birinci yarısında yaşamışdır.

Digər bir məlumata görə Məhəmməd Xəlifə Aciz 72 il ömür sürmüş, divan bağlamış və divan 1273 h., 1856-cı il miladi tarixdə Təbrizdə çap olunmuşdur.

Ədəbiyyat tarixçisi Firudin bəy Köçərli Məhəmməd Xəlifə Aciz haqqında yazdığı oçerk - əsərində onun M.P.Vaqif əsərində isə yaşadığı bildirilir: "Molla Pənah Vaqif əsərinin şairlərindən bir neçəsinin adlarını Mirzə Yusf Qarabağı öz məcmuəsindən bə"zi nümunələr göstərmişdir.O cümlədən Acizdə bir neçə nümunələr məzkur məcmuədə dərc olunubdur.[1]

Buradan belə bir qənaət hasil olur ki, Məhəmməd Xəlifə Aciz XVIII əsrin sonları XIX əsrin birinci yarısında yaşayıb yaratmışdır.

. M.X.Aciz Fətəli şahın və Abbas Mirzənin dövründə yaşamış, onlara qəsidələr yazmışdır.

M.X.Acizin Divan qəzəl, qəsidə, müxəmməs və gəraylılardan ibarətdir. O.həm klassik, həm də xalq şeri tərzində yazmışdır.

Məhəmmədəli Tərbiyət onun haqqında aşağıdakı məlumatları vermişdir:

"Xəlifə Məhəmməd Sərabın Kərməri mahalındandır. Könlü zövq atəşində alovlanmış, başı eşq sevdası ilə havalanmış və beyni oda tutulmuş bir şəxs idi. Onun işi əfşan zülflə oynamaq və dolanılı pərişan əhvala dalmaq olmuşdur. Onun ailəsi bu mahalda pak və mömün şəxslərdən, ata-babası nəfəs və kəramət sahibi /sufi/ olmuşlar. Xəlifə Məhəmməd qubar Xəttini yazmaqda zəmanəsinin dahisi olmuşdur, dua və Quran ayələrinin

nəstəliq xəttinin elə gözəl yazardı ki, Mir İmadın xəttindən heç də fərqlənməzdi. Onun süls xəttilə yazısı Molla Əlibey Təbrizinin xəttindən üstün idi. O bu xətlə incə, gözəl şivəli dualar yazardı. Onun şerləri türk dilindədir, şerlərini "Aciz" təxəllüsü ilə yazırdı. Xəlifənin divanı Təbrizdə çap edilmişdir. O 72 yaşında Təbrizdə vəfat etmiş və Surxab məhəlləsində olan şairlər məqbərəsində dəfn edilmişdir". /"Nigaristani - Dara". M.Tərbiyet. Danişməndani - Azərbaycan, Bakı, Azərnəşr, 1987.səh.365).

Məhəmməd Xəlifə Aciz haqqında Firudin bəy Köçərli məlumat vermiş, əsərlərində seçmə nümunələrtəqdim etmişdir.

Feyzulla Qasımzadə isə onun haqqında bir səhifəlik yer ayırmışdır (F.Qasımzadə. XIX əsr Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. 1974. səh 76).

Acizin əsərlərindən seçmələr Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatı antologiyası kitabında çap edilmişdir (Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatı antolojiyası. I c.,Bakı, 1981.səh183-193).

Məhəmməd Xəlifə Acizin 23 şerini-qəzəl, müxəmməs, qəsidə, gəraylılarını öz kitabında-haqqında yazdığı oçerk-məqalədə çap etdirən F.Köçərli onun yaradıcılığının və həyatının bəzi cəhətlərini diqqət mərkəzinə çəkmişdir. Ümumiyyətlə, M.X.Aciz kamil bir yaradıcılıq yolu keçmişdir. Məqsədimiz onun yaradıcılığına xas olan bir sıra çəhətləri təhlil etməkdir (Bax: F.Köçərli. Azərbaycan ədəbiyyatı .I c., 239-253)

I. ACİZ YARADICILIĞININ JANR XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Cənubi Azərbaycanda öz bədii dühası, yaradıcılıq yolu ilə fərqlənən Məhəmməd Xələfə Aciz mükəmməl divan qoyub getmişdir. Digər müasirlər kimi, M.X.Acizi də həm klassik üslubda, həm də xalq şeri tərzində yaşamışdır. Aciz klassik şerin qəzəl, qəsidə, müxəmməs kimi janırlarında şerlər yazmış, onların divanında tərtibetmişdir. Təəssüf ki, Divanda onun müəllifi haqqında ətraflı məlumat yoxdur.

Şairin Divanının sonunda bu məlumat yoxdur.

"Təbriz səltənətində şanlı - şəvkətli, izzətli Ağa Mirzə Məhəmmədin karxanasında alicənab Mirzə Rza oğlu Məşhədi Məhəmmədin buyurduğu ilə əsli mərhum İbn Mirzə Məhəmmədəli ibn Mirzə Cəfər Xorasaninin-Məşhədi müqəddəs, nurlu həyətində yerləşən abad olmuş, şöhrətli məktəbin banisinin / onlara min-min dəfə salavat və şadlıq olsun / nəsildən olan Xorasanda doğulmuş milanlı kiçik, Fəqir Yusifüy ələvi əlməsəvi Təbrizinin xəttatlığı ilə cümə günü 1273-cü il məhərrəm ayının 2-də tamamlandı " (F.Köçərli..I c., 240-560).

Məhəmməd Xəlifə Aciz hər janırda özünə xas olan bədii, üslubi məziyyətləri ilə ədəbiyyat tarixində silinməz iz qoyub getmişdir. Bu mənada, onun yaradıcılığınıjanrlar üzrə təhlil etməyi qarşıya məqsəd qoyruq.

I.1. Məhəmməd Xəlifə Acizin qəzəllərinin yeni ifadə və tərənnüm poetizmi

Qəzəllər Şəeq poeziyasında ən kamil formalarda biri kimi yüz illər boyu, min ildən artıqdır ki, şairlərin ən çox müraciət etdiyi forma olub. Məhəmmər Xəlifə Aciz də klassik ənənələriləbağlı olan bir şair kimi bu janırda gözəl nümunələr yaratmışdır. Qəzəl yazmaq şairliyin bədii meyarı olub. Şairin ustalığı bu janırda aydın görünər. Məhəmməd Xəlifə Aciz ystad bir şair kimi qəzəl janrında yazdığı şerlərilə başqalarından fərqlənmişdir. Onun qəzəlləri iki cəhətdən diqqəti cəlb edir: birincisi, mövzu seçək, onu ifadə etmək tərzi, ikincisi ideya, məzmun xüsusiyyəti ilə, Qəzəllərini də bu baxımdan iki yerə ayırmaq olar:

1. Məhəbbət mövzusunda yazdığı qəzəllər.
2. Digər mövzularda yazdığı qəzəllər.

Məhəbbət, Eşq qəzəl janırının əsas mövzusudur. Qəzəl gözəl haqqında, məhəbbət haqqında olan şer formasıdır. Bu mənada onun digər məzmun və ideyalardan yazılmış forması hər hansı bir şairin özünün bədii mövqeyidir. M.X.Aciz məhəbbət, eşq haqqında dərin hisslər, coşğular daxilindən söz açır, onun yaşantılarını dilə gətirir. Məsələn, aşağıdakıqəzəldə ifadə edilən məzmunun bədii ifadə xüsusiyyətlərinə diqqət yetirək:

Nə yaxşı lalə qızarmış benəfi əzarında,
Nə türfə sünbüli-tər açılıb üzarında.

Nələr şərabi-təhuri əmən dodağında,
Nələr behişti - bərini yatan kənarında.

Nə rahy rəsmdir, ey gül, bu bülbüli-bidil
Çəkib xəzanın, bir gəzməsin baharında.

Həmşə naləvü əfğan, müdam göz yaşı,
Nə görmüsən məgər, ey dil, bu ah-zarında.

Əcəb ki, yanmadı, Aciz, bu xərgəhi-gərdün,
Əsər ki yoxdu bu ahi-çərarbarında.

Gözəlin tərənnümünü şair onun vəsfi ilə ifadə edir. Onun yanağının qızartısını orada açılmış laləyə bənzədir. Üzünə dağılmış zülfünü təzə sünbülə oxşadır. Gözəldən gələn ətri behişt əlaməti hesab edir. Bu nəcə gözəllikdir

ki, bu qəlbi yaralı bülbül xəzanın çəkib o gülüstanı, baharı gəzməsin, həmişə nalə və fəğan, göz yaşı axıdırsan, bu ah-zarda nə gprmüsən ki, ondan belə əl çəkə bilmirsən. Ey Aciz sənin ahının alovundan yaxşı ki, bu xeyirlər yığını olan dünya yanmadı, bu ahında görünür bir təsir yoxdur.

Gözəlin tellərinin tərənümünə həsr edilmiş "Tellərin" rədifli qəzəl bədii təsvir, məzmun baxımından fərqlənir:

Al şanə dəstinə, sənəm, dara tellərin,
Könlüm kimi dağıt yenə rüxsarə tellərin

Tutmuş günün qabağını zülfün, kənarə çək,
Etmiş əcəb qəra günümü qarə tellərin.

Ey sənəm, şanəni əlinə alıb tellərini dara, tellərini könlüm kimi üzünə dağıt: obrazlılıq bənzətmənin, məzmununu özündədir: məlum olur ki, aşiqin könlü də dağınıqdır, narahatdır, özündə deyil. Tellərin üzə dağılması ilə könlün dağınıq olması bir-birinə məzmun cəhətdən bağlıdır. Zülfün bir qəsdi də odur ki, o günəşin - rüxsarın qarşısını kəsib, onun görünməsinə imkan vermir. Qara zülflərin könlümü də qara etmişdir. Könül qarası ilə zülf qarası da məna-məzmun baxımından bir-birini tamamlayır:

Bimari-eşq, xəstəvü rəncurəm, ey təbib,
Etməz nadən bu dərdimə bir çarə tellərin.

Axırda aşikar olub, sirri-eşqə bax,
Yusif kimi salıb mənə bazara tellərin.

Bülbül kimi nəvayə gəlib, eylərəm xüruş,
Etmiş həsir hər gülü bir xarə tellərin.

Eşq xəstəsi, əzab çəkən aşiq öz dərdinə dərman həsrətindədir. Eşqi sirri aşkar olub, aşiqi Yusif kimi bazara salıb. Yusif öz gözəlliyinin ucbatından böhtana rast gəldi. Bazarda qul kimi satılan yusifin taleyi əzab-əziyyət, zülm içərisində gəlmişdir. Bülbül kimi naləyə düşən aşiq eşqin əlində əsirdir. Tellərin hər gülü bir tikanə əsir edib. Aşiq də əsirdi.

Ey mahi-gülüzar və ey şuxi-dilruba,
Qoymuş məni bu dəhrdə avarə tellərin.

Od tutdu pərlərim bu zaman, mahi-gülüzar,
Salmış məni nə nəv ilə gör, karə tellərin.

Əbrüyi - tağ, qəmzeyi-tir, afəti-cahan,
Əzbəs ki vurdu sinəmə, ol yarə tellərin.
Bilməm səbəb nədir genə, ey yari-mehriban,
Mənsur tək çəkib məni ol darə tellrin.

Bilməm yomuncu eyləyək axir, ey sənəm,
Sənan kimi Acizi, zünnarə tellərin.

Məhəmməd Xəlifə Acizin qəzəlləri sadə, anlaşıqlı dildə yazılmışdır. Saf, səmimi hisslərin ifadəsi onun qəzəllərinin əsas xüsusiyyətlərindəndir. Şer sənətinin sirlərinə bələd olan şairlər bədii cəhətdən kamil qəzəllər farada bilər. Belə şairlər Füzuli ədəbi məktəbinin görkəmli davamçılarından biri kimi müasirləri arasında özünəməxsus yer tutmuş olur. Məhəmməd Füzulini ustad hesab edən hər kəs o ustadın yazmış olduğu janrda elə şer yazmağa çalışıb ki, bədii cəhətdən ona yaxın olsun. Məhəmməd Xəlifə Acizin də bədii keyfiyyətlərilə Füzuli qəzəllərinə xas olan lirizmi özündə ehtiva etmişdir.

Qəzəl janr xüsusiyyətinə görə, eşqdən, məhəbbətdən, vüsaldan. hicrandan, gözəlin vəsfindən bəhs edir. Ancaq XIX əsrdə qəzlin mövzu dairəsi genişləndi. Gündəlik həyat hadisələrindən, sosial-mənəvi problemlərdən bəhs edən qəzəlllər də yazıldı.

Mövzusun görə, Təbiət təsviri, vətən, yurd-yuva həsrətini əks etdirən qəzəllər də yarandı. Məhəmməd Xəlifə Acizin də qəzəlləri mövzu, məzmun və ideya baxımından şaxəlidir. Şair öz həyatı ilə bağlı problemləri, dərd və ağrıları, münasibətləri də qəzəl formasında dilə gətirmişdir. Məsələn:

Bir yanda qalıb amil-birəhmy mürüvət,
Könlüm kimi viranə olan kəndimə el bənd.

Axır nə olur, olmaya kim, kəllədə bir miş,
Axır nə olur, olmaya bir ölkədə bir kənd.

Bir sünbül üzülməklik ilən gülsüz olub bağ?
Bir xuşa azb olmaqlıq ilən xərmən olur bənd?

Qorxdum budu, gözdən vura yüz seyli-sirişkim,
Bilmərrə ola Qırxbulağın rişəsi birkənd.

Yüz nəfs bu dərgahi-müəllada tapıb həzz,
Olsun görüm ol müsəfi-rüxsarına səvgənd.

Heç kimsə deyil mən kimi müstəbcibi-əhsən,
Lütfən məni müzlubi-nəzər eyləmiş hərçənd.

Buradan məlum olur ki, şair rəhimsiz, mürvətsiz adamların əlindən dad-aman edər. Könlü kimi onun kəndini dəvran edib əlindən alıblar. O Qırxbulaq kəndinin gəliri ilə yaşayardı. Lakin axır vaxtlar kəndi onun əlindən almış, padşahlıq dəftərinə salmışlar. Bir kənd nədir ki, onun gəliirindən də onu mərhum etmişlər. Başda bir türk olmasa, o başın türkəri qurtqrmaz ki;, ölkədə bir kəndə padşahlıq göz tikməsə; dolana bilməzmi? Yaxud : bir dən olmasa, xırman boş qalmaz ki?

Eylə onu bir dadgərin başına sədqə,
Oldur şehi-Cəmcahə bu gün nurlu Fərzənd.

Gəl lütfə, məni eyləgilən xürrəmü xoşhal,
Ver kəndimi, eylə məni bu lütf ilə xürsənd.

Yoxsa tökərəm əşk,aşar Decləyi-Bağdad,
Yoxsa çəkərəm ah, yanar sahəti-Dərbənd.

Şair bir tərəfdən şikayət edir, digər tərəfdən, ondan alınan kəndi istəyir. Lakin şairin xahişinə əməl edilmir. O həyatı boyu çətinliklər, sıxıntılar içərisində yaşamışdır.
Başqa bir şerində öz əhvalını, dərd-qəmini dilə gətirərkən ona imdad edilmidiyini yada salır, ona verilən imtiyazın ondan alınmasına öz narazılığını bildirir:

Ey edən vədə, vəfa eyləməyən peymanə,

Məni bu əhdşikəhlik yetiribdir canə.

Qoyma azürdəvü avarə məni-nalını,
Ey dönüm banına, yekdir süxəni-mərdanə.

Bir elə dərdimə dərman, məni qurtar qəmdən,
Ya buyur, eyləyim abad özümə qəmxanə.

Neylərəm seyli-gülüstanı, gülü gülzarı,
Gözümün qanlı yaşını tökərəm damənə.

Qırxbulaq adını dəftərdə görən saətdə,
Ağlamaqdan gözümün yaşını tökərəm damənə.

Səndən imdad ona gör olmasa bu aləmdə,
Necə abad olur bu dəhrdə viranə.

Ya qələmdən məni sal, eylə məni asudə,
Ya əlimdən onu al, üz çevirim bir yanə.

M.X.Acizin lirik duyğuları real gerçəklik içərisindədir. Onun narahatlığı bədii ifadələr, məcazlar, bənzətmələr işığında inikas olunur. şair hər an öz dərdini, taleyini zamanın içərisindəki haqsızlıqlar əhatəsində qaldığını düşünür. Lakin onun narahatlıqlarında bir qürur və dəyanət vardır. O öz qürurunu sığışdırıb şit mədhlər söyləmir. Öz duyğuları içərisində daha sərbəst və azad yaşayan Aciz hər an öz sözünü, öz düşüncəsinin hökmü altında yaşayır, özünü, öz mənsəbini unutmur.

Onun lirikası real təsvir-tərənnümü ilə də fərqlənir. Məhəmməd Xəlifə Acizin yaradıcılığında klassik janırlarda yazılmış əsərlər yəni məna və ideya xüsisiyyətlərilə fərqlənir. Bu mənada qəzəl, qəsidə, müxəmməslərindətarixi gerçəkliklər, real həyatı yaşantılar öz bədii ifadəsini tapmışdır. Məhəmməd Xəlifə Aciz hər bir poetik təsvirində özünün bədii -poetik mövqeyini ifadə edir. Təkcə qəzəlləri deyil, qəsidə və müxəmməslərində də o yeni düşüncə, yəni təsvir-tərənnüm axtarışında olmuşdur.

I.2.Məhəmməd Xəlifə Acizin qəsidələrində tarixi hadisələrin bədii inikası və ideya yansımaları

Qəsidə janırının öz tarixi ənənələri, öz mövzu və ideya prinsipləri vardır. Qəsidə bir neçə bədii hissədən ibarət olur ki, onun əsas xüsusiyyətləri də bu hissələrdə təsvir-tərənnüm olunan əhvalat və münasibətlər zamanı üzə çıxır. Birinci amil təbiət təsviridir ki, əsas əhvalat və hadisənin xarakterinə uyğun olur.

Məhəmməd Xəlifə Acizin yaradıcılığında da qəsidə xüsusi yer tutur. Bu qəsidə o tarixi hadisələri , onların ictimai-siyasi xarakterini qələmə alır, bədii gerçəklik ön xəttə çəkir. Digər qəsidələri isə ayrı-ayrı tarixi şəxsiyyətlərin mədhinə həsr edilmişdir. Bu mənada, Acizin real düşüncələri və duyğularının maddi-mənəvi qaynaqlarının mövcud siyasi durumlu, tarixi gerçəkliklə bağlı olduğu qənaətinə gələ bilərik.

Fətəli şah həsr etdiyi qəsidəsində dövrün ictimai - siyasi hədislərini də əks etdirir. Qəsidə də , birincisi Fətəli şahın şəxsiyyəti , onun bir hökmdar kimi böyüklüyü təsvir edilir:

Nə Köyumerü nə Cəmşidü Skəndər, Dara
Nə Firudinü nə İrəc, nə Məniçəhrü Qubad.

Çoxdu bu dərgahi-valadə elə şahlardan,
Eyləyib hər biri bir xidmət ilən könlünüşad.

Lakin Fətəli şah kimi şah onlardan Fərqlənir. Şair şaha yazdığı mədhdə onun səciyyəsini belə verir:

Kim görüdür belə şahı,ola Xurşid ona bəxt,
Həm onunçün ola bəhrami-Fələkdən cəllad.

Hansı şahın olub əhdində belə əmnü əman,
Üzə salsın onu bir xəlqi-cahan, etsin yad?

Belə şahlıq yaraşıb Fəthiəli şahə ki, xəlq-
Sayəsində ola ol zilli - xudanın dilşad.

Kimi əhdində olub kəllə üçün gürg şəban
Kimin əhdində gəlib şəm ilə bir məhfilə bad?

Hanı bu hüsndə şah, sözdü deyərlər Yusif
Şah imiş Misirdə,amma belə pakizəninad-

Doğmayib madərin - ey yam, məgər süni-xuda
Tazədən eyləyə bir ruyi-zəmində icad.

Fətəli çah haqqında yazılmış qəsidə klassik qəsidələrdən olduğu kimi, bədii baxımdan yüksək üslubda yazılmışdır. Bədii təsvirdə mübaliğələrdən, məcazi və istiarələrdən bol-bol istifadə edilir.Fətəli şahın birşəxsiyyət kimi təqdimindən təmtəraq, qeyri-səmimi pafos vardır:

Bəxşişindən nə deyim, gör verə bir behir-kühər,
Buyurur: olmadı bu sailə məndən bir zad.

Qan qoyar bağrına həm ləli-Bedəxşan ondan,
Axıdıb ölk, eyləyəb əbri-xüruşan fəryad -

Deməli, belə bir böyük hökümdardan ənam almaq istəyi vardır. Onun səxavətini , hünərini, var-dövlətini tərifləyən şair ondan bəxşiş istəyir və bunu belə ifadə edir:

Şəhriyara, bu duagu ki, yazar xətti-qubar,
Adını əhdi-humayun eyləyibdir ustad.

Şair öz qəhrəmanına dua oxuyur, ona belə gözəl xətlə şer yazmasını ona layiq bilir. Lütf elə bir xələt, ənam ver, ver ki, deyim, ey şah, ehsan evin abad olsun.

Mədhiyənin janr sisteminə görə, qəhrəmanın xarakteri, şəxsiyyəti ən yüksək ifadələr, bənzətmələrlə vəsf edilməlidir. Bütün məhdlərun arxasında bir təmənna var. Məhəmməd Xəlifə Aciz də Fətəli şaha məhz bu səbəbdən müraciət etmişdir.

Lakin yuxarıda dediyimiz kimi, Fətəli şah və onun övladı Abbas Mirzə şairə hörmət və ləyaqət olaraq heç zaman səmimi olmuşlar. Qırxbulaq kəndinin fəliri ilə dolanan, oradakı torpağı əkib-becərməklə məşğul olan şairin əlindən həmin mülkü alıb, şahlıq dəftərinə salmışlar. Nəticədə onsuz da yoxsulluq, sıxıntı içərisində

yaşayan şairin vəziyyəti daha da ağırlaşdışdır. Bütün bu münasibətlərin arxa tərəfindən sənətkara, şairə münasibətini həqiqi mənzərəsi aydın görünür.

Məhəmməd Xəlifə Aciz "nayibüs-səltənət" Abbas Mirzə haqqında da mədhiyyə yazmışdır. Bu maddə onu "vəliəhdi-şahənşahişah", "şahzadəyi-əzəm", Daraya, İsgəndərə bərabər xasiyyət hesab edir:

Vəliəhdi-şahənşahi-cahan, şahzadeyi-əzə,
Vücudi-paki- əhli - aləmə bir cudi - üzmadır.

Səmayi-mahi-ali-haşimi Abbas şahzadə,
Cahangirü cavanbəxtü müini-dinü dünyadır.

Tutar ol zülfi-tərrari-, çəkər zəncirə min yerdən
Pərişanlın gəlir başına çox şəstinə qərradır.

Zəhi/-Darayi-dinpərvər, kona çakərdir İsgəndər,
Zahi sultani-namavər konun dərbanı Daradır.

İlahi, bu cahanda bu məhü xurşidü əxtər var,
Bu xərgahi-sipəhri-lacivərdi ta ki, bərpadır.

Bu sultani-cahandarın əsasını eylə payəndə,
Müini-aləmü adəm, mədari-pirü bürnadır.

Bu qəsidənin məzmun və ideyası ümumən mədhiyyələrə xas olan bir həddədir. Lakin şerin bədii ifadə xüsusiyyətləri öz üslubuna, dilinə görə fərqlənir. Hər bir şair çalışır ki, öz qəhrəmanını tipik cəhətlərini əks etdirsin. Abbas Mirzənin dövründə Azərbaycanda, İranda böyük bəlalar , Fəlakətlər baş alıb gedirdi.Birinci və ən böyük bəla müharibə idi. İranla Rusiya arasındakı müharibələr Azərbaycanın başına bəlalar gətirdir XX əsrin ilk illərindən başlayaraq, ruslar Azərbaycanın ərazilərinə soxulmağa başladılar.

Bu müharibələr Azərbaycanın gələcəyi üçün qarşısıalnımaz faciələr tərədidir. Şahın ordusu bütün bəylərdə məğlub olur, əraziləri itirirdi. Azərbaycanın parçalanması naminə Gülüstan /1813/ və Türkmənçay /1828/

müqavilələri imzalandı. Sərhəd Araz çayı olmaqla Şimali Azərbaycan Rusiyanın əsarəti altında düşdü. Azərbaycanın çox böyük bir hissəsi-Cənubi isə farsların əsarəti altına alındı.

Bütün bu tarixi faciələr Fətəli şahın və vəliəhd Abbas Mirzənin hökümranlığı dövründə baş verdi.Şairin yazdığı qəsidələrin məzmunu ilə tarixi hadisələr arasında bir ziddiyyət vardır. Başqa cür desək, düşmən məğlub olan, ucəuz-bucaqsız əraziləri onun öhdəsinə buraxan hökümdar hansı mədhə layiq ola bilər. Bu faciələrin ağırlığını şair duymamış, görməmiş deyildir. ona görə də şair Məhəmməd Xəlifə Aciz qəsidələrində İran ordusunun ruslara məğlub olması səbəblərini açıqlayan məqamları dilə gətirir:

Nə oldu ləşkbri-şahə ki, yeksər tarümar oldu?
Deyən bu ləşkərə gör zəxmi-çeşmi-ruzigar oldu.

Özün rüstəm deyən bir pərdə dalında qərip tutdu,
Vücudi--rəzm üçün dava günü simürğvar oldu.

Deyən Əfrasiyabəm asiyab içrə özün aldın,
Deyən İsfəndiyarəm saliki-ruhi fərar oldu.

Deyən güdərsəm axır zərd divar içrə gizləndi,
Fəramərzəm deyən farə, nə farə, susmar oldu.

Fəna çahında olsaydı plüncə ruyi-qərradə,
Qürur ilə özün Bijen deyən pünhani-ğar oldu.

Şair bədii suallarla şahı, hökümdarı mezəmmətləyir, onun indiyədək şan-şöhrətsahibi kimi özünü öyməsini tənqid edir və bu zaman hər bir sualın daxilində bir hiddət, qəzəb və yanğı aşkara çıxır. Şah ordusunun yerlə yeksan olmasının səbəbi nədir. Özünü Rüstəmə bərabər sayan İsfəndiyara, Əfrasiyaba, Güdərzlə, Fəramərzlə müqayisə edilən bir hökümdarın özünü öyməsi, "Qürur ilə özün Bijən" adlandıran şahın məğlubiyyəti bir-birini inkar edir.

Sədayi-tupi-xumparə yetənyerdən qaçan kimsə
Sipəhdari-sipahi-xosrovi-Cəmiqtidar oldu

İki dəstə gedən hər yerdə cəngə ahü zar ilə
Həzimət vəqti qaçmağa ki şövqü səd həzar oldu.

Şair döyüş yerindən qaçanları ittiam edir. İki dəstə üz-üzə fələrkən döyüşdən qaçanlar vətənə heç vaxt xidmət edə bilməzlər.

Kimisi nizəsin atdı ki, qəd göstərməsin xəmsə,
Kimi saldı qılınc beldən ki, həngami-fərar oldu.
Edən dilsərd cəngi-rusdən bu ləşgəri-şahi,
Meyi-biğəş, bütün-dilkən, sərayi-zərnigar oldu.

Hamısını nizəsini atıb qaçdı ki, düşmən onu öldürməsin, kimisi də qılıncını belindən salıb qaçdı ki, döyüşməsin. Bu frarilik vətən yolunda cihadnan qaçanların fəlakətidir.

Cihad etmək nə hacət ol sipan üçün ki, dünyada-
Yeri cənnət, ənisi rəşki-huri bir nigar oldu?-

şair kinyə edir. Cihaddan qaçanları lənətləyir. Onlara rişxəndlə yanaşır: cihad edənlərə hacət yoxdur, onların o dünyada yeri cənnət, dostları hirilər, pərilərdir.

Şair hər bir səbəb açıqlamağa çalışarkən bədii ittihama keçir. Rus ordusunun qarşısından qaçan şah əsgərlərinin hünərsizliyini tənqid edir.

Qəsidədə müharibəyə aid bir sıra ciddi mətləblərin hadisələrin də aşkara çıxarılmasına işarələr vardır. Məsələn, göstərilir ki, neçə dinsiz nasranilər almanlardan ordu düzəldib İrana hücum edib:

Neçə nəsraniyi-bidin çəkibdir nəmsədən ləşkər,
Açıb İranə dəsti-səltənət bedruzigar oldu.

Neçə rubahi-pürhiylə künami-şire üz qoydu,
Şəğali - bişə cürət eyləyib zeyğəm şikar oldu.

Bundan sonra şair "hansı İran içün qeyrət?" deyə sual edir. Deməli döyüşdən qaçmaq qeyrətsizlik əlamətidir və şah qoşunlarının məğlubuyyətinin də əsas səbəbin məhz qeyrətsizlikdir:

Hanı İran üçün qeyrət, bu yolda baş verən kimdir.
Bilinə daməni-himməm çalıb kim cannisar oldu.

Zərü zuri məcər İran şahının rusdan azdır?!
Bu yolda baş verən hansı əmiri-namdar oldu?

- Qeyrət olsa, bilinər "bu yolda baş verən kimdir", canını qurban edən kimdir. Şairin bədii ittihamı get-gedə qüvvətlənir: məgər İran şahının rusdan gücü, var-dövləti rusdan azdır ki, belə məğlub olur? Bu yolda hansı tanınmış, adlı-sanlı əmir baş verdi, döyüşmə girdi?
- Əgər qeyrət, hünər olsaydı deyərdilər ki, bu yolda kim öldü, kim qırıldı, kim yaralandı. Deməli, ittihamın bədii ifadəsi konkret əlamətləri üzə çıxarır.

Qalan meydan içində bir neçə təbin olub binam,
Qaçan sərtübi serhəngü sərani-namdar oldu-

meydan içində bir neçə adı-sanı olmayanlar qaldı, qaçanlar sərtib və sərhnglər - zabitlər, generallar oldu.

Gərək ölmək, nə dönmək, ser verib sərdarlıq almaq,
Buna iqrar edən yox, hansı düşmənlər şikar oldu?

- Yəni ölmək gərəkdir, nəinki qaçmaq, baş verib sərdarlıq alınmalıdır. Bu ittiham yuxarıdakı mədhlərə qarşı da əks cavab təsiri bağışlayır. Əgər belə bir igid, qəhrəman şah idisə, niyə ordusu məğlub olur, niyə əsgərləri, zabitləri, generalları fərarilik edir.

Güni ki, Gəncədən sındı, sipahi-cəngcu qaçdı,
Haman gün onlara rudi-krəs darül-qərar oldu-

Gəncədə məğlub olan qoşun geri qaçdı, döyüş olmadı, həmin gün onlara Araz çayında qərar tapdılar.

Çəkib kər Göncədə pəncə silahü şah,şahzadə,
Xətibin qanı ilən xaki-Gəncə laləzar oldu.

Əgər Gəncədə şahın zabitləri, əsgərləri vuruşubsa, Gəncə Xətibin qanı ilə laləzar oldu. Deməli, vuruşan da Gəncə Xətibi olub. Gəncədə başlanan məğlubiyyət bütün ölkəyə yayıldı. Düşmən qarşısında tab gətirməyib fərarilik edən şah qoşununun hansı şüca ətindən danışmaq olar. Beləliklə, bütün bunlar tarixi gerçəkliyi münasibətin əsas mahiyyətini əks etdirmiş olur. Aciz qəsidə fomasında yazdığı şerində tarixi hadisələri yada salır, ölkənin uğradığı fəlakətlərin səbəblərini açıqlayır. Bu qəsidələr həm də bədii ittihamdır. Tarix qarşısında cavabdeh olan bir hökümdarı bacarıqsızlığının bədii ifadəsi və tənqididir.

Ümumiyyətlə, qəsidə janırında tarixi köçəriliyi əks etdirmək tərzi Aciz yaradıcılığının başlıca keyfiyyətlərindən biridir. Bu ifadə həm də bədii-satrik bir ittiham təsiri bağışlayır.

I.3. ACİZ YARADICILIĞINDA XALQ ŞERİ TƏRZİNDƏN GƏLƏN LİRİZM

Məhəmməd Xəlifə Aciz yaradıcılığının ikinci sahəsi xalq şeri tərzidir. Şair xalq ədəbiyyatına bağlı olmuş, milli ədəbi fermalarda, milli bədii üslubda gözəl şerlər yazmış. Gəraylı, qoşma kimi aşıq şeri formaları xalq şerinin əsas janırlarındandır. Bu janrlarda çoxlu şerlər yazsa da , ancaq divanında gəraylıları verilmişdir. F.Qasımzadə bunun səbəbini belə izah edir:

“Divanına əsas etibarıilə qəzəl və qəsidələri daxil edilmiş, aşiq şeri sevgisində yazdığı əsərlərinə çox cüzi yer vermişdir ki, bu da şairin həmin formada az yazmasından deyil, divan tərtib edənin aşiq poeziyası tərzində yazdığı şerlərə əhəmiyyət verməməsindən irəli gəlmişdir ” (F.Qasımzadə. 1974, səh.76)

Məhəmməd Xəlifə Aciz aşıq şerinin bütün incəliklərinə bələddir. Onun lirik deyimi oynaq, sadə dillə ifadə etdiyi fikirləri ustad aşıq-şairin deyimləri və fikirləridir. Sadə, səmimi dillə ifadə etdiyi fikirlərdə gözəllik, məhəbbət, tərənnüm olunur:

Xalxalın Siyəhkəmərdə bir-
Siyehtelli pəri gördüm.
O gözləri Ayı-Günü,
Zöhrəni müştəri gördüm.

Bir mələkdir enib yerə,
Bənzəməz hərgiz bəşərə,
Pəri göründü nəzərə,
O mələkmənzəri gördüm.

Nə Şamda var, nə hələbdə,
Nə əcəmdə, nə ərəbdə.
Müxtəsər, zülməti-şəbdə
Xurşidi-ənvəri gördüm.

Gəraylıda tərənnüm olunana gözəl Xalxalın Siyəhkəmər əlindədir. Siyəhkəmərdə siyahtelli gözələn vurulan aşiq onun Aya, Günə, Zöhrəyə bənzər gözəlliyini təsvir edərkən romantik üslubdan bacarıqla istifadə edir. Real həyatda yaşayan bir gözələ pərilərə xas olan romantik duyğulardan tərif vermək tərzi xalq ədəbiyyatında işlədilən foetik fənlərdəndir.

Xalq şer dilində az-az işlənən tərkiblər, ifadələr də vardır ki, bu da klassik üslubda gələn əlamətdir. Bu barədə F.Qasımzadı belə yazırdı ki gəraylılarının sadə dildə və oynaq vəzndə yazılmasına baxmayaraq, bu parçalarda canlı danşıq dili təbii epitet və təşbehlərlə bərabər, qəzəldən keçən ifadə tərkiblərinə, sabitləşib süniləşmiş ümumi təşbeh və istiraələrə də rast gəlirik.

Bu dövrdə yaşamış başqa şairlərin şerlərində bu cəhətlər qabarıq deyil, Məsələn, Nəbatinin qoşma və gəraylılarında klassik qəzəl və qəsidədən gəlmə ifadələr azdır:

Bülbül kimi gül üzünə müştağam,
Tuti quşu dilli sənəm, ay sənəm.
Al-əlvan yanaqlı, nərgiz baxışlı,
Bənövşə tək iyli sənəm, ay sənəm!

Hər kim görsə səni, olur divanə
Düşər Məcnun kimi dağa məstanə,
Qurbanı olduğum yetişdi canə,
Qara həbəş xallı sənəm, ay sənəm...
(F.Qasımzadə. 1974. göstərilən kitabı: səh. 76).

Acizdə isə çətin ifadə və tərkiblər ehtiyac olmadığı halda tez-tez işlənir; məsələn:

Demə o sərvi-qaməti,
Qiyamında qiyaməti,
Qiyamətdir əlaməti,

Şirişin-məhşəri gördüm.

yaxud:

Olmuşam məni-binəva,
Dərdi-hicranə mübtəla,
Yarəb, nolur, gilgi-qəza
Bu yazıya qələm çəksin

Çünki ayrıldım canandan,
Mən keçmişəm belə candan,
Könül mülkünə hər yandan
Ləşgəri-qəm, ələm çəksin.

Bu bəndlərdəki "sərvi-qamət", "şiri-məhşər", "məni-binəva", "dərdi-hicran"mübtəla", "gilgi-qəza", "ləşgəri-qəm" kimi ifadələr klassik şerlərdən gəlmədir.

Acizin heca vəznində yazdığı şerlərinməzmun və mənası xalq şerinini fadə etdiyi mənalardan geri qalmır.

Bədii təsvir, bənzətmə obrazlı deyimlərlə verilir. Məsələn, "Ey fələk, günündən artıq " misrası ilə başlanan gəraylısı bu baxımdan xarakterikdir:

Ey fələk, günündən artıq,
Bu gözəlin camalı var.
Sənin bircə yeni ayın,
Bunun iki hilalı var.

-Ey bənzətmə nağıllarda olan "bir gözəl gördüm, bir gözəlüki, aya deyir, sən çıxma, mən çıxım, günə deyir: sən çıxma mən çıxım".

Di gəl haqdan keçmə fələk,
Əgər gələ yüz min mələk,
Gör hansının bu gözəl tək,
Ağ üzdə xəttü xalı var?

Nağıllarda olan "adamın ağlını başından alır. xəttü xalı, gül camalı" kimi bənzətmələr də xalq bədii dilində işlənir.

İstərsən, eylə imtahan,

De çıxsın xurşidi-taban,

Yar arizin etsin əyan,

Gör hansının zavalı var_

bu bənddə əks ifadələr ilə klassik qəzəl və qəsidələrdə işlənmiş ifadələrdir

Mən Acizəm, dərdin alım,

Sənə bəyandır əhvalım,

Bu dönüb baxmağın, zalım,

Bir ev yıxan xəyalı var·

(Cənubi Azərbycan Antologiyası, I c., səh. 192)

Bu müqayisələr əsasında Aciz şerlərinin bədii baxımdan o qədər də uğurlu olmadığını göstərir.

Ümumiyyətlə isə, Məhəmməd Xəlifə Acizin xalq şeri tərzində yazması, xalq ədəbi üslubuna üz tutması təsadüfi deyildir. Bu hər şeydən əvvəl onunla bağlıdır ki, bütün şairlər xalq ədəbiyyatı nümunələrinin işığında böyümüş, boya-başa çatmışlar. Hər bir uşaq və gənc xalq içərisində yayılmış onlarla nağıl və hekayəti, dastanı, lətifəni xalq dilindən etmişdir, ondan bəhrələnmişdir.

Beləlikə, qeyd etmək gərəkdir ki, XIX əsrin yarısında Azərbaycan ədəbiyyatında əsas aparıcı istiqamətlərdən biri olan xalq şeri tərzi təkcə Acizin deyil, o dövrdə yaşamış bütün şairlərin yaradıcılığı üçün xarakterik olmuşdur. Bu baxımdan onun qoşma və gəraylı formasından istifadə etməsi də təsadüfi deyildir.

Şerin ümumi ruhunda bir bədii sadəlik var. Məna baxımından da yenidir: bədii təsvir gözəlin zahiri görkəmini məcazi şəkildə əks etdirir: "sənin bircə ayın, bunun iki hilalı var" ifadəsi mənanın qüvvətləndirmişdir, bədii müqaisə məcazın əsas növlərindən biri kimi, şerdə bir cazibədarlıq yaratmışdır.

F.Köçərli Aciz şerlərinin bədii məziyyətlərindən bəhs etməklə bərabər, onlarda nöqsanlar haqqında da söz salmışdır. Məsələn, tədqiqatçı yazırdı:

"Aciz öz əsərində Azərbaycanın məşhur şairlərindən birisi hesab olunurmuş. onun bir çox mətin və abdar şer və qəzəlləri vardır ki, mənadan xali deyil. Vəli mürəbeat qismi əsərlərində çəndən millihət rəvanlıq və məlahət yoxdur. Xüsusən, Vaqifin kəlamı ilə onları yanaşı qoyduqda onların fərqi görünür" (F.Köçərli. Azərbaycan ədəbiyyatı . I c., B.1978,səh. 252).

NƏTİCƏ

Məxəmməd Xəlifə Aciz XIX əsrin birinci yarısında tanınmış şairlərdən olmuşdur. O, XVIII əsərin axırları, XIX əsrin birinci yarısında yaşayıb-yaratmışdır.

Aciz haqqında ayrıca monoqrafik tədqiqat aparılmamış, onun yaradıcılığının bədii xüsusiyyətləri təhlil edilməmişdir.

Klassik ədəbi ənənələrə bağlı olan Acizin yaradıcılığında iki üslub aparıcı yer tutur:

birincisi, klassik üslubdur ki, digər müasirləri kimi, onun da ədəbi irsinin bir hisəsini əhatə edir;

ikincisi, xalq şeri üslubudur ki, bu üslubda yazıb yaradan bütün şairlərdə olduğu kimi, Acizin milli duyğusu və duyumu qabarıqdır.

Qəzəl onun yaradıcılığında əsas janırlardan biridir. Qəzəllərdən iki mövzu diqqət mərkəzindədir: birincisi, eşq və məhəbbət, gözəllikdir. Burada saf, səmimi məhəbbət duyğuları bədii özəlliklər tərənnüm olunur.

Klassik ənənələr daxilində məhəbbət, eşq ən aparıcı və daimi mövzu olmuşdur. Aciz və digər şairlərdə klassik formalarda yeni məzmun və ideya vermək xüsusiyyəti XIX yüzillikdə diqqəti çəkən cəhətlərdən biri idi. Bu mənada, qəzəl formasında yeni məzmun və ideya ifadə etmək tərzi Acizin də şerlərində yeni keyfiyyətlərdən idi. Təbiət təsviri, insanın narahatlığı, cəmiyyətdəkieybəcərliklərə etiraz bu formada yazılmış şerlərin əsas keyfiyyətlərindən idi.

Məhəmməd Xəlifə Acizin yaradıcılığında klassik ənənələrə bağlılığın əlamətlərindən biri də qəsidə janrı idi. Aciz qəsidə formasından geniş istifadə etmişdir. Bu janırda yazdığı şerlərin mövzusu dövrün siyasi, ictimai problemləri ilə bağlıdır. Fətəli şah, Abbas Mirzə haqqında yazdığı qəsidələr mədhiyyə formasındadır. Lakin şair yeri gəldikcə özünün daxili narahatlıqlarını da ifadə etmişdir. XIX əsrin əvvllərin baş verən ən mühüm hadisə İran-Rusiya müharibəsidir. Şair bu müharibədə şah qoşunlarının məğlum olma səbəblərini dilə gətirir. Qeyrətsizliyi, düşmən qarşısından qaçmağı ən mənfi əlamət kimi tənqid edir.

Qəsildələri həm mədhiyyə üslubundadır, həm də tarixi hadisələrə, ictimai bəlalara münasibətin bədii inikası üsulunda.

Xalq yaradıcılığına bağlılıq Aciz yaradıcılığının əsas keyfiyyətlərindəndir. Onun divanında qəzəl və qəsidələr, müxəmməslərlə yanaşı, heca vəznində yazdığı şerlər də toplanmışdır. Lakin onun qoşma və digər formalı şerləri divanda tam əhatə olunmamışdır. Gəraylı formasında yazdığı şerlərdə xalq bədii dilinin aydın təsiri vardır.

Məhəmməd Xəlifə Aciz XIXəsr Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatının inkişafında, yəni keyfiyyətlə qazanmasında özünəməxsus yer tutmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Cənubi Azərbaycan ədəbiyyatı antolojiyası. Bakı, "Elm nəşriyyatı" 1981.səh183.
2. Tərbiyet Məhəmmədəli. Danişməndani - Azərbaycan, Bakı, Azərnəşr, 1987.səh.365.
3. Qasımzadə Feyzulla. XIX əsr Azərbaycan ədəbiyyatı tarixi. Bakı. "Maarif" 1974. səh 76.
4. Köçərli Firudin bə. Azərbaycan ədəbiyyatı . I c., B.1978,səh. 252.

TÜRK VE ALMAN KÜLTÜRÜNDE ATIN DEĞERİNİN EDEBİYATA YANSIMASI: KÖROĞLU DESTANI VE HEINRICH VON KLEIST'IN MICHAEL KOHLHAAS ESERLERİ ÖRNEĞİ

Dr.Öğr.Üyesi Ali BAYKAN
Selçuk Üniversitesi
Edebiyat Fakültesi
Karşılaştırmalı Edebiyat Bölümü
ORCİD: 0000 0002 4225 9809

Edebi eserlerin birçok özelliklerinin yanı sıra, bir diğer önemli işlevi de gerçek hayatta oluşan olayları Aristotales'in "Mimesis" yani "Taklit" yöntemi ile yansıtmasıdır. İnsanlara en yararlı ve onların ilk evcilleştirdiği hayvan olan At hemen hemen dünyadaki bütün milletlerin kültüründe, dolayısıyla edebiyatında müstesna bir konuma sahiptir. Başta Çin tarihi kaynakları olmak üzere, diğer birçok hatırı sayılır bilimsel kaynaklarda, Atı ilk evcilleştiren milletin Türkler olduğu, onlardan da başta Almanların atası olan Germenler daha sonra da başka milletler bu kutsal sanatı öğrendiği yazılıdır. Türk kültüründe; sahibinin kimliği ve en değerlisi bu çok yararlı hayvan "At, Avrat, Silah" üçlüsünün de başında gelir. Özellikle her iki ırk tarafından evcilleştirilen at, gücü, eti, sütü, derisi, kemiği, vefakârlığı vb. özellikleri ile sahibince ailenin diğer üyeleri ile eş tutulan insan muamelesi görmüştür. Türk ve Alman edebiyatında atın başka benzer değerlerini konu alan, hatırı sayılır sayıda her edebi türden yazılmış klasik eserler mevcuttur. Atın odak noktasında olduğu Türk dünyası ortak kültürünü, edebiyata yansıtan nadide eserlerin başında gelen "Köroğlu" ve ataları Germenler olan Almanların benzer değerlerini taşıyan Heinrich von Kleist'ın "Michael Kohlhaas" adlı eseri, başta Karşılaştırmalı Edebiyat Yöntemi olmak üzere, başka birkaç edebi yöntemi de içinde barındıran Çoğulcu Edebiyat Yöntem ile, farklı kültürleri olan, ancak *At* kültüründe oldukça fazla benzer özelliklere sahip Türk ve Almanların tarihlerinde ve gerçekçi özellikleri içeren eserlerindeki at ve atın değeri ile ilgili benzerlikler ve farklılıklar adı geçen eserler bağlamında karşılaştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler : At, Türk, Alman ,Köroğlu, Kleist.

AZERBAYCAN'DA SOSYAL ALANDA YAPAY ZEKA UYGULAMALARI VE ETİK SORUNLAR

Azerbaycan Bakü,Ruhangiz Aliyeva , AzerbaycanÜniversitesi

ruhangiz.aliyeva@au.edu.az,ORCID: 0000-0001-5744-9042

ÖZET

Yapay zeka (YZ) teknolojilerinin geliştirilmesi, Azerbaycan'da sosyal hizmetlerin, yönetimin, vatandaş memnuniyetinin ve sosyal süreçlerin verimliliğini artırma potansiyeline sahiptir. Dijital dönüşüm stratejileri çerçevesinde, YZ hem sosyal güvenlik sisteminin optimizasyonunda, hem sosyal koruma hizmetlerinin dijitalleştirilmesinde hem de risk gruplarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda, etik ilkeler - veri gizliliği, adalet, ayrımcılık riski, şeffaflık ve hesap verebilirlik - YZ sistemlerinin sosyal alanda uygulanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Makale, Azerbaycan'da YZ'nin sosyal alanda uygulanma olanaklarını, mevcut sorunları ve etik zorlukları analiz etmekte ve politika önerileri sunmaktadır.Yapay zeka teknolojilerinin sosyal alanda uygulanması dünya çapında hızla yaygınlaşmaktadır. 2023-2024 yıllarında, YZ tabanlı sosyal hizmet sistemleri 60'tan fazla ülkede uygulanmaya başlanmış ve dijital yönetişimin temel bir bileşeni haline gelmiştir. Son yıllarda Azerbaycan, "Dijital Dönüşüm Stratejisi 2022-2030", "ASAN hizmet" modeli, "e-Sosyal" platformu ve "DOST Ajansları" aracılığıyla sosyal hizmetlerin dijitalleştirilmesine de özel bir önem vermiştir.2024 verilerine göre, Azerbaycan'da internet penetrasyonu %88, dijital kamu hizmetlerinin kullanım oranı ise %80'in üzerindedir. Bu göstergeler, yapay zekânın uygulanması için verimli bir dijital altyapının mevcut olduğunu göstermektedir. Azerbaycan'da sosyal alanda yapay zekânın uygulanması büyük bir potansiyele sahiptir: kamu hizmetlerini hızlandırır, şeffaflığı artırır, yolsuzluğu azaltır ve sosyal refah programlarını optimize eder. Ancak etik sorunlar - veri gizliliği, önyargı, şeffaflık boşlukları ve psikososyal riskler - yapay zekâ kullanımının dikkatli bir şekilde düzenlenmesini gerektirmektedir. Dengeli ve etik bir yaklaşımla yapay zekâ, Azerbaycan'da sosyal adaletin güçlendirilmesine, savunmasız grupların korunmasına ve sürdürülebilir sosyal kalkınmanın sağlanmasına önemli katkılarda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: yapay zekâ; sosyal hizmetler; etik sorunlar; algoritmik ayrımcılık; e-sosyal;

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE SOCIAL FIELD IN AZERBAIJAN AND ETHICAL ISSUES.

Azerbaijan Baku,Ruhangiz Aliyeva , Azerbaijan University

ruhangiz.aliyeva@au.edu.az,ORCID: 0000-0001-5744-9042

ABSTRACT

The development of artificial intelligence (AI) technologies has the potential to increase the efficiency of social services, management, citizen satisfaction and social processes in Azerbaijan. Within the framework of digital transformation strategies, AI is used both in the optimization of the social security system, in the digitization of social protection services, and in the identification of risk groups. At the same time, ethical principles — data confidentiality, fairness, risk of discrimination, transparency and accountability — play an important role in the application of AI systems in the social environment. The article analyzes the possibilities of applying AI in the social field in Azerbaijan, existing problems and ethical challenges, and provides policy recommendations. The application of artificial intelligence technologies in the social field is rapidly expanding around the world. In 2023–2024, AI-based social service systems began to be implemented in more than 60 countries and have become a key component of digital governance. In recent years, Azerbaijan has also attached special importance to the digitalization of social services through the “Digital Transformation Strategy 2022–2030”, the “ASAN service” model, the “e-Social” platform and “DOST Agencies”. According to data from 2024, internet penetration in Azerbaijan is 88%, and the level of use of digital public services is more than 80%. These indicators indicate that there is a fertile digital infrastructure for the application of AI. The application of artificial intelligence in the social sphere in Azerbaijan has great potential: it accelerates public services, increases transparency, reduces corruption and optimizes social welfare programs. However, ethical issues — data privacy, bias, transparency gaps, and psychosocial risks — require careful regulation of AI use. With a balanced and ethical approach, AI can make a significant contribution to strengthening social justice, protecting vulnerable groups, and ensuring sustainable social development in Azerbaijan.

Keywords: artificial intelligence; social services; ethical issues; algorithmic discrimination; e-social;

AZERBAYCAN'DA EĞİTİM VE SOSYALLEŞME SÜRECİNDE YAPAY ZEKANIN ROLÜ

Azerbaycan Bakü,Ruhangiz Aliyeva , AzerbaycanÜniversitesi

ruhangiz.aliyeva@au.edu.az,ORCID: 0000-0001-5744-9042

ÖZET

Yapay zeka (YZ) teknolojileri, 21. yüzyılda eğitim sisteminin ve gençlerin sosyalleşme sürecinin önemli bir unsuru olarak hareket etmektedir. Azerbaycan, son yıllarda dijital eğitim altyapısını hızla geliştirmiş ve BİT tabanlı öğrenme modelleri, kişiselleştirilmiş öğrenme platformları, sanal öğretmenler ve akıllı değerlendirme sistemleri uygulamaya başlamıştır. Bu makale, YZ'nin Azerbaycan'da eğitim kalitesi, sosyalleşme, gençlerin kişilik gelişimi, katılım ve eşit fırsatlar üzerindeki etkisini analiz etmektedir. Ayrıca, YZ'nin olumsuz etkileri ve etik riskleri de ele alınmaktadır. Azerbaycan, dijital dönüşüm stratejilerinin bir parçası olarak eğitim alanındaki teknolojik yeniliklere yoğun yatırım yapmaktadır. Ülkedeki internet penetrasyon oranının 2024 yılında %88 olması ve okulların %80'inden fazlasında dijital eğitim kaynaklarının kullanılması, eğitim alanında yapay zeka sistemlerinin uygulanması için elverişli bir temel oluşturmaktadır. Pandemi sonrasında, "sanal okul", "e-ders kitabı", "Öğrenci Kabini", "MIQ çevrimiçi kaynakları" ve "Eğitim sisteminde ASAN İmzası" gibi hizmet ve platformların kullanımı, yapay zekanın yaygın kullanımına geçiş sürecini hızlandırmıştır. Yapay zeka, öğretimin kişiselleştirilmesi, kapsayıcı eğitim, öğrenci analitiği ve öğrenme verimliliği gibi alanlarda ciddi gelişmeler yaratma gücüne sahiptir. Aynı zamanda, gizlilik, tarafsızlık, sosyal izolasyon ve öğretmenin rolünün zayıflaması gibi etik konular da dikkatlice yönetilmelidir. Yapay zeka, doğru ve etik bir şekilde uygulandığında, Azerbaycan eğitim sisteminin modernizasyonuna ve gençlerin sosyal gelişimine önemli katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: yapay zekâ, eğitim teknolojileri, sosyalleşme, dijital eğitim, kapsayıcı eğitim.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE EDUCATION AND SOCIALIZATION PROCESS IN AZERBAIJAN

Azerbaijan Baku,Ruhangiz Aliyeva , Azerbaijan University

ruhangiz.aliyeva@au.edu.az,ORCID: 0000-0001-5744-9042

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) technologies act as an important element of the education system and the socialization process of youth in the 21st century. In recent years, Azerbaijan has rapidly developed its digital education infrastructure and has begun to implement ICT-based learning models, personalized learning platforms, virtual teachers, and intelligent assessment systems. This article analyzes the impact of AI on the quality of education, socialization, personality development of youth, inclusion, and equal opportunities in Azerbaijan. It also discusses the negative impacts and ethical risks of AI. As part of its digital transformation strategies, Azerbaijan is investing extensively in technological innovations in the field of education. The Internet penetration rate in the country in 2024 will be 88%, and the use of digital educational resources in more than 80% of schools creates a favorable basis for the application of artificial intelligence systems in the field of education. After the pandemic, the use of services and platforms such as “virtual school”, “e-textbook”, “Student Cabinet”, “MIQ online resources”, “ASAN Signature in the education system” has accelerated the transition process to the widespread use of artificial intelligence. has the potential. AI has the power to create serious developments in areas such as personalization of teaching, inclusive education, student analytics and learning efficiency. At the same time, ethical issues — privacy, impartiality, social isolation and weakening of the teacher’s role — must be carefully managed. AI, if applied correctly and ethically, will make a significant contribution to the modernization of the Azerbaijani education system and the social development of youth. Keywords artificial intelligence, educational technologies, socialization, digital education, inclusive education, algorithmic bias, data privacy, adaptive learning, Azerbaijan, youth development, education policy.

Keywords: artificial intelligence, educational technologies, socialization, digital education, inclusive education.

YUSIF VEZIR ÇEMENZEMINLI VE FOLKLOR ARAŞTIRMALARI: TÜRK EDEBIYATINDA MILLI MIRASIN IZINDE

Phd, Doçent, Babayeva Malahat Ramiz kızı
ADPU, Edebiyat Bölümü
milababayeva@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-3600-8499

Özet

Yusif Vezir Çemenzeminli (1887–1943), Azerbaycan edebiyatının önemli isimlerinden biri olarak, folklor araştırmalarına verdiği katkılarla dikkat çeker. Onun çalışmaları, Azerbaycan halk edebiyatının sözlü geleneklerini, destanlarını, halk hikâyelerini ve şiirlerini derinlemesine analiz etmeye odaklanmıştır. Bu makale, Çemenzeminli'nin folklor araştırmalarını, metodolojisini ve Türk halk edebiyatının korunmasına ve geliştirilmesine yaptığı katkıları incelemektedir.

Araştırma kapsamında niteliksel içerik analizi ve karşılaştırmalı edebiyat yöntemleri kullanılmıştır. Çemenzeminli 'nin folklor derlemeleri, halk anlatılarının yapısal özelliklerini ve tematik çeşitliliğini ortaya koyarken, aynı zamanda milli kimliğin korunmasında ve kültürel mirasın aktarılmasında önemli bir araç olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, yazarın folklor çalışmalarının yalnız edebiyat alanında değil, sosyal ve kültürel bağlamda da kalıcı etkiler yarattığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Yusif Vezir Çemenzeminli, Azerbaycan folkloru, halk edebiyatı, sözlü gelenek, kültürel miras, anlatı çözümlemesi, folklor araştırmaları

Summary

Yusif Vezir Çemenzeminli (1887–1943) is a prominent figure in Azerbaijani literature, recognized both as a novelist and a folklorist. His contributions to the preservation and study of Azerbaijani folk traditions have been instrumental in safeguarding the cultural heritage of the nation. Çemenzeminli's folkloric research was not limited to the mere collection of literary texts; it also involved a comprehensive analysis of oral narratives that reflect the historical, social, and cultural memory of the Azerbaijani people. In this regard, he provided a methodological framework that served as a model for subsequent researchers in the field of folklore studies.

His work encompasses various genres of Azerbaijani folk literature, including epic tales, folk stories, proverbs, songs, and oral poetry. Çemenzeminli examined each of these genres both structurally and thematically. For instance, he analyzed the epic structure of folk tales, the psychological depth of their characters, and the societal and moral messages conveyed in folk stories. By doing so, he extended the scope of folkloric research beyond literary analysis, integrating sociological and cultural anthropological perspectives into his studies.

The research in this article employs qualitative content analysis and comparative literary methods to examine Çemenzeminli's collections and their contributions to the preservation of national identity and cultural heritage. His work highlights the structural characteristics and thematic diversity of folk narratives, demonstrating that his studies had lasting effects not only within the literary domain but also within broader social and cultural contexts. Furthermore, Çemenzeminli's methodological approach-emphasizing fieldwork, comparative analysis, and thematic interpretation-distinguishes his work from that of other folklorists and offers a valuable framework for the systematic study of oral traditions.

This paper aims to provide a detailed examination of Yusif Vezir Çemenzeminli's folkloric research, his methodological strategies, and his contributions to the conservation and development of Azerbaijani folk literature. Moreover, his work offers a comparative perspective relevant to Turkish folk literature studies and demonstrates the importance of documenting and analyzing cultural heritage using rigorous scholarly methods.

Keywords: Yusif Vəzir Çemenzeminli , Azerbaijani folklore, folk literature, oral tradition, cultural heritage, narrative analysis, folk studies

Giriş

Yusif Vezir Çemenzeminli , Azerbaycan edebiyatının hem romancı hem de folklor araştırmacısı olarak önemli bir rol oynamıştır. Eserlerinde ve araştırmalarında, halkın sözlü geleneklerini toplamak ve analiz etmek, milli kültürel mirası korumak onun öncelikli hedeflerinden biri olmuştur. Çemenzeminli 'nin folklor çalışmaları, yalnız edebi metinleri değil, aynı zamanda toplumun tarihsel ve kültürel hafızasını yansıtan sözlü anlatıları da kapsamaktadır.

Bu makale, Çemenzeminli 'nin folklor araştırmalarını, kullanılan yöntemleri ve elde ettiği sonuçları kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, onun çalışmaları üzerinden Azerbaycan halk edebiyatının korunması ve gelecek nesillere aktarılması sürecine katkısı da değerlendirilecektir.

Onun çalışmaları, halk hikâyeleri, destanlar, türküler, maniler ve halk şiirlerinin derlenmesi ve sistematik olarak analiz edilmesini içermektedir. Özellikle sözlü anlatıların tematik ve yapısal çözümlemesini yaparken, karakterler, motifler, anlatı türleri ve anlatım teknikleri üzerinde yoğunlaşmıştır.

Çemenzeminli 'nin folklor araştırmalarında kullandığı temel metodlar şunlardır:

1. Saha çalışmaları: Köylerde yaşayan halk ile doğrudan iletişim kurarak, destanlar, hikâyeler ve türküler toplamıştır.
2. Karşılaştırmalı analiz: Toplanan anlatıları farklı bölgeler ve farklı dönemlerdeki metinlerle karşılaştırarak motif ve tema analizleri yapmıştır.

3. Sözlü geleneklerin belirlenmesi: Halk edebiyatının sözlü karakterini koruyarak, metinlerin yazıya geçirilmesinde özgünlüğü ön planda tutmuştur.

4. Tematik çözümleme: Folklorik metinlerde aşk, kahramanlık, doğa, sosyal adalet ve ahlak gibi ana temaları tespit etmiş ve açıklamıştır.

Bu metodlar sayesinde Çemenzeminli, folklor araştırmalarını hem akademik bir disiplin olarak geliştirmiş hem de Azerbaycan kültürel mirasının sistematik şekilde belgelenmesine katkı sağlamıştır.

Çemenzeminli 'nin araştırmalarında öne çıkan ana temalar şunlardır:

1. Milli Kimlik ve Kültürel Miras: Halk edebiyatının, toplumun tarihsel ve kültürel kimliğini yansıttığı vurgulanmıştır.

2. Ahlak ve sosyal değerler: Halk hikâyelerinde ve destanlarda yer alan toplumsal değerler detaylı şekilde analiz edilmiştir.

3. Doğa ve insan ilişkisi: Doğa unsurları, karakterlerin davranışları ve duygusal dünyası ile ilişkilendirilmiş, anlatılara sembolik derinlik kazandırılmıştır.

4. Kadın ve erkek karakterlerin rolü: Halk anlatılarında kadın ve erkek karakterlerin işlevi, toplumsal ve kültürel bağlamda incelenmiştir.

Bu tematik analizler, Çemenzeminli 'nin folklor araştırmalarının sadece edebiyat değil, aynı zamanda sosyoloji ve kültürel antropoloji boyutlarını da kapsadığını göstermektedir.

Çemenzeminli 'nin bazı önemli çalışmalarına örnekler:

Destan derlemeleri: Azerbaycan halk destanlarının sistematik olarak derlenmesi ve analiz edilmesi.

Halk hikâyeleri: Köy anlatılarının toplandığı ve karakter, motif ve tema analizinin yapıldığı eserler.

Halk şiirleri ve türküler: Sözlü şiir ve türküler üzerinden toplumsal değerlerin ve kültürel kodların incelenmesi.

Bu eserler, hem akademik hem de kültürel miras açısından büyük öneme sahiptir ve günümüzde de araştırmacılar tarafından kaynak olarak kullanılmaktadır.

Çemenzeminli 'nin folklor araştırmaları, çağdaş eleştirmenler tarafından şu açılardan değerlendirilmektedir:

1. Bilimsel Yaklaşım: Metinlerin derlenmesi ve sistematik analizi, modern folklor biliminin yöntemlerine uygundur.

2. Kültürel koruma: Azerbaycan halk kültürünün belgelenmesi ve gelecek kuşaklara aktarılması açısından kritik rol oynamıştır.

3. Edebi etki: Çemenzeminli ’nin araştırmaları, Azerbaycan edebiyatındaki modern roman ve hikâye tekniklerinin gelişimine de katkı sağlamıştır.

Sonuç

Yusif Vezir Çemenzeminli’nin folklor araştırmaları, Azerbaycan kültürel mirasının korunması ve edebiyatın gelişimi açısından büyük öneme sahiptir. Onun metodolojik yaklaşımı, saha çalışmaları, tematik çözümlemeleri ve sözlü anlatılara verdiği önem, sadece Azerbaycan folklorunun değil, aynı zamanda Türk halk edebiyatının ve genel olarak sözlü kültür mirasının araştırılmasına da ışık tutmaktadır. Çemenzeminli ’nin çalışmaları, hem akademik hem de kültürel açıdan günümüzde de referans niteliğinde olup, gelecek araştırmalar için zengin bir kaynak oluşturmaktadır.

AZERBAYCAN'DA GÖÇÜN SOSYO-EKONOMİK SONUÇLARI

Azerbaycan Bakü,Ruhangiz Aliyeva , Azerbaycan Üniversitesi [1]
ruhangiz.aliyeva@au.edu.az ,ORCİD; 0000-0001- 5744-9042

ÖZET

Bu makale, Azerbaycan için yurtdışına göçün sosyal ve ekonomik sonuçlarını analiz etmektedir. Çalışma, işgücü kaynaklarındaki azalma, beyin göçü, para transferlerinin ekonomik rolü, aile yapılarındaki değişimler ve sosyal entegrasyon sorunları gibi temel eğilimleri değerlendirmektedir. Sonuçlar, yurtdışına göçün hem olumlu hem de olumsuz etkileri olduğunu göstermektedir: Bir yandan para transferleri ve yurtdışında edinilen deneyimler ekonomik kalkınmaya katkıda bulunurken, diğer yandan ülkede nitelikli personel açığı, demografik dengesizlikler ve sosyal sorunlar yaratmaktadır. Makale, göç yönetiminde kapsamlı ve dengeli politikaların önemini vurgulamaktadır. Göç süreçleri, Azerbaycan için olduğu kadar küresel olarak da büyük sosyal ve ekonomik öneme sahiptir. Son yıllarda, işgücü piyasasındaki zorluklar, daha yüksek gelir fırsatları, eğitim ve yaşam standartları gibi çeşitli sosyoekonomik nedenlerle ülkeyi terk eden göçmen sayısı artmıştır. Bu süreç, hem ülke içinde kaynakların yeniden dağıtılmasına hem de çeşitli sosyal değişimlerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Makalenin amacı, Azerbaycan için yurtdışına göçün temel sosyo-ekonomik sonuçlarını kapsamlı bir şekilde analiz etmektir. Yurtdışına göç, Azerbaycan için hem olumlu hem de olumsuz sosyo-ekonomik sonuçlara sahiptir. İşgücü kaynaklarındaki azalma ve beyin göçü ekonomi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olsa da, para transferleri ve diasporanın faaliyetleri olumlu katkılar sağlamaktadır. Göçün etkili bir şekilde yönetilmesi için, devlet politikaları sosyo-ekonomik kalkınma stratejileriyle koordine edilmeli ve hem göç akışlarını optimize etmek hem de olası olumsuz etkileri azaltmak için kapsamlı bir yaklaşım uygulanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: göç, beyin göçü, işgücü piyasası, para transferleri, sosyal etkiler.

SOCIO-ECONOMIC CONSEQUENCES OF MIGRATION FOR AZERBAIJAN

Azerbaycan Bakü,Ruhangiz Aliyeva , Azerbaycan Üniversitesi [1]

ruhangiz.aliyeva@au.edu.az ,ORCİD; 0000-0001- 5744-9042

ABSTRACT

The article analyzes the social and economic consequences of migration abroad for Azerbaijan. The study assesses such main trends as the decline in labor resources, brain drain, the economic role of remittances, changes in family structures, and problems of social integration. The results show that migration abroad has both positive and negative effects: on the one hand, remittances and experience gained abroad contribute to economic development; on the other hand, it creates a shortage of qualified personnel, demographic imbalances, and social problems in the country. The article emphasizes the importance of comprehensive and balanced policies in managing migration. Migration processes are of great social and economic importance for Azerbaijan, as well as globally. In recent years, the number of migrants leaving the country has increased due to various socio-economic reasons - difficulties in the labor market, higher income opportunities, education, and living standards. This process leads to both the redistribution of resources within the country and the emergence of various social changes. The aim of the article is to comprehensively analyze the main socio-economic consequences of migration abroad for Azerbaijan. Migration abroad has both positive and negative socio-economic consequences for Azerbaijan. Although the decline in labor resources and brain drain have a negative impact on the economy, remittances and the activities of the diaspora make positive contributions. For effective management of migration, state policy should be coordinated with socio-economic development strategies, and a comprehensive approach should be applied both to optimize migration flows and reduce potential negative impacts.

Keywords: migration, brain drain, labor market, remittances, social impacts.

YAPAY ZEKA VE İNSAN SERMAYESİ YÖNETİMİ: GELECEK YAKLAŞIMLARI

Azerbaycan Bakü,Ruhangiz Aliyeva , Azerbaycan Üniversitesi [1]
ruhangiz.aliyeva@au.edu.az ,ORCİD; 0000-0001- 5744-9042

YAPAY ZEKA VE İNSAN SERMAYESİ YÖNETİMİ: GELECEK YAKLAŞIMLARI

ÖZET

Bu makale, yapay zekanın (YZ) insan sermayesi yönetimi üzerindeki etkisini ve gelecekte uygulanabilecek yönetim modellerini analiz etmektedir. Modern işgücü piyasasındaki dijitalleşme süreçleri, personel seçimi, eğitim, performans değerlendirmesi ve stratejik planlamada YZ teknolojilerinin rolünü artırmıştır. Çalışma, YZ uygulamasının kuruluşlarda verimliliği artırmasının yanı sıra, çalışan becerilerinin yenilenmesini gerektirdiğini ve yeni yetkinlik modellerinin oluşturulması için koşullar yarattığını göstermektedir. Makale ayrıca, insan-makine iş birliğinin yönetimi, etik çerçeveler ve gelecekteki riskler konusunda önerilerde bulunmaktadır. Küresel dijitalleşme çağında, insan sermayesi yönetimi yeni teknolojik zorluklarla karşı karşıyadır. Yapay zeka sistemleri, işgücü piyasasının yapısını değiştirmekte ve kuruluşların insan kaynakları yönetimine yeni yaklaşımlar uygulamasını gerektirmektedir. Büyük veri işleme, öngörücü analitik, makine öğrenimi ve otomasyon gibi teknolojiler insan faktörünü tamamlamakta ve yönetim süreçlerini daha verimli, objektif ve esnek hale getirmektedir. Yapay zeka, insan sermayesi yönetimine yeni yaklaşımlar sunmakta ve kuruluşlarda verimliliği önemli ölçüde artırmaktadır. Ancak etik zorluklar, yetkinlik gereklilikleri ve sosyal riskler de göz önünde bulundurulmalıdır. Geleceğin iş modeli, insan ve makine sinerjisine dayanacak ve bu sürecin başarısı, insan sermayesinin yenilenmesine, doğru stratejilere ve sorumlu yönetime bağlı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: yapay zekâ, insan sermayesi, dijital dönüşüm, İK teknolojileri, beceri geliştirme.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND HUMAN CAPITAL MANAGEMENT: FUTURE APPROACHES

Azerbaycan Bakü,Ruhangiz Aliyeva , Azerbaycan Üniversitesi [1]

ruhangiz.aliyeva@au.edu.az ,ORCİD; 0000-0001- 5744-9042

ABSTRACT

This article analyzes the impact of artificial intelligence (AI) on human capital management and the management models that may be applied in the future. Digitalization processes in the modern labor market have increased the role of AI technologies in personnel selection, training, performance evaluation, and strategic planning. The study shows that the application of AI, along with increasing efficiency in organizations, requires the renewal of employee skills and creates conditions for the formation of new competency models. The article also puts forward proposals on the management of human-machine cooperation, ethical frameworks, and future risks. In the era of global digitalization, human capital management is faced with new technological challenges. Artificial intelligence systems are changing the structure of the labor market and requiring organizations to apply new approaches to human resource management. Technologies such as big data processing, predictive analytics, machine learning and automation complement the human factor and make management processes more efficient, objective and flexible. Artificial intelligence provides new approaches to human capital management and significantly increases efficiency in organizations. However, ethical challenges, competency requirements and social risks must be taken into account. The business model of the future will be based on the synergy of man and machine, and the success of this process will depend on the renewal of human capital, the right strategies and responsible management.

Keywords: artificial intelligence, human capital, digital transformation, HR technologies, skills development.

ŞİRVANŞAHLAR DÖVLƏTİ VƏ ONUN MEMARLIQ İRSİNİN TARİXİ ƏHƏMİYYƏTİ

Gültəkin Atəş qızı Abdullayeva
pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
ORCİD: 0009-0009-5332-2146
Pion2691@rambler.ru

Xülasə

Azərbaycan tarixində mühüm rol oynamış dövlətlərdən biri də Şirvanşahlar dövlətidir. Bu dövlət IX əsrdən XVI əsrə qədər, təxminən 700 il boyunca Cənubi Qafqazın siyasi, mədəni və iqtisadi həyatında mühüm yer tutmuşdur. Uzunömürlü olması, müstəqil siyasət yürütməsi və zəngin mədəni irs yaratması ilə seçilən Şirvanşahlar dövləti Azərbaycan dövlətçilik ənənələrinin formalaşmasında xüsusi rol oynamışdır.

Şirvanşahlar dövləti Azərbaycan memarlıq tarixində xüsusi yer tutan zəngin və orijinal memarlıq irsi yaratmışdır. Bu irsin ən parlaq nümunəsi XV əsrdə Bakı şəhərində inşa edilmiş "Şirvanşahlar Sarayı Kompleksi"dir. Şirvanşahlar Sarayı Kompleksi "Şirvan-Abşeron memarlıq məktəbinin" ən yüksək nailiyyəti hesab olunur.

Şirvanşahlar Sarayı Kompleksi bir neçə tikilidən ibarət olub, vahid memarlıq ansamblı kimi düşünülmüşdür. Kompleks bir-biri ilə funksional və kompozisiya baxımından əlaqəli olan ictimai, dini, yaşayış və dəfn tikililərindən ibarətdir. Saray kompleksinin özünəməxsus xüsusiyyəti ondadır ki, tikililər təkcə ayrı-ayrı memarlıq abidəsi kimi deyil, həm də birlikdə harmonik şəkildə bütöv bir saray mühiti yaradır.

Şirvanşah I Xəlilullahın və onun varislərinin təşəbbüsü ilə formalaşmış bu monumental kompleks orta əsr Şərq saray memarlığının ən gözəl nümunələrindən biri hesab olunur. Kompleks 2000-ci ildən etibarən UNESCO-nun Dünya İrs Siyahısına daxil edilmişdir ki, bu da onun bəşəri əhəmiyyətini təsdiq edir.

Açar sözlər: memarlıq məktəbi, mədəni irs, saray mühiti

THE SHIRVANSHAHS' STATE AND THE HISTORICAL SIGNIFICANCE OF ITS ARCHITECTURAL HERITAGE

Abstract

One of the states that played an important role in the history of Azerbaijan is the Shirvanshahs state. This state held an important place in the political, cultural, and economic life of the South Caucasus for approximately 700 years, from the 9th to the 16th century. Distinguished by its longevity, independent policy, and rich cultural heritage, the Shirvanshahs state played a special role in the formation of Azerbaijani statehood traditions.

The Shirvanshah state created a rich and original architectural heritage that holds a special place in the history of Azerbaijani architecture. The most brilliant example of this heritage is the “Shirvanshahs' Palace Complex,” built in the 15th century in the city of Baku. The Shirvanshahs' Palace Complex is considered the highest achievement of the “Shirvan-Absheron school of architecture.”

The Shirvanshahs' Palace Complex consists of several buildings and was conceived as a unified architectural ensemble. The complex consists of public, religious, residential, and funerary buildings that are functionally and compositionally interconnected. A distinctive feature of the palace complex is that the buildings, while functioning as individual architectural monuments, also harmoniously come together to create a unified palace environment.

This monumental complex, shaped under the patronage of Shirvanshah I Khalilullah and his successors, is considered one of the finest examples of medieval Eastern palace architecture. The complex has been inscribed on the UNESCO World Heritage List since 2000, confirming its universal significance.

Keywords: school of architecture, cultural heritage, palace environment

ƏMƏK BAZARI RƏQƏMSALLAŞMASININ ÜDM ARTIM POTENSİLINA TƏSİRİ:AZƏRBAYCANNÜMUNƏSİNDƏ.

Azerbaycan Bakü,Ulviyya Mehdiyeva , AzerbaycanÜniversitesi
ulviyya.mehdiyeva@au.edu.az,ORCID: 0009-0006-3375-6500

XÜLASƏ

Əmək Bazarı Rəqəmsallaşmasının Azərbaycanın Ümumi Daxili Məhsulunun (ÜDM) davamlı artım potensialına təsir mexanizmlərini təhlil önəmlidir. Azərbaycanın iqtisadiyyatı "ağıllı kapital" dövrünə keçid ərəfəsindədir. Əsas problem rəqəmsallaşmanın yaratdığı potensialdan tam yararlanmaq üçün mövcud insan kapitalı ilə yeni tələblər arasındakı bacarıq boşluğunu aradan qaldırmaqdır. Bu boşluğun aradan qaldırılmasının ÜDM-i necə katalizator etdiyini empirik olaraq araşdırmaq vacibdir. Azərbaycanın milli statistik məlumatları əsasında kəmiyyət və keyfiyyət metodlarının (mixed-method) kombinasiyasına əsaslanır. Ekonometrik modelləşdirmə vasitəsilə əmək bazarının rəqəmsallaşma səviyyəsi (rəqəmsal platformaların yayılması, çevik iş rejimləri) ilə əmək məhsuldarlığı və ÜDM dinamikası arasında asılılıq təhlil edilir. Nəticələr islahatların ÜDM artımını sürətləndirəcək xüsusi kanallarını müəyyənləşdirmək üçün beynəlxalq təcrübələrlə müqayisəli şəkildə qiymətləndirilir., əmək bazarı rəqəmsallaşması Azərbaycanda struktur işsizliyini azaldaraq və məhsuldarlığı artıraraq ÜDM potensialını əhəmiyyətli dərəcədə gücləndirir. Xüsusilə, rəqəmsal bacarıqların modernləşdirilməsi və institusional çevikliyin artırılması iqtisadiyyatı daha inklusiv və dayanıqlı edən kritik katalizatorlardır. Lakin rəqəmsal bərabərsizlik və bacarıq uyğunsuzluğu, bu potensialın tam reallaşmasına mane olan əsas struktur problemləri olaraq qalır. ÜDM artım tempini davamlı etmək üçün təhsil sisteminin çevikləşdirilməsi, rəqəmsal savadlılıq proqramlarına investisiya, və rəqəmsal məşğulluğu tənzimləyən əmək qanunvericiliyinin modernləşdirilməsi kimi hədəfə yönəlmiş siyasət tövsiyələri təqdim olunur.

Açar Sözlər: Rəqəmsallaşma, Əmək Bazarı İslahatları, ÜDM Artımı, İnsan Kapitalı, Əmək Məhsuldarlığı, Azərbaycan.

THE MPACT OF LABOR MARKET DİGİTALİZARİON ON GDP GROWTH POTENTIAL: THE CASE OF AZERBAIJAN/

Azerbaijan Baku,Ulviyya Mehdiyeva , Azerbaijan University
ulviyya.mehdiyeva@au.edu.az,ORCID: 0009-0006-3375-6500

ABSTRACT

It is important to analyze the mechanisms through which labor market digitalization influences the potential for sustainable growth of Azerbaijan's Gross Domestic Product (GDP). The Azerbaijani economy is on the verge of transitioning into the era of "smart capital." The main challenge lies in bridging the skills gap between the existing human capital and the new demands to fully capitalize on the potential generated by digitalization. Empirically investigating how closing this gap acts as a catalyst for GDP is crucial. This study employs a combination of quantitative and qualitative methods (mixed-method) based on Azerbaijan's national statistical data. Using econometric modeling, the relationship between the level of labor market digitalization (measured by the proliferation of digital platforms and flexible work arrangements) and labor productivity and GDP dynamics is analyzed. The results are comparatively assessed against international best practices to identify specific channels through which reforms will accelerate GDP growth.The findings indicate that labor market digitalization significantly strengthens Azerbaijan's GDP potential by reducing structural unemployment and increasing productivity. Specifically, the modernization of digital skills and the enhancement of institutional flexibility are critical catalysts that make the economy more inclusive and sustainable. However, digital inequality and skills mismatch remain key structural challenges hindering the full realization of this potential.Targeted policy recommendations are presented to sustain the GDP growth rate, including: flexibilization of the education system, investment in digital literacy programs, and modernization of labor legislation to regulate digital employment.

Keywords: Digitalization, Labor Market Reforms, GDP Growth, Human Capital, Labor Productivity, Azerbaijan.

AZƏRBAYCANIN İQTİSADİ DİVERSİFİKASİYASI: QEYRİ-NEFT ÜDM-NİN STATİSTİK DİNAMİKASI, POTENSİAL ARTIM VƏ ARTIMIN DAYANIQLIĞI

Azerbaycan Bakü,Ulviyya Mehdiyeva , AzerbaycanÜniversitesi

ulviyya.mehdiyeva@au.edu.az,ORCID: 0009-0006-3375-6500

XÜLASƏ

Bu tədqiqat, Azərbaycanın uzunmüddətli iqtisadi inkişafının mərkəzi mövzusu olan qeyri-neft sektorunun diversifikasiyasını makro-statistik göstəricilər, potensial məhsul qiymətləndirmələri və firma səviyyəsindəki ehtiyatların səmərəliliyi dinamikası (güc istifadəsi) əsasında kompleks şəkildə təhlil edir. Azərbaycan iqtisadiyyatının uzunmüddətli inkişaf strategiyası neftdən asılılığın azaldılması və qeyri-neft sektorunun şaxələndirilməsi üzərində qurulub. Bu məqalə, son illərdəki (2019-2024) qeyri-neft ÜDM-nin statistik dinamikasını təhlil etməklə yanaşı, həm də iqtisadi artımın dayanıqlığını təmin edən iki kritik amili – potensial artım dərəcəsini və maliyyə sektorunun dəstəyini – qiymətləndirməyi hədəfləyir. Tədqiqatın əsas məqsədi qeyri-neft sektorunda müşahidə olunan yüksək artım templərinin sadəcə dövri bərpa, yoxsa struktur potensialın reallaşması olduğunu müəyyənləşdirməkdir.Tədqiqat Mərkəzi Bankın statistik məlumatlarına və 2019-2024-cü illəri əhatə edən Panel Probit modelləşdirilməsinə əsaslanır. Əsas statistik tapıntılar qeyri-neft ÜDM-in həcminin 2020-ci ildəki 45.3 mlrd. manatdan 2024-cü ildə 75.3 mlrd. manatadək artmasını və orta illik \$10.6\%\$ artım tempini təsdiqləyir. Bu artımın dayanıqlığını bank sektorunun kredit qoyuluşunun strukturunda qeyri-neft sektorunun xüsusi çəkisinin \$62.1\%\$-dən \$73.8\%\$-ə yüksəlməsi (2020-2024) və regionlararası kreditləşmənin genişlənməsi dəstəkləyir. Əsas potensial artım odur ki, Cobb-Douglas funksiyası və digər modellər əsasında qeyri-neft potensial məhsul artımı ardıcıl olaraq təxminən \$5\%\$ səviyyəsində qiymətləndirilir. Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, Azərbaycan rəsmi olaraq orta gəlir tələsinə düşsə də, qeyri-neft sektorunda dayanıqlı artım üçün geniş potensial mövcuddur. Dayanıqlığın gücləndirilməsi üçün pul siyasəti qərarlarında istehsal gücü yüklənməsi göstəricilərinin nəzərə alınması və regional inkişafı hədəfləyən struktur islahatlarının dərinləşdirilməsi tövsiyə edilir. Pul siyasəti qərarları qəbul edilərkən, ənənəvi məhsul boşluğu göstəriciləri ilə yanaşı, inflyasiya təzyiqlərinin ilkin xəbərvericisi olan istehsal gücü yüklənməsi göstəriciləri əsas monitorinq çərçivəsinə daxil edilməlidir. Bakıdan kənar regionlarda kredit əlçatanlığının və maliyyə dəstəyinin artırılması, xüsusilə işğaldan azad edilmiş ərazilərin potensialı nəzərə alınmaqla, regional bərabərsizliyin aradan qaldırılması üçün prioritet olmalıdır.

Açar sözlər: Qeyri-neft ÜDM, iqtisadi diversifikasiya, potensial məhsul, inflyasiya dinamikası, kredit qoyuluşu, orta gəlir tələsi

AZERBAİJAN'S ECONOMİC DİVERSİFİCATİON: STATİSTİCAL DYNAMİCS OF NON-OİL GDP, POTENTİAL GROWTH, AND THE SUSTAİNABİLİTY OF GROWTH/

Azerbaijan Baku,Ulviyya Mehdiyeva , Azerbaijan University

ulviyya.mehdiyeva@au.edu.az,ORCID: 0009-0006-3375-6500

ABSTRACT

This study provides a comprehensive analysis of the diversification of Azerbaijan's non-oil sector, a central theme of the country's long-term economic development, based on macro-statistical indicators, potential output estimations, and the dynamics of resource efficiency at the firm level (capacity utilization). Azerbaijan's long-term economic development strategy is built upon reducing oil dependency and diversifying the non-oil sector. This paper not only analyzes the statistical dynamics of non-oil GDP in recent years (2019-2024) but also aims to assess two critical factors ensuring the sustainability of economic growth: the potential growth rate and the support from the financial sector. The main objective of the research is to determine whether the high growth rates observed in the non-oil sector represent a mere cyclical recovery or the realization of structural potential.The research is based on statistical data from the Central Bank and Panel Probit modeling covering the period 2019-2024. Key statistical findings confirm the growth of non-oil GDP volume from 45.3 billion AZN in 2020 to 75.3 billion AZN in 2024, representing an average annual growth rate of \$10.6\%\$. The sustainability of this growth is supported by a rise in the share of the non-oil sector in the bank lending structure from \$62.1\%\$ to \$73.8\%\$ (2020-2024) and the expansion of inter-regional lending. A crucial potential growth finding is that, based on the Cobb-Douglas function and other models, the non-oil potential output growth is consistently estimated at approximately \$5\%\$.The results of the study indicate that although Azerbaijan has officially entered the middle-income trap, there is significant potential for sustainable growth in the non-oil sector. To strengthen sustainability, the study recommends the incorporation of capacity utilization indicators into monetary policy decisions, and the deepening of structural reforms targeting regional development. When making monetary policy decisions, capacity utilization indicators, which are a leading indicator of inflationary pressures, should be included in the core monitoring framework alongside traditional output gap indicators. Increasing credit accessibility and financial support in regions outside of Baku, particularly considering the potential of the liberated territories, should be a priority for overcoming regional inequality.

Keywords: Non-Oil GDP, Economic Diversification, Potential Output, Inflation Dynamics.

ONLAYN FORMADA TƏŞKİL OLUNAN BİOLOGİYA DƏRSLƏRİNDƏ SİNXRON VƏ ASİNXRON YANAŞMA.

Gülşən Nadir qızı Hacıyeva
Pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
E-mail:gyulshan.gadzhiyeva@mail.ru
ORCID: https://orcid.orq/ 0000-0002-1351-6730

Bu günlərdə kadr hazırlığı istənilən təşkilatın inkişafında vacib bir elementdir. Texnologiyanın inkişafı və dəyişən iş mühiti ilə iki əsas yanaşma - sinxron və asinxron - populyarlaşmışdır. Çünki bu metodlar şirkətlərə təlim metodunu seçməkdə rahatlıq təqdim edir.

Sinxron və Asinxron Öyrənmə: Fərq nədir?

Sinxron öyrənmə hər kəs üçün real vaxt rejimində, asinxron öyrənmə isə hər bir fərdin öz tempində, əvvəlcədən müəyyən edilmiş bir müddət ərzində baş verir.

Formatlar arasında fərqlər nədir və bunların birini digərindən üstün tutmağa dəyərmi?

Sinxron tədris nədir?

Sinxron təlim tələbələrin və müəllimlərin ya xüsusi platforma vasitəsilə, ya da şəxsən real vaxt rejimində qarşılıqlı əlaqədə olduğu bir təhsil formasıdır. Bu o deməkdir ki, dərslər və ya təlim sessiyaları müəyyən vaxtlarda keçirilir və video konfranslar, vebinarlar, onlayn söhbətlər və ya digər ünsiyyət vasitəsilə bütün iştirakçıların eyni vaxtda onlayn iştirakını tələb edir.

Asinxron təlim nədir?

Asinxron təlim tələbələrin materialı öz templərində və öz vaxtlarında, müəllim və ya digər tələbələrlə real vaxt rejimində eyni vaxtda qarşılıqlı əlaqəyə ehtiyac olmadan öyrəndikləri bir təlim formasıdır. Bu, daha çox rahatlıq təklif edir və mütəxəssislərə öz bacarıqlarını onlar üçün əlverişli bir vaxtda inkişaf etdirmək üçün əla fürsət verir.

Hibrid təlim (blended learninq) nədir?

Hibrid təlim əyani və distant təhsili birləşdirir. Bu o deməkdir ki, tələbələr dərslərinin bir hissəsini oflayn - məsələn, sinifdə - və qalan hissəsini uzaqdan keçirlər.

Əsas xüsusiyyət müxtəlif təhsil formatlarının alternativliyidir. Məsələn, təlim prosesinə tələbələrin müəllimlərlə görüşdüyü qeydə alınmış mühazirələr və müntəzəm vebinarlar daxil ola bilər.

Hibrid təlim adlanan oxşar bir format var. Terminlər tez-tez qarışıqdır, lakin yanaşmada fərqlər var. Hibrid təlimin əsas prinsipi sinxronluqdur, yəni distant və əyani təlimin kombinasiyasıdır. Bəzi tələbələr əyani şəkildə təhsil alır, digərləri isə video konfrans xidmətləri vasitəsilə virtual olaraq dərslərdə iştirak edirlər.

Hibrid təlim ənənəvi təhsil müəssisələrinin onlayn olmasına və tələbələrin sayının artmasına kömək edir. Bu, həmçinin böyük korporasiyalarda eyni vaxtda distant komandalar və əyani işçilər hazırlamaq üçün də təsirlidir.

Əslində, bu təlim modelləri bir-biri ilə sıx bağlıdır və müxtəlif yollarla birləşdirilə bilər

Hibrid format ən əlverişli seçimdir, çünki həm sinxron, həm də asinxron formatların ən yaxşısını özündə birləşdirir.

Açar sözlər:sinxron, asinxron, hibrid,təlim.

SYNCHRONOUS AND ASYNCHRONOUS APPROACH IN ONLINE BIOLOGY LESSONS.

Gulshan Nadir gizi Hajiyeva
Doctor of Philosophy in Pedagogy, Associate Professor
Azerbaijan State Pedagogical University
E-mail:gyulshan.gadzhiyeva@mail.ru
ORCID: https://orcid.orq/ 0000-0002-1351-6730

These days, training is an essential element in the development of any organization. With the advancement of technology and the changing work environment, two main approaches - synchronous and asynchronous - have become popular. This is because these methods offer companies the flexibility to choose the training method.

Synchronous vs. Asynchronous Learning: What is the Difference?

Synchronous learning is real-time for everyone, while asynchronous learning takes place at each individual's own pace, over a predetermined period of time.

What are the differences between the formats, and is it worth choosing one over the other?

What is synchronous learning?

Synchronous learning is a form of education in which students and instructors interact in real-time, either through a dedicated platform or in person. This means that classes or training sessions are held at specific times and require all participants to participate online at the same time, through video conferencing, webinars, online chats, or other forms of communication.

What is asynchronous learning?

Asynchronous learning is a form of learning in which students learn material at their own pace and in their own time, without the need for simultaneous interaction with the teacher or other students in real time. This offers greater flexibility and gives professionals a great opportunity to develop their skills at a time convenient for them.

What is hybrid learning?

Hybrid learning combines face-to-face and distance learning. This means that students take part of their lessons offline - for example, in a classroom - and the rest remotely.

The main feature is the alternation of different learning formats. For example, the learning process can include recorded lectures and regular webinars where students meet with teachers.

There is a similar format called hybrid learning. The terms are often confused, but there are differences in approach. The main principle of hybrid learning is synchronicity, that is, a combination of distance and face-to-face learning. Some students study in person, while others participate in classes virtually through video conferencing services.

Hybrid learning helps traditional educational institutions go online and increase the number of students. This is also effective for training remote teams and in-person employees simultaneously in large corporations.

In fact, these training models are closely related and can be combined in various ways

The hybrid format is the most convenient option because it combines the best of both synchronous and asynchronous formats.

Keywords: synchronous, asynchronous, hybrid, training.

ELEKTRON TİCARƏT PLATFORMALARININ ƏNƏNƏVİ PƏRAKƏNDƏ SATIŞA TƏSİRİ: BAKI ŞƏHƏR TİCARƏT MƏRKƏZLƏRİ TİMSALINDA

Azerbaycan Bakü,Ulviyya Mehdiyeva , AzerbaycanÜniversitesi

ulviyya.mehdiyeva@au.edu.az,ORCID: 0009-0006-3375-6500

XÜLASƏ

Bu tədqiqatın əsas məqsədi qlobal rəqəmsallaşma fonunda elektron ticarət platformalarının (marketpleyslərin) Azərbaycanın pərakəndə ticarət sektoruna təsirini qiymətləndirmək və Bakı şəhərində yerləşən ticarət mərkəzlərinin ("Mall"-ların) bu rəqabət mühitində dəyişən funksional rolunu analiz etməkdir. Tədqiqatda Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsinin və Mərkəzi Bankın 2023-2025-ci illər üzrə rəsmi hesabatlarına əsaslanan kəmiyyət analizi, eləcə də Bakıdakı əsas ticarət obyektlərində ("Gənclik Mall", "Dəniz Mall", "Sədərək") aparılan müşahidələrə əsaslanan müqayisəli təhlil metodlarından istifadə edilmişdir. Təhlillər göstərir ki, elektron ticarətin həcminin kəskin artımı ənənəvi mağazaların satış gəlirlərinə təsir etsə də, fiziki ticarət məkanları tamamilə sıradan çıxmır, əksinə, "ticarət məkanı"ndan "sosial-rekreasiya mərkəzi"nə transformasiya olunur. Məqalədə Bakı istehlakçılarının "Showrooming" (məhsulu mağazada görüb onlayn almaq) davranışı və yerli ticarət mərkəzlərinin buna qarşı tətbiq etdiyi hibrid strategiyalar ilk dəfə kompleks şəkildə araşdırılmışdır.

Açar sözlər: *Elektron ticarət, Pərakəndə satış, Omni-kanal marketinq, Ticarət mərkəzləri, Rəqəmsal transformasiya*

THE IMPACT OF E-COMMERCE PLATFORMS ON TRADİTİONAL RETAİL: THE CASE OF SHOPPİNG CENTERS İN BAKU CİTY

Azerbaijan Baku,Ulviyya Mehdiyeva , Azerbaijan University
ulviyya.mehdiyeva@au.edu.az,ORCID: 0009-0006-3375-6500

ABSTRACT

The main objective of this study is to evaluate the impact of e-commerce platforms (marketplaces) on Azerbaijan's retail sector within the context of global digitalization, and to analyze the evolving functional role of shopping centers ("malls") in Baku amid this competitive landscape. The research employs quantitative analysis based on official reports from the State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan and the Central Bank for the period 2023–2025, as well as comparative analysis derived from observations conducted at major retail locations in Baku, including Ganjlik Mall, Deniz Mall, and Sadarak. The findings reveal that although the rapid growth of e-commerce has negatively affected the sales revenues of traditional stores, physical retail spaces are not becoming obsolete. Instead, they are undergoing a transformation from mere "retail venues" into "social and recreational hubs." This paper also presents the first comprehensive examination of "showrooming" behavior—where consumers examine products in-store but purchase them online—among Baku consumers, along with the hybrid strategies adopted by local shopping centers in response.

Keywords: E-commerce, Retail, Omni-channel marketing, Shopping centers, Digital transformation

"DÖVLƏT BÜDCƏSİNİN GƏLİRLƏRİNİN FORMALAŞMASINDA NEFT AMİLİNİN ROLU VƏ FİSKAL DAYANIQLILIQ: AZƏRBAYCAN İQTİSADİYYATI TİMSALINDA"

Azerbaycan Bakü,Ulviyya Mehdiyeva , AzerbaycanÜniversitesi

ulviyya.mehdiyeva@au.edu.az,ORCID: 0009-0006-3375-6500

XÜLASƏ

Azərbaycanın dövlət büdcəsinin gəlirlərinin formalaşmasında neft amilinin rolu və fiskal dayanıqlılıq məsələsi tədqiqatın mərkəzində dayanır. Tədqiqatın məqsədi neft gəlirlərinin dövlət büdcəsinə təsir mexanizmini, bu təsirın fiskal dayanıqlılığa yaratdığı riskləri və mövcud tənzimləmə çərçivələrinin effektivliyini elmi-analitik şəkildə qiymətləndirməkdir. Tədqiqat zamanı Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Fondundan (ARDNF) edilən transfertlərin, neft sektorundan daxil olan birbaşa vergi gəlirlərinin və qeyri-neft sektorunun büdcə gəlirlərindəki çəkisinin dinamikası təhlil olunmuşdur. Nəticədə məlum olmuşdur ki, 2005–2014-cü illərdə neft gəlirlərinin büdcə gəlirlərindəki orta çəkisi 60–65% səviyyəsində olmuş, 2015–2016-cı illərdə neft qiymətlərinin kəskin düşməsi ilə büdcə kəsiri 11%-ə çatmış və fiskal dayanıqlılıq ciddi şəkildə təhlükə altına girmişdir. “Holland sindromu” və pro-tsiklik maliyyə siyasəti risklərinin qiymətləndirilməsi göstərir ki, neft gəlirlərinin volatilliyi büdcə xərclərinin stabilliyini pozur və qeyri-neft baza kəsiri sabitləşdirmək üçün effektiv alətlər tələb olunur. ortamüddətli xərclər çərçivəsi və 2018-ci ildən tətbiq olunan fiskal qaydaların təhlili göstərir ki, baxmayaraq ki, bu çərçivələr neft gəlirlərinin şoklara qarşı müəyyən qoruyucu mexanizm rolunu oynayır, lakin onların tətbiqi çərçivəsində şəffaflıq və hesabatlılıq səviyyəsi hələ də beynəlxalq standartlara cavab vermir. Tədqiqatın əsas nəticəsi ondan ibarətdir ki, fiskal dayanıqlılığın təmin olunması üçün neft gəlirlərinin idarə olunmasında şəffaflığın artırılması, ARDNF-nin yerləşdirmə strategiyasının diversifikasiyası, qeyri-neft sektorunun vergi potensialının artırılması və büdcə xərclərinin strukturunun sosial-iqtisadi inkişaf məqsədlərinə uyğun optimallaşdırılması zəruridir. Tövsiyələr çərçivəsində, diversifikasiya siyasətinin fiskal dayanıqlılığın təminatında strateji alətə çevrilməsi, yerli istehsalın stimullaşdırılması və büdcə prosesində pro-siklikliyin minimuma endirilməsi üçün institusional islahatların dərinləşdirilməsi əsas yer tutur.

Açar sözlər: neft-qaz asılılığı, fiskal dayanıqlıq,ARDNF Transfertləri, Holland Sindromu, Qeyri-Neft Baza Kəsiri

THE ROLE OF THE OİL FACTOR İN THE FORMATİON OF STATE BUDGET REVENUES AND FİSCAL SUSTAİNABİLİTY: THE CASE OF THE AZERBAİJANİ ECONOMY

Azerbaijan Baku,Ulviyya Mehdiyeva , Azerbaijan University
ulviyya.mehdiyeva@au.edu.az,ORCID: 0009-0006-3375-6500

ABSTRACT

The issue of the oil factor's role in the formation of Azerbaijan's state budget revenues and fiscal sustainability stands at the core of this research. The study aims to scientifically and analytically evaluate the mechanism of influence of oil revenues on the state budget, the risks this impact poses to fiscal sustainability, and the effectiveness of existing regulatory frameworks. The research analyzed the dynamics of transfers from the State Oil Fund of the Republic of Azerbaijan (SOFAZ), direct tax revenues from the oil sector, and the share of the non-oil sector in budget revenues. The findings reveal that the average share of oil revenues in budget revenues was 60–65% during 2005–2014. Following the sharp drop in oil prices in 2015–2016, the budget deficit reached 11%, severely undermining fiscal stability. The assessment of risks associated with the "Dutch Disease" and pro-cyclical fiscal policy indicates that the volatility of oil revenues disrupts the stability of budget expenditures, necessitating effective tools to stabilize the non-oil primary deficit. An analysis of the Medium-Term Expenditure Framework and the fiscal rules implemented since 2018 shows that, while these frameworks act as a protective mechanism against oil revenue shocks, the levels of transparency and accountability in their implementation still do not meet international standards. The main conclusion of the research is that ensuring long-term fiscal sustainability requires increasing transparency in oil revenue management, diversifying SOFAZ's investment strategy, enhancing the tax potential of the non-oil sector, and optimizing the structure of budget expenditures in line with socio-economic development goals. Key recommendations include transforming the diversification policy into a strategic tool for securing fiscal sustainability, stimulating domestic production, and deepening institutional reforms to minimize pro-cyclicality in the budget process.

Keywords: Oil and Gas Dependency, Fiscal Sustainability, SOFAZ Transfers, Dutch Disease, Non-Oil Primary Deficit.

THE ROLE OF DİGİTAL ISLAMİC BANKİNG İN ENHANCİNG FİNANCİAL LİTERACY AND INCLUSİON İN SOCİETY

Elisa Oktaviana[1]
[1]K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Indonesia
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-5744-3507
elisaoktaviana51@gmail.com
Revalina Oktaviani[2]
[2]K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Indonesia
[2]ORCID ID: ORCID ID https://orcid.org/0009-0000-3170-4578
revalina.oktaviani@mhs.uingusdur.ac.id
Malfaliya Nabila[3]
[3]K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Department of Sharia Banking, Indonesia
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-0402-2151
malfaliya.nabila@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

Islamic banking serves as a key component of the Islamic financial system, grounded in the principles of justice, transparency, and ethical financial conduct. As technology rapidly evolves, digital transformation has become a strategic driver in expanding the accessibility of Islamic banking services. This study aims to analyze how digital innovations—such as mobile banking applications, digital onboarding, and automated service systems—contribute to improving Islamic financial literacy and inclusion in Indonesia. Using a qualitative approach through literature review and secondary data analysis, this research examines the impact of digitalization on service efficiency, customer trust, and public understanding of Sharia-compliant products and contracts. The findings reveal that digitalization not only enhances convenience and accessibility but also strengthens customers' comprehension of Sharia principles through interactive digital education. Furthermore, the digital transformation of Islamic banking significantly supports customer growth, expands service reach, and increases the competitiveness of the Islamic finance industry. This study recommends accelerating technological innovation, expanding digital inclusion, and strengthening Sharia-based education to optimize the contribution of Islamic banking to national economic development.

Keywords: Digital Islamic Banking, Financial Literacy, Financial Inclusion, Sharia Principles, Islamic Finance, Digital Transformation.

THE SHIFT IN GEN-Z CONSUMER BEHAVIOR IN THE DIGITAL ECONOMY

Salsabilla[1]
[1]State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Sharia Banking
[1]ORCID ID: https://orcid.org/ 0009-0008-2876-7293
salsabilla@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

Generation Z consumers in Indonesia within the rapidly evolving digital economy. As digital technologies become increasingly embedded in everyday life, Gen Z demonstrates unique consumption characteristics shaped by high digital literacy, constant social media engagement, and exposure to global market trends. Their preferences for convenience, real-time information, sustainability, and personalized digital experiences have redefined traditional decision-making processes. The article discusses how online marketplaces, short-form content, and influencer marketing heavily shape Gen Z's perceptions of product value and brand credibility. Furthermore, the emergence of fintech services, such as e-wallets and buy-now-pay-later (BNPL) systems, has facilitated seamless purchasing behavior among young consumers. These dynamics push businesses to adopt omnichannel strategies, data-driven marketing, and customer-centered innovations. The findings underscore the importance of understanding Gen Z's digital behavior as a crucial foundation for developing competitive business strategies and designing consumer protection policies.

Keywords: Gen Z Behavior; Digital Economy; Consumer Decision-Making; Fintech Adoption; Omnichannel Strategy.

STRENGTHENİNG DİGİTAL INFRASTRUCTURE İN ISLAMİC BANKİNG: THE TRANSFORMATİON OF SHARİA DİGİTAL PAYMENT SYSTEMS İN INDONESİA

Mezaluna Ghaisani Putri[1]
[3]State Islamic University K.H.Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Sharia Banking, Central Java[1]
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-5855-2716, mezaluna.ghaisani.putri@mhs.uingusdur.ac.id
Dyah Ayu Nawang Wulan[2]
[1]State Islamic University K.H.Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Sharia Banking, Central Java[2]
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-3475-9230, dyah.ayu.nawang.wulan@mhs.uingusdur.ac.id
Muflikha[3]
[2]State Islamic University K.H.Abdurrahman Wahid Pekalongan, Faculty of Islamic Economics and Business, Sharia Banking, Central Java[3]
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-7670-3879, muflikha@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

The advancement of digital technology has brought significant changes to the Islamic banking industry, particularly in the rapidly growing use of digital payment systems. *Introduction and Purpose:* This article aims to analyze how digital infrastructure supports Sharia-compliant digital payment systems and to assess their effectiveness in strengthening financial inclusion based on Islamic values. The study also examines the roles of regulation, literacy, and innovation in ensuring that digital payment services remain aligned with Sharia principles. *Materials and Methods:* This research employs a literature review method using various regulations, policies, and prior studies discussing the development of Sharia digital wallets, the implementation of Sharia-compliant QRIS, and public adoption patterns of Islamic digital payment services. *Results:* Findings indicate that Sharia digital payment systems have experienced significant growth due to the increasing demand for fast, secure, and Sharia-compliant financial services. Financial literacy and perceived usefulness are found to have a stronger influence on user interest than mere technical convenience. Digital infrastructures such as Sharia digital wallets and Sharia-compliant QRIS enhance access to financial services while ensuring transactions remain free from riba, gharar, and maysir. *Discussion and Conclusion:* Despite promising developments, Sharia digital payment systems still face challenges, including non-specific regulations, uneven digital literacy, and the need for stronger collaboration among stakeholders. Strengthening regulations, improving public education, and fostering technological innovation are essential to building a sustainable Sharia digital ecosystem. With proper management, digital infrastructure in Islamic banking has the potential to become a key pillar in national economic transformation by promoting justice, transparency, and blessing in digital financial transactions.

Keywords: Sharia digital payment system, digital infrastructure, Islamic banking, electronic payment, financial inclusion.

"REMOVING ZEROS, BUILDING DIGNITY": REDOMINATION OF THE RUPIAH AS A SYMBOL OF INDONESIA'S ECONOMIC REFORM

Nafila Tri AFRİZA[1]
[1]**Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia**
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-1765-933X
nafila.tri.afriza@mhs.uingusdur.ac.id
Mayaza RAİHANDİNİ[2]
[2]**Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia**
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-4655-1016
mayaza.raihandini@mhs.uingusdur.ac.id
Muhammad Yumnan GHİFARİ[3]
[3]**Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia**
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-5868-7786
muhammad.yumnan.ghifari@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

Rupiah redomination is a monetary policy that aims to simplify the currency's denomination by removing a number of digits without changing its real value. This study analyzes the potential impact of rupiah redomination on monetary stability and public perception in Indonesia, examining macroeconomic and psychological aspects, as well as the readiness of financial infrastructure. The research method uses a descriptive-analytical approach through literature studies, historical data on redomination policies in various countries, and domestic monetary indicators such as inflation, exchange rates, inflation expectations, and money velocity. The results of the analysis show that redomination has the potential to increase transaction efficiency, strengthen currency credibility, and simplify accounting and payment systems, especially in the digital era. However, the success of redomination is highly dependent on macroeconomic stability, effective policy communication, and public acceptance. Public perception emerges as a determining factor, given that miscommunication can trigger the misperception that redomination is synonymous with currency reform, thereby raising concerns about purchasing power. This study confirms that with stable economic conditions, low inflation, and strong institutional support, redomination can be a strategic step in modernizing Indonesia's monetary system and strengthening public confidence in the rupiah.

Keywords: Rupiah redomination, monetary stability, public perception, inflation, exchange rate, payment system, monetary policy, currency credibility.

"ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ISLAMIC FINANCIAL LITERACY ON PUBLIC INTEREST IN USING ISLAMIC BANKING PRODUCTS"

Dimas Jaya Tri Samudra
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-6957-8464
dimas.jaya.tri.samudra@mhs.uingusdur.ac.id
Kharisma Nur Sakinah
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-5052-4237
kharisma.nur.sakinah@mhs.uingudur.ac.id
Salsabila
Faculty of Islamics and Business, UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-9280-0991
salsabila23099@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the influence of Islamic financial literacy on public interest in using Islamic banking products. As the Islamic financial industry continues to grow in Indonesia, understanding the level of public awareness and knowledge about Islamic financial principles becomes essential in encouraging the use of Sharia-compliant financial services. Using a quantitative approach, data were collected through structured questionnaires distributed to respondents who represent various demographic backgrounds. The data were then analyzed using multiple linear regression to examine the relationship between Islamic financial literacy and the intention to use Islamic banking products. The findings indicate that a higher level of Islamic financial literacy significantly increases public interest in choosing and utilizing Islamic banking services. This implies that enhancing financial education and promoting understanding of Sharia principles can strengthen the development of Islamic banking in Indonesia. The study provides valuable insights for policymakers, financial institutions, and educational organizations in formulating strategies to improve Islamic financial literacy and promote greater participation in the Islamic banking sector.

Keywords: Islamic Financial Literacy, Public Interest, Islamic Banking Products, Sharia Finance, Financial Education, Consumer Behavior, Indonesia.

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE INCREASING FREQUENCY OF EXTREME WEATHER EVENTS AND ITS IMPLICATIONS FOR GLOBAL SOCIO-ECONOMIC RESILIENCE

Zahrotul Karomah
Faculty of Islamic Economics and Business, UIN K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-2600-2645

Abstract

Climate change has emerged as one of the most critical and complex global challenges of the 21st century, significantly influencing environmental stability and human development. One of the most alarming manifestations of climate change is the rising frequency and severity of extreme weather events, including floods, droughts, tropical storms, wildfires, and prolonged heatwaves. These events increasingly disrupt natural systems and pose substantial threats to human communities. The environmental impacts such as habitat degradation, soil erosion, and reduced water availability create ripple effects that extend into various socio-economic sectors. Agriculture faces declining productivity, public health risks intensify due to heat-related illnesses and vector-borne diseases, and energy systems experience heightened strain from fluctuating supply and demand. Developing nations, with limited adaptive capacity and resources, are disproportionately affected, deepening existing inequalities and widening socio-economic gaps.Beyond immediate economic losses, extreme weather events contribute to long-term instability by driving forced migration, triggering humanitarian crises, and raising the potential for conflicts over diminishing natural resources such as water and arable land. The interconnected nature of these impacts highlights the urgent need for coordinated global action. This study seeks to analyze the relationship between climate change and extreme weather patterns and evaluate their multidimensional consequences for global socio-economic resilience. Through this analysis, the study underscores the importance of developing comprehensive mitigation and adaptation strategies, including sustainable resource management, climate-resilient infrastructure, and inclusive policy frameworks. These efforts are essential to strengthen resilience at local, national, and international levels, ensuring a more stable and sustainable future.

Keywords: Climate change, Extreme weather, Socio-economic resilience, Mitigation, Adaptation.

THE STRATEGIC ROLE OF ISLAMIC BANKS IN ACCELERATING GLOBAL SUSTAINABLE FINANCE POLICIES: A QUALITATIVE ANALYSIS

Irma Dwi MULYANTI[1]
Islamic Banking, Faculty of Economics and Islamic Business, K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Central Java, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-0324-5375
irma.dwi.mulyanti@mhs.uingusdur.ac.id
Nabila Yumna SULTHANA[2]
Islamic Banking, Faculty of Economics and Islamic Business, K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Central Java, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-4549-7940
nabila.yumna.sulthana@mhs.uingusdur.ac.id
Diva Eka SAPUTRI[3]
Islamic Banking, Faculty of Economics and Islamic Business, K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University Pekalongan, Central Java, Indonesia
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-1046-3746
diva.eka.saputri@mhs.uingusdur.ac.id

Abstract

The development of the global sustainable finance agenda requires all financial institutions to adjust their business models and operational policies. In this context, Islamic banks have unique characteristics that have the potential to make a different contribution compared to conventional financial institutions. This study aims to analyze the strategic role of Islamic banks in accelerating the implementation of sustainable finance policies at the global level. Using a qualitative approach with a case study design, data was collected through in-depth interviews with practitioners, regulators, and academics, and reinforced with an analysis of international policy documents. The findings show that basic Islamic principles, such as the prohibition of usury and a focus on productive economic activities, provide a normative foundation that makes it easier for Islamic banks to integrate with the sustainability agenda. In addition, Islamic banks play a role in expanding green financing innovation through instruments such as green sukuk and ethical value-based financing. This study also reveals challenges in the form of harmonizing global standards, limitations in national regulations, and the internal capacity of Islamic institutions. The implications of this study emphasize the importance of international collaboration and strengthening the policy framework to maximize the contribution of Islamic banks as strategic actors in global sustainable finance.

Keywords: Islamic banks, sustainable finance, global policy, strategic role, sustainability framework

THE IMPACT OF THE CREATİVE ECONOMY PROGRAM ON SOCİAL ECONOMY IMPROVEMENT İN INDONESİA

Windi Rizki Febrianingtyas[1]
[1] **State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan, Islamic banking, Faculty of Islamic Economics and Business, , Central Java,Indonesia**
[1] **ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-2041-0933**
windi.rizki.febrianingtyas@mhs.uingusdur.ac.id
Widia Reza Valentina[2]
[2] **State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan,Islamic banking, Faculty of Islamic Economics and Business,Central Java,Indonesia**
2ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-8789-6489
widia.reza.valentina@mhs.uingusdur.ac.id
Nala Maghfiroh[3]
[3] **State Islamic University K.H Abdurrahman Wahid Pekalongan Islamic banking, Faculty of Islamic Economics and Business, Central Java,Indonesia**
[3] **ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-0480-8553**
nala.magfiroh@mhs.uingusdur.ac.id

ABSTRACT

Introduction and Purpose :

The creative economy program in Indonesia has become one of the government's main strategies in encouraging inclusive and sustainable economic growth. This sector is considered to be able to improve people's welfare through job creation, the development of micro, small, and medium enterprises (MSMEs), and the increase in the competitiveness of local products. This study aims to analyze the extent to which the implementation of creative economy programs contributes to improving the socio-economic conditions of the community, especially through aspects of economic empowerment, increasing income, and expanding business opportunities.

Materials and Methods:

The research uses a qualitative descriptive approach by collecting data through literature studies, government policy documentation, and in-depth interviews with creative economy actors and related parties. The analysis was carried out through the data triangulation method to ensure the validity of the findings, so as to be able to provide a comprehensive picture of the relationship between the creative economy program and changes in the socio-economic conditions of the community.

Result:

The results of the study show that the creative economy program has a positive impact on improving the social economy in Indonesia. The empowerment of creative business actors has increased the production capacity, creativity, and digital skills of the community. In addition, there has been an increase in revenue and market

expansion, both at the local and international levels. Mentoring programs, access to financing, and ongoing training make a significant contribution to economic independence and strengthening the social network of business actors.

Discussion and Conclusion:

Overall, the creative economy program has proven to be effective in encouraging social economic growth in Indonesia. This program not only increases people's income and quality of life, but also strengthens cultural identity through creative products that add high value. For more optimal results, it is necessary to increase access to digital infrastructure, expand training programs, and strengthen collaboration between the government, industry players, and the community.

Keywords: Creative Economy; Community Empowerment; Social Economy Improvement; MSMEs; Innovation; Government Policies; Economic Growth.