PROCEEDING BOOK

ANADOLU
12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

May 26-28, 2023- Diyarbakir

ISBN : 978-625-6393-75-2

Academy Global Publishing House

ANADOLU
12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26-28, 2023
DIYARBAKIR

Edited By

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Head of Conferece: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Ali Bilgili
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Naile Bilgili
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dwi SULISWORO
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Həcər Hüseynova
Organizing Committee Member: Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti
Organizing Committee Member: Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi
Organizing Committee Member: Assoc. Prof. Ivaylo Staykov
Organizing Committee Member: Dr. Öğr. Üyesi Naci Büyükkaracığan
Organizing Committee Member: Dr. Öğr. Üyesi Mehdi Meskini Heydarlou
Organizing Committee Member: Aynurə Əliyeva
Organizing Committee Member: Amaneh Manafidizaji

All rights of this book belong to Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.
Academy Conference–2022 ©

Issued:12.06.2023
ISBN: 978-625-6393-75-2

CONFERENCE ID

ANADOLU
12TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
MAY 26-28, 2023
DIYARBAKIR

ORGANIIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS
All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey –Azerbaijan - Czech Republi – China – Iran - Egypt. India – Pakistan - Thailand. – Romania – Tunis – Japan – Belarus – Iraq – Ireland – Spain - North - Cyprus

PRESENTATION
Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
45% FROM Turkey And 55% From Other Counteries

LANGUAGES
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Scientific & Review Committee

Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan

Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia

Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə - Azerbaijan

Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan

Prof. Dr. Burcu Semin AKEL - Turkiye

Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia

Aynurə Əliyeva - Azerbaijan

Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan

Doç. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye

Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria

Prof. Dr. Ali BILGILI – Turkiye

Prof. Dr. Naile BİLGİLİ - Türkiye

Prof. Dr. Başak HANEDAN - Türkiye

Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan

Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania

Doç. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran

Dr. Gültekin GÜRÇAY – Turkiye

Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA - Azerbaijan

Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan

Dr. Dody HARTANTO - Indonesia

Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran

Prof. Dr. Həcər Hüseynova - Azerbaijan

Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan

Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan

Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan

Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan

Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria

Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR - Turkiye

Doç. Dr., İradə Kərimova - Azerbaijan

Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye

Prof. Dr. Fatma KOÇ - Turkiye

Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU - Turkiye

Prof. Dr. Natalia LATYGINA - Ukraina

Sonali MALHOTRA - India

Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan

Prof. Muntazir MEHDI - Pakistan

Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan

Assist. Prof. K. R. PADMA – India

Doç. Dr. Sevinc Sadıqova - Azerbaijan

Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan

Doç. Dr. Könül Səmədova - Azerbaijan

DR. Bhumika SHARMA - India

Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan

Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia

Assoc. prof. Ivaylo STAYKOV, Bulgaria

Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia

Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam

Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan

Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia

Prof. Dr. Raihan YUSOPH -Philippines

Prof.Dr. Akbar VALADBIGI - Iran

Dr. Yang ZİTONG - China

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Join Zoom Meeting
https://us02web.zoom.us/j/88193707664?pwd=M09qM1hyRnE3a3RJOUdkNUpIM0tWdz09

Meeting ID: 881 9370 7664
Passcode: 192102523

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- 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 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.

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.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

exp. H-..., S- ... NAME SURNAME

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:00-12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 1	Doç. Dr. Dilek BAŞERER	1	CREATIVITY IN CHILDREN VE PERIOD OF LINEAR DEVELOPMENT	Abdullah MEŞE
		2	BİR PROJE OLARAK MEDRESETÜ'ZZEHRA VE TÜRKİYE'DE UYGULANABİLİRLİĞİ	Nimetullah GÜL Assoc. Prof. Dr. Rasim TÖSTEN
		3	DANIEL PENNAC'IN OKUL SIKINTISI ADLI ESERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	İbrahim AY Nergiz AY Assoc. Prof. Dr. Rasim TÖSTEN
		4	EXAMINATION OF GRADUATE STUDIES REGARDING CANDIDATES TEACHERS	Dr. Öğretim Üyesi Yunus Emre AVCI Öğretmen, Cemal KARABULUT
		5	EĞİTİM VE SOSYOLOJİ KİTABININ EĞİTSEL AÇIDAN İNCELENMESİ	Dr. Öğretim Üyesi, Yunus Emre AVCI Öğretmen, Oğuz ÇİTIRKI
		6	TANZİMAT DÖNEMİNDEN GÜNÜMÜZE BATILILAŞMANIN EĞİTİME YANSIMASI	Mehmet Fatih KOÇ Prof. Dr. İsmail AYDOĞAN
		7	SOSYAL BİLGİLER DERSİNDE YARATICI ÇİZGİ ROMAN VE KARİKATÜRÜN ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK BAŞARISINA ETKİSİ VE ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİ	Doktora Öğrencisi Münevver YILDIRIM Prof. Dr. Ufuk ŞİMŞEK
		8	THE EFFECT OF QUIZIZZ ON TURKISH EFL HIGH SCHOOL STUDENTS' VOCABULARY GAIN	Dr. Öğr. Üyesi, NİLÜFER AYBİRDİ TANRIVERDİ Yüksek Lisans Öğr. SİNEM EROĞLU
		9	ÇOCUKLARDA MANTIKSAL DÜŞÜNMENİN GELİŞİMİ VE ÖNEMİ	Doç. Dr. Dilek BAŞERER
		10	SPOR YAPAN ZİHİNSEL ENGELLİ BİREYLERİN MOTOR BECERİLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Öğretmen, Hande Düriye ÖZATİKE

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:00-12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 2	Doç. Dr. Öner USLU	1	ÖĞRETMEN ADAYLARININ AKADEMİK MOTİVASYONLARINI YORDAYAN DEĞİŞKENLERİN İNCELENMESİ	Doç. Dr., Öner USLU
		2	AKADEMİK MOTİVASYON ÖLÇEĞİ KISA FORMUNUN TÜRKÇEYE KÜLTÜREL UYARLAMASI	Doç. Dr. Öner USLU
		3	ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİNE GÖRE GÖÇÜN TOPLUMSAL DEĞERLERE ETKİSİ	Dr.Öğr.Üyesi ÖZCAN EKİCİ Öğretmen, Abdulmelik DOĞAN
		4	ORTAOKUL 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ŞEKİL ÖRÜNTÜLERİNİ VE ÖRÜNTÜ PROBLEMLERİNİ SAYISAL VE CEBİRSEL OLARAK YAZMA BECERİLERİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğretim Üyesi, Birol TEKİN Yüksek lisans öğrencisi, Mutlu KÖYBAŞI
		5	ALGILANAN AKADEMİK DEĞER ÖLÇEĞİNİN GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI	Dr. Emrullah DENİZ Doç. Dr. Hilal KAZU
		6	ALGILANAN AKADEMİK KONTROL ÖLÇEĞİNİN GEÇERLİK ve GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI	Dr. Emrullah DENİZ Doç. Dr. Hilal KAZU
		7	USE OF TECHNOLOGY IN PRIMARY EDUCATION MUSIC LESSON: TEACHER'S OPINIONS	Dr. Songül PEKTAŞ Deniz COŞKUN
		8	KIRSALDA EĞİTİME İLİŞKİN SORUNLARIN BOYLAMSAL OLARAK İNCELENMESİ	Gülsüm DEMİR Kürşat YENİLMEZ
		9	SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN DİJİTAL OYUN BAĞIMLILIĞINA İLİŞKİN FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ (ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ)	Kerem Ali TORUNLER Samet Tarık KARAKULLUKÇUOĞLU İlayda ERBAŞ Egemen ERMİŞ

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:00-12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Salon / Hall 3	Assoc. Prof. Dr. CUMHUR ŞAHİN	1	A STUDY ON INVESTIGATION OF SYMBOLIC CONSUMPTION TENDENCIES ACCORDING TO DEMOGRAPHIC FACTORS	Assoc. Prof. Dr. Aybike Tuba ÖZDEN
		2	FINANCIAL WELL-BEING AS A NEW FINANCIAL CONCEPT	Assoc. Prof. Dr. CUMHUR ŞAHİN
		3	THE RELATIONSHIP BETWEEN LEADERSHIP AND CYINSM IN HEALTH INSTITUTIONS:CONTENT ANALYSIS	Prof. Dr. Şebnem YÜCEL Yüksek Lisans Öğrencisi Kafiye Mercan
		4	LEADERSHIP IN NURSING: CONTENT ANALYSIS	Prof. Dr. Şebnem YÜCEL Nisa GÜLPINAR GÜRSES
		5	INVESTIGATING THE INTERMEDIATION EFFECT OF CUSTOMER SATISFACTION ON THE IMPACT OF MARKET EFFICIENCY ON PROFITABILITY IN FEMALE MANAGERS.	Doç. Dr. Aşkım Nurdan TÜMBEK TEKEOĞLU Arzan DİLEK BOZKURT
		6	THE CONCEPT OF PATERNALISTIC LEADERSHIP IN HEALTHCARE : CONTENT ANALYSIS	Prof. Dr. Recep YÜCEL Öğr. Gör. Mahfure PİROL
		7	TÜRKİYE'DE ERGONOMİ İLE İLGİLİ YAZILAN TEZLERİN İÇERİK ANALİZİ	Prof. Dr. Recep YÜCEL Levent KAPISIZ
		8	MALİYET YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI: SOĞUTMA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA	Arş. Gör. Leyla BAŞTAN TÖKE Arş. Gör. İ. Ebru YAZICIOĞLU
		9	Gümrük Birliği'nin Türkiye Uluslararası Ticareti Üzerine Etkileri	YL. Öğrencisi Merve Nur SÖĞÜT
		10	ELEKTRONİK TİCARET KONUSUNDA TÜRKİYE'DE YAZILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERE İLİŞKİN KAVRAMSAL BİR İNCELEME	YL Öğr. Yunus Emre GÜLER Doç. Dr. Tülin DURUKAN
		11	YAPAY ZEKÂ ARAÇLARI GAZETECİLİĞİ DÖNÜŞTÜRÜYOR: YENİ BİR DÜNYA MI, TEHLİKELİ BİR YOLCULUK MU?	Assist. Prof. Dr. İnanç ALİKILIÇ

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:00-12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 4	**Doç. Dr. Alpaslan ATEŞ**	**1**	EFFECT OF SUSTAINABLE HUMAN RESOURCES MANAGEMENT ON WORKING LIFE	Dr. Öğretim Üyesi Turgay KARALİNÇ
		2	THE EFFECT OF NEW BUSINESS MODELS ON WORKING LIFE	Dr. Öğretim Üyesi Turgay KARALİNÇ
		3	HAPPINESS AND INCOME RELATIONSHIP: THE CASE OF BİTLİS	Dr. Öğr. Ü. Dilek ALMA SAVAŞ Dr. Hakan KAYA Dr. Yunus SAVAŞ
		4	TÜRKÇE LİTERATÜRDEKİ ÇİĞ BESLENMEYİ KONU EDİNİLEN BİLİMSEL ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	Profesör DR.,ATİLLA AKBABA MUHAMMET ENSAR ÖZDENİZER BELİZ CENGİZ
		5	THE FUTURE OF BRANDS IN THE WORLD OF METAVERSE: THE CASE OF ADIDAS AND NIKE	Prof. Dr. Kahraman ÇATI Öğr. Gör. Elif BARİK
		6	KÂR AMACI GÜTMEYEN KURUMLARIN PAZARLAMA FAALİYETLERİ KAPSAMINDA MADDİ DURUMUN YAŞAM KALİTESİNE ETKİSİNDE CAMİ HİZMETLERİNDEN DUYULAN MEMNUNİYETİN ARACILIK ROLÜ	Prof. Dr. Kahraman ÇATI Öğr. Gör. Elif BARİK
		7	UZAY SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN SAĞLANMASINDA UZAY ENKAZLARINI ÖNLEMEYE YÖNELİK VERGİLERİN KULLANILABİLİRLİĞİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME	Dr. Öğr. Üyesi Hümeyra UĞURLU
		8	TÜRKİYE'NİN KALKINMA PLANLARINDA LİMANCILIK SEKTÖRÜ YAKLAŞIMININ ANALİZİ	Doç. Dr. Alpaslan ATEŞ Doç. Dr. İlhan YANDI
		9	TÜRKİYENİN KARADENİZ LİMANLARINA DEMİRYOLU BAĞLANTISININ KUŞAK YOL PROJESİ KAPSAMINDA GEREKLİLİĞİ VE ÖNEMİ	Doç. Dr. Alpaslan ATEŞ Doç. Dr. İlhan YANDI
		10	DİJİTAL GÜÇLENDİRME EĞİTİMİ VAKA ÇALIŞMASI: MIRA İŞGÜCÜ PİYASASINDA YARATICI KADINLAR	Doç. Dr., Selin TÜRKEL Prof. Dr., Ebru UZUNOĞLU Öğr. Gör., Hakan TUNCEL Araş. Gör., Burcu YAMAN AKYAR

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:00-12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 5	**Dr. Öğr.Üyesi Gül AYDIN**	**1**	PLATON'UN SİYASAL DÜŞÜNÜMÜNDE İNSAN DOĞASI VE İDEAL DEVLET	Yüksek Lisans Öğrencisi, Murat YILDIZ
		2	"GLITCH ART" AS A REFLECTION OF THE DISCONNECTION IN VISUAL COMMUNICATION ON ART	Graduate Student Rozelin ARAS
		3	LUBİN BAUGİN' İN "BEŞ DUYU" ESERİNİN GÖSTERGEBİLİMSEL BAĞLAMDA ANALİZİ	Saffet ÇİNAR
		4	WİLHELM HEİNRİCH OTTO DİX'İN 'YEDİ ÖLÜMCÜL GÜNAH' ADLI ESERİNİN GÖSTERGEBİLİMSEL ÇÖZÜMLENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ceylan KATAR
		5	SANAT ESERİ ELEŞTİRİSİ İÇİN MARC CHAGALL ÖRNEĞİ	Ahmet Nazif EGE
		6	ATEŞ VE YENİDEN DOĞUŞ PRATİĞİNİN GÖSTERGEBİLİMSEL ANALİZİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Mehmet Akif ÖZDAL
		7	MEKANIN SANAT NESNESİYLE İLİŞKİSİNİ ORTAYA KOYAN SANAT ESERLERİNİN İNCELENMESİ	Dr. Öğr.Üyesi Gül AYDIN
		8	YENİLİKTE BİR DEVRİM "FERMUAR"	Dr.Öğretim Üyesi Emine KETENCİOĞLU Fadime AKGÖZ
		9	BİR KÜLTÜR ÖĞESİ OLARAK MEKİK DANTELİ	Dr.Öğretim Üyesi Emine KETENCİOĞLU Yasemin ÖZDEMİR
		10	GÖRSEL İLETİŞİMDE DUYGU İFADE ARACI OLARAK GIF	Yüksek Lisans Öğrencisi, Emine BATAR

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:00-12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 6	Doç. Dr., Hasan TOPBAŞ	1	Evaluating the Reality of the Democratic Experience in the New Iraq (An analytical study on the tracks of the democratic transition process in Iraq for the period: 2003-2023)	Dr.Najm Al-Deen M. Yaseen Reakany
		2	THE MACROECONOMIC DETERMINANTS OF INFLATION IN AFGHANISTAN	Ph.D. Scholar Mohammad Walid Hemat
		3	AN EXAMINATION ON THE RELATIONSHIP OF HAPPY PLANET INDEX, FOOD SECURITY, CLIMATE CHANGE AND ECONOMIC GROWTH	Assoc. Prof. Dr. Zeynep KÖSE
		4	ULUSAŞIRILAŞAN BİR ÖRGÜT OLARAK FETÖ'NÜN ALMANYA YAPILANMASI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ayşegül ÇELİK
		5	COMPARISON OF BASIC HEALTH INDICATORS IN TÜRKİYE AND OECD COUNTRIES	Yüksek Lisans Öğrencisi Pınar KOÇ
		6	PAYLAŞIM EKONOMİSİNE SOSYOKÜLTÜREL BAKIŞ	Murat YILDIZ Prof. Dr., Meral ALTAN
		7	HALKLA İLİŞKİLER ÖĞRENCİLERİNİN GÖZÜNDEN HALKLA İLİŞKİLER: MALATYA İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ ve ERZURUM ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ İLETİŞİM FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	Doç. Dr., Hasan TOPBAŞ
		8	DİJİTAL MEDYA DÖNEMİNDE DİJİTAL VATANDAŞ VE POLİTİKA	Doç. Dr., Hasan TOPBAŞ
		9	E-MUNICIPALITY APPLICATIONS IN LOCAL GOVERNMENTS CASE OF CANAKKALE MUNICIPALITY	Mehmet YILDIZ Prof. Dr. Erhan GÜMÜŞ

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:00-12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 7	Assist. Prof. Dr. Gamze GÜNEY	1	Eski Türklerde Orta Asya'da Dans Faaliyetleri Üzerine Güncel Yorumlar	Assist. Prof. Dr. Gamze GÜNEY Prof. Dr. Osman İMAMOĞLU
		2	KAMERUNDA WESUWA, ESSAZAMO ve IGBA GELENEKSEL GÜREŞLERİ	Assist. Prof. Dr. Gamze GÜNEY Prof. Dr. Osman İMAMOĞLU
		3	ATATÜRK DÖNEMİ SAĞLIK POLİTİKALARI	Y.L. Öğrencisi (Paramedik-AABT), Şevket EMEKLİ Doç. Dr., Şahin KARABULUT
		4	THE IMPORTANCE OF ECONOMIC RELATIONS IN THE MEDIEVAL: THE CASE OF BYZANTINE-SASANIDS	Esra BEYGİRLİOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Tunay KARAKÖK
		5	ATATÜRK'ÜN OSMANİYE ZİYARETİ	Öğretim Görevlisi Pınar KAŞ
		6	ERKEN DÖNEM İSLAM MİMARİSİNDE TASVİR	Arş. Gör. Dr. Nurullah Yılmaz
		7	HATTATLARIN İLK ADIMI BESMELE VE HAMİD AYTAÇ'IN BESMELE YAZILARI	Arş. Gör. Dr. Nurullah Yılmaz
		8	"RİSÂLE FÎ MESÂYİDİ'Ş-ŞEYTÂN" ADLI ESERİN İÇERİĞİ VE AHMED RÛMÎ AKHİSÂRÎ'YE AİDİYETİ PROBLEMİ	Dr., Ali DURMUŞ
		9	MİHRÎ HÂTUN'UN -LIK GAZELİNDEN ÜÇ BEYİT ŞERHİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Dilek BİÇER,

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:30-12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 8	Noureddine Hamdi	1	NEW SIMULTANEOUS HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHIC METHOD FOR DETERMINATION OF NSAIDS AND OPIOID ANALGESICS IN ADVANCED DRUG DELIVERY SYSTEMS AND HUMAN PLASMA	Asad Ullah Madni, Mahmood Ahmad, Naveed Akhtar, Muhammad Usman
		2	NTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACT FROM SOME THAI MEDICINAL PLANTS AGAINST CAMPYLOBACTER JEJUNI	Achara Dholvitayakhun, Nathanon Trachoo
		3	SALBUTAMOL SULPHATE-ETHYLCELLULOSE TABLETTED MICROCAPSULES: PHARMACOKINETIC STUDY USING CONVOLUTION APPROACH	Ghulam Murtaza, Kalsoom Farzana
		4	DATA MINING CLASSIFICATION METHODS APPLIED IN DRUG DESIGN	Mária Stachová, Lukáš Sobíšek
		5	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat
		6	NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY	Kiranmai S.Rai
		7	A REVIEW ON APPLICATION OF CHITOSAN AS A NATURAL ANTIMICROBIAL	F. Nejati Hafdani, N. Sadeghinia
		8	DATA MINING TECHNIQUES IN COMPUTER-AIDED DIAGNOSIS: NON-INVASIVE CANCER DETECTION	Florin Gorunescu

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:30-12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 9	Jamal Fathi Abu Hasna	1	LATERAL TORSIONAL BUCKLING OF STEEL THIN-WALLED BEAMS WITH LATERAL RESTRAINTS	Ivan Balázs, Jindřich Melcher
		2	THE ESTABLISHMENT OF CAUSE-SYSTEM OF POOR CONSTRUCTION SITE SAFETY AND PRIORITY ANALYSIS FROM DIFFERENT PERSPECTIVES	Shirong Li, Xueping Xiang
		3	APPLICATIONS OF CARBON FIBERS PRODUCED FROM POLYACRYLONITRILE FIBERS	R. Eslami Farsani, R. Fazaeli
		4	A STUDY ON THE DEVELOPING METHOD OF THE BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) SOFTWARE BASED ON CLOUD COMPUTING ENVIRONMENT	Byung-Kon Kim
		5	TORSION BEHAVIOR OF STEEL FIBERED HIGH STRENGTH SELF COMPACTING CONCRETE BEAMS REINFORCED BY GFRB BARS	Khaled S. Ragab, Ahmed S. Eisa
		6	ADVANTAGES OF LARGE STRANDS IN PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE HIGHWAY APPLICATION	Amin Akhnoukh
		7	MULTIPATH ROUTING SENSOR NETWORK FOR FINDING CRACK IN METALLIC STRUCTURE USING FUZZY LOGIC	Dulal Acharjee, Punyaban Patel
			ASSESSING THE EFFECTS OF EXPLOSION WAVES ON OFFICE AND RESIDENTIAL BUILDINGS	Mehran Pourgholi , Amin Lotfi Eghlim
		8	EFFECT OF POLYVINYL PYRROLIDONE AND ETHYL CELLULOSE CONCENTRATION ON RELEASE PROFILE AND KINETICS OF GLIBENCLAMIDE EXTENDED RELEASE DOSAGE FORM SYSTEM	Amit Kumar, Peeyush Sharma, Anil Bhandari

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:00-12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 10	Maia Seturi	1	THE CORRELATION OF ECONOMIC VARIABLES ON DOMESTIC INVESTMENT	Amirreza Attarzadeh
		2	AN ASSESSMENT ON THE EFFECT OF PARTICIPATION OF RURAL WOMAN ON SUSTAINABLE RURAL WATER SUPPLY IN YEMEN	Afrah Saad Mohsen Al-Mahfadi
		3	ARMED GROUPS AND INTRA STATE CONFLICT: A STUDY ON THE EGYPTIAN CASE	Ghzlan Mahmoud Abdel Aziz
		4	ROLE OF LEADERS İN MANAGİNG EMPLOYEES' DYSFUNCTİONAL BEHAVİOR AT WORKPLACE	Aya Maher, Pakinam Youssef
		5	FINANCIAL STATEMENT FRAUD: THE NEED FOR A PARADIGM SHIFT TO FORENSIC ACCOUNTING	Ifedapo Francis Awolowo
		6	CUSTOMER ADOPTION AND ATTITUDES IN MOBILE BANKING IN SRI LANKA	Prasansha Kumari
		7	THE SERVICE APPRAISAL OF SOLDIERS OF THE ARMY OF THE CZECH REPUBLIC IN THE CONTEXT OF PERSONAL EXPENSES	Tereza Dolečková
		8	PECULIARITIES OF IMPLEMENTATION OF BRANDING PRINCIPLES	Maia Seturi
		9	MARKET SEGMENTATION AND CONJOINT ANALYSIS FOR APPLE FAMILY DESIGN	Abbas Al-Refaie, Nour Bata

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:30-12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 11	Aber Salem Aboalgasm,	1	TO CLOUDIFY OR NOT TO CLOUDIFY	Laila Yasir Al-Harthy Ali H. Al-Badi
		2	ZHOU ENLAI'S IMPACT TO THE FOREIGN FOLICY OF CHINA	Nazira B. Boldurukova
		3	FINGERPRINT ON BALLISTIC AFTER SHOOTING	Narong Kulnides
		4	THE DEVELOPMENT OF ONLİNE LESSONS İN INTEGRATİON MODEL	Chalermpol Tapsai
		5	THE SOCIAL AREA DISCLOSURE TO REDUCE CONFLICTS BETWEEN COMMUNITY AND THE STATE: A CASE OF MAHAKAN FORTRESS, BANGKOK	Saowapa Phaithayawat
		6	THE POTENTIAL OF DIGITAL TOOLS IN ART LESSONS AT JUNIOR SCHOOL LEVEL TO IMPROVE ARTISTIC ABILITY USING TAMAZIGHT FONTS	Aber Salem Aboalgasm, Rupert Ward
		7	THE DESIGN OF PICTURE BOOKS FOR CHILDREN FROM TALES OF AMPHAWA FIREFLIES	Marut Pichetvit
		8		

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:30-12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 12	Sivamurugan Pandian	1	WEB-CONTENT ANALYSIS OF THE MAJOR SPANISH TOURIST DESTINATIONS EVALUATION BY RUSSIAN TOURISTS	Natalia Polkanova, Sergey Kazakov
		2	DISABILITY DIVERSITY MANAGEMENT: A CASE STUDY OF THE BANKING SECTOR IN THE KSA	Nada Azhar
		3	CURSIVE HANDWRITING IN AN INTERNET AGE	Karen Armstrong
		4	THE IMPACT OF PARENT INVOLVEMENT İN PRESCHOOL DİSABLED CHİLDREN	Sheng-Min Cheng
		5	THE IMPORTANCE OF ISSUES FOR THE YOUTH IN VOTER DECISION MAKING: A CASE STUDY AMONG UNIVERSITY STUDENTS IN MALAYSIA	Sivamurugan Pandian
		6	JAPANESE ENGLISH IN TRAVEL BROCHURES	Premvadee Na Nakornpanom
		7	WAYS OF LIFE OF UNDERGRADUATE STUDENTS BASED ON SUFFICIENCY ECONOMY PHILOSOPHY IN SUAN SUNANDHA RAJABHAT UNIVERSITY	Phusit Phukamchanoad
		8	RESEARCH ANALYSIS IN ECLECTIC THEORY (KABOUDAN AND SFANDIAR)	arideh Alizadeh Mohd Nasir Hashim
		9	ONLINE METACOGNITIVE READING STRATEGIES USE BY POSTGRADUATE LIBYAN EFL STUDENTS	Najwa Alsayed Omar
		10	AUSPICIOUS MEANING FOR COMMUNITY SOUVENIR PRODUCTS	Somsakul Jerasilp, Jong Boonpracha

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – I

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /10:30-12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 13	Wardoyo, Humairoh	1	INFLUENCE OF A COMPANY'S DYNAMIC CAPABILITIES ON ITS INNOVATION CAPABILITIES	Lovorka Galetic, Zeljko Vukelic
		2	A HYBRID PARTICLE SWARM OPTIMIZATION-NELDER- MEAD ALGORITHM (PSO-NM) FOR NELSON-SIEGEL- SVENSSON CALIBRATION	Sofia Ayouche Rachid Ellaia, Rajae Aboulaich
		3	RAMIFICATION OF OIL PRICES ON RENEWABLE ENERGY DEPLOYMENT	Osamah A. Alsayegh
		4	LEAN HEALTHCARE: BARRİERS AND ENABLERS İN THE COLOMBİAN CONTEXT	Erika Ruiz, Nestor Ortiz
		5	IDENTIFICATION OF LEAN IMPLEMENTATION HURDLES IN INDIAN INDUSTRIES	Bhim Singh
		6	PROMOTING LOCAL PRODUCTS THROUGH ONE VILLAGE ONE PRODUCT AND CUSTOMER SATISFACTION	Wardoyo, Humairoh
		7	ANALYSIS OF THE REASONS BEHIND THE DETERIORATED STANDING OF ENGINEERING COMPANIES DURING THE FINANCIAL CRISIS	Levan Sabauri
		8	REVIEW OF MODELS OF CONSUMER BEHAVIOUR AND INFLUENCE OF EMOTIONS IN THE DECISION MAKING	Mikel Alonso López

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 1	Dr. Öğr. Üyesi Yasin AKYILDIZ	1	MESLEKİ UYGULAMA ARACI OLARAK SOSYAL İNCELEME RAPORLARI (SİR)'NIN SOSYAL HİZMETTEKİ YERİ	Dr. Öğr. Üyesi Yasin AKYILDIZ
		2	MUHAFAZAKÂR SÖYLEMDE AİLE KURUMUNUN DEĞİŞİMİ	Zehra KUYUMCU GELMEDİ
		3	SİVİL HAVACILIK ALANINDA İYİMSERLİK-KÖTÜMSERLİĞİN PERFORMANS VE PSİKOLOJİK YILDIRMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BİR ALAN ARAŞTIRMASI	Dr. Öğr. Gör. Gül ÇIKMAZ Uzm. Ayşegül ÖZBAĞIŞ Öğr. Gör. Hilmi SEZGİN
		4	COVİD-19'UN YAŞAM KALİTESİ VE DEPRESYON ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BİR ALAN ÇALIŞMASI	Prof. Dr. Salih YEŞİL Uzman Ayşegül ÖZBAĞIŞ
		5	KENT ÇEPERİNDE KENT ALGISINA DAİR BİR ÇALIŞMA: ARNAVUTKÖY ÖRNEĞİ	Arş. Gör. Yiğit Samet ÜNAL Doç. Dr, Betül Duman BAY
		6	KADIN TEMSİLİ ve KAMUSAL/ÖZEL ALAN TARTIŞMALARI BAĞLAMINDA FEMİNİST BİR DEMOKRASİ TAHAYYÜLÜ	Arş. Gör. Büşra ÖZTEKİN
		7	BYUNG-CHUL HAN ve TOPLUMSAL İÇERİMLER: ŞEFFAFLIK SOSYOLOJİSİ	Dr. Öğr. Üyesi Vefa ADIGÜZEL
		8	KÜRESEL GÜVENCESİZLİĞİN SINIFSAL ÜRETİMİ: PREKARYA	Dr. Öğr. Üyesi Vefa ADIGÜZEL
		9	REFLECTIONS OF ARCHETYPAL CRITICISM ON LITERATURE	PINAR KORKMAZ ASSOC. PROF. DR. AYDIN GÖRMEZ GELMEDİ

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 2	Dr.Öğr.Üyesi. Uğur DEMİRBAĞ	1	HOUSES AND TRADITIONAL URBAN TEXTURE OF TOKAT PAZAR DISTRICT	Dr.Öğr.Üyesi. Uğur DEMİRBAĞ
		2	HOUSES AND TRADITIONAL RURAL TEXTURE ŞENYURT	Dr.Öğr.Üyesi. Uğur DEMİRBAĞ
		3	HISTORY OF INTELLIGENT TRANSPORTATİON SYSTEMS AND COMPARİSONS OF THEİR APPLİCATİONS WORLDWİDE	İnşaat Mühendisi Serhan UZUNHASANOĞLU Arş.Gör.Dr. Onur ŞAHİN
		4	SİNGLE PAYMENT METHOD FOR ALL PUBLIC TRANSPORT SERVICES	İnşaat Mühendisi Serhan UZUNHASANOĞLU Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY
		5	AHŞAP ESASLI TABAKALI KOMPOZİT MALZEMELERİN ISI İLETKENLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	Musa KAYA Doç. Dr. Hasan Özgür İMİRZİ
		6	AYDIN ASTİM ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ İMAR PLANLAMASI SÜRECİ	Doç. Dr. Seçil Gül MEYDAN YILDIZ Yüksek Şehir ve Bölge Plancısı Hüsne TEMUR Şehir ve Bölge Plancısı Alican BAYSAN
		7	AYDIN-MUĞLA-DENİZLİ ÇEVRE DÜZENİ PLANI PLAN KARARLARININ VE PLAN DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Şehir ve Bölge Plancısı Hüsne TEMUR Doç. Dr. Seçil Gül MEYDAN YILDIZ
		8.	AÇIK VE YEŞİL ALANLARDA BİTKİSEL TASARIMLARDA YAPILAN HATALARA İLİŞKİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet CAF

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 3	Dr. Öğr. Üyesi, Tülay YILDIRIM ÜŞENMEZ	1	AKALAZYA TEDAVİSİNDE CERRAHİ DENEYİMLERİMİZ; İKİ OLGU SUNUMU	Dr. Kürşat YEMEZ Dr. Mehmet Alperen AVCI
		2	RUHSAL HASTALIKLARDA MANEVİYATIN YERİ	Dr. Öğr. Üyesi, Tülay YILDIRIM ÜŞENMEZ
		3	MULTİPLE SKLEROZ HASTASINDA DEPRESYONUN CİNSEL AKTİVİTE ÜZERİNE OLAN ETKİSİ	Uzm. Fizyoterapist, Kübra KÜÇÜKTEPE Uzm. Psk. Seren UĞUR Yrd. Doç. Dr. Asra Babayiğit
		4	ÖZEL GEREKSİNİMLİ ÇOCUKLARA SAHİP EBEVEYNLERİN YAKLAŞIMI VE ÖZ YETERLİLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Hüseyin Çapuk Aygül Taşar Çiğdem Ekinci Zahide Özalp Dicle Elarslan Fatime Buluş Ayten Babayiğit
		5	ISINMA YÖNTEMLERİNİN 18-22 YAŞ ARASI ERKEK BASKETBOL OYUNCULARININ SÜRAT PERFORMANSINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ	Öğretmen, Can Eren YALÇIN

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon /	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 4	**Asst. Prof. Dr. Elif KAPLAN**	**1**	TÜNEL AYDINLATMASINDA KULLANILAN LED AYDINLATMA ARMATÜRLERİ İLE YÜKSEK BASINÇLI SODYUM BUHARLI ARMATÜRLERİN ANALİZİNİN YAPILMASI	Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ Elektrik-Elektronik Mühendisi, Suat AVCİL
		2	YOL AYDINLATMASINDA KULLANILAN LED LAMBALAR İLE YÜKSEK BASINÇLI SODYUM BUHARLI LAMBALARIN KARŞILAŞTIRMASI	Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ Elektrik-Elektronik Mühendisi, Suat AVCİL
		3	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE OVER-EXCITATION LIMITER MODEL ON SECONDARY VOLTAGE CONTROL IN POWER SYSTEMS	Doç. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU Arş. Gör. Enes KAYMAZ
		4	INVESTIGATION OF STATIC VOLTAGE STABILITY IN POWER SYSTEMS USING SSSC-FUEL CELL	Doç. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU Arş. Gör. Enes KAYMAZ
		5	ÇEVİK YAZILIM TEST SÜREÇLERİNDE HATA TÜRÜ VE ETKİ ANALİZİ	Işılay PAMUK CANDAN Doç. Dr. Tülay KORKUSUZ POLAT
		6	NEW FIXED-CIRCLE RESULTS WITH MULTI-VALUED F_C -CONTRACTION MAPPINGS	Asst. Prof. Dr. Elif KAPLAN Assoc. Prof. Dr. Nihal TAŞ
		7	SOME INTEGRAL TYPE FIXED-DISC RESULTS VIA SIMULATION FUNCTIONS	Asst. Prof. Dr. Elif KAPLAN
		8	HOTEL SELECTION WITH A MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHOD	Zeliha Nur ÇINAR Doç. Dr. Tülay Korkusuz POLAT

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 5	**Assist. Prof. Dr. Fadime ŞİMŞEK**	**1**	GİZLİ ISI DEPOLAMADA KULLANILAN EŞMERKEZLİ BİR ISI DEĞİŞTİRİCİDE ISI TRANSFER AKIŞKANININ GEÇTİĞİ İÇTEKİ BORU MALZEMESİ DEĞİŞİMİNİN, FAZ DEĞİŞİM MALZEMESİ ERİME SÜRESİNE ETKİSİNİN HAD ANALİZİYLE ARAŞTIRILMASI	Assist. Prof. Dr. Fadime ŞİMŞEK
		2	INVESTIGATION OF THE INHIBITION KINETICS OF CARVAKROL ($C_6H_3C_3H_7$) AGAINST ESCHERICHIA COLI AND LISTERIA MONOCYTOGENES	Graduate Student, Beyza Nur AKBABA Assoc. Prof. Dr., Serpil UĞRAŞ
		3	MACHINE LEARNING AID FREIGHT ESTIMATING SYSTEM	Cüneyt ERGEN Serkan GERZ Ahmet FEYZİOĞLU
		4	FARKLI AKIŞKAN, MALZEME VE BASINCIN PARALEL BAĞLI KARŞIT AKIŞLI RANQUE–HİLSCH VORTEKS TÜP PERFORMANSINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI	Doç.Dr, Volkan KIRMACI Doç.Dr, Musa BİLGİN Dr, Murat KORKMAZ
		5	PARALEL BAĞLI KARŞIT AKIŞLI RANQUE–HİLSCH VORTEKS TÜP PERFORMANSINA FARKLI NOZULLARIN TAHMİN MODELLERİYLE İNCELENMESİ	Dr, Murat KORKMAZ Doç.Dr, Musa BİLGİN Doç.Dr, Volkan KIRMACI
		6	DERİN KRİYOJENİK İŞLEMİN SICAK İŞ TAKIM ÇELİĞİNİN AŞINMA DAVRANIŞINA ETKİSİ	Arş. Gör. Dr., Fulya KAHRIMAN
		7	INVESTIGATION OF THE ELECTRONIC, MAGNETIC AND THERMOELECTRIC PROPERTIES OF MnVZrP QUATERNARY HEUSLER ALLOYS BY USING FIRST PRINCIPLE CALCULATIONS	Prof. Dr. Kemal ÖZDOĞAN Hülya GÜRÇAY
		8	HAVACILIK SEKTÖRÜ İÇİN OTOKLAVDA ÜRETİLEN KARBON FİBER TAKVİYELİ EPOKSİ POLİMER KOMPOZİTLERİN TERMAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE OTOKLAV BASINCININ ETKİSİ	Murat Kalender Evirgen Prof. Dr. Mustafa Kelami ŞEŞEN

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:00-16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 6	Assoc. Prof. Dr. M.Fırat BARAN	1	A RESEARCH ON THE CYTOGENETIC EFFECTS OF IMAZAMOX Herbicide ON Allium cepa L.	Hayrettin SARIKAYA Doç. Dr. Pınar GÖÇ RASGELE
		2	ANTIBACTERIAL ACTIVITY ANALYSIS OF THYMOL AGAINST FOOD PATHOGENIC BACTERIA	Graduate Student, Ebru AKAN Assoc. Prof. Dr. Serpil UGRAS
		3	TÜRKİYE'DEN NADİR KABUL EDİLEN BİR LİKENİKOL FUNGUS TÜRÜ ENDOCOCCUS PROPİNQUUS (KÖRB) D. HAWKSW.	Ersoy SEVGİ Öğr. Gör. Mehmet Ünsal BARAK Doç. Dr. Mustafa KOCAKAYA Öğr. Gör. Esra Özge Aygül
		4	INVESTIGATIONS ON THE ROOTING OF STEEL IN SOME FOREIGN OLIVE VARIETIES	Doç. Dr., Ebru SAKAR Zir. Yük. Müh. İlyas KARASU Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU
		5	ANCHUSA L. (BORAGINACEA) CİNSİNE AİT BAZI TAKSONLARIN (Anchusa undulata L. subsp. hybrida (Ten) Coutinho, A. azurea Miller var. azurea, A. leptophylla Roemer & Schultes subsp. incana (Ledep) Chamb.) YAPRAK SAPI ANATOMİSİ	Gençay AKGÜL Sibel SAPMAZ
		6	PROPOLİSİN AYÇİÇEK YAĞINDAKİ TRANS YAĞ ASİTİ OLUŞUMU ÜZERİNDEKİ KORUYUCU ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Kübra GÜLŞEN Doçent, Gülgün ÇAKMAK ARSLAN
		7	TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN ENDEMİK KAPADOKYA/PERİ HAVACİVAOTU (ALKANNA CAPPADOCICA L., BORAGINACEAE)'NUN GÖVDE VE YAPRAK ANATOMİSİ	Doç. Dr. Gençay AKGÜL Şeyma BOYAR
		8	INVESTİGATİON OF ANTİOXİDANT AND ANTİ-APOPTOTİC POTENTİAL OF PLEUROTUS ERYNGİİ, PİSTACİA VERA EXTRACT AND BİO-BASED-SELENİUM LOADED NANOPARTİCLES	Assoc. Prof. Dr. M.Fırat BARAN
		9	Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Safran (Crocus sativus) Purple flower and Their Antimicrobial activity	Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 7	D. K. Nauriyal	1	EDUCATION OF PURCHASING PROFESSIONALS IN AUSTRIA: COMPETENCE BASED VIEW	Volker Koch
		2	DEVELOPING AN AUDIT QUALITY MODEL FOR AN EMERGING MARKE	Bita Mashayekhi, Azadeh Maddahi, Arash Tahriri
		3	DETERMINANTS OF PROFITABILITY IN INDIAN PHARMACEUTICAL FIRMS IN THE NEW INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS REGIME	Shilpi Tyagi, D. K. Nauriyal
		4	THE IMPACT OF MOTİVATİON, TRUST, AND NATİONAL CULTURAL DİFFERENCES ON KNOWLEDGE SHARİNG WİTHİN THE CONTEXT OF ELECTRONİC MAİL	Said Abdullah Al Saifi
		5	A STUDY ON THE DETERMINANTS OF EARNINGS RESPONSE COEFFICIENT IN AN EMERGING MARKET	Bita Mashayekhi, Zeynab Lotfi Aghel
		6	ACCOUNTING INFORMATION SYSTEMS OF KUWAITI COMPANIES: OBSTACLES AND BARRIERS	Haya Y Alobaid
		7	PLANNING A SUPPLY CHAIN WITH RISK AND ENVIRONMENTAL OBJECTIVES	Ghanima Al-Sharrah, Haitham M. Lababidi, Yusuf I. Ali
		8	CORPORATE GOVERNANCE IN NETWORK MARKETING ORGANIZATIONS: THE ROLE OF ETHICS AND CSR	Venugopal Kummamuru
		9	RELATIONSHIP BETWEEN FINANCIAL REPORTING TRANSPARENCY AND INVESTMENT EFFICIENCY: EVIDENCE FROM IRAN	Bita Mashayekhi, Hamid Kalhornia
		10		

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 8	Martin Lnenicka	1	IMPACT OF REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES ON WOMEN'S LIVES IN NEW DELHI: A STUDY FROM FEMINIST PERSPECTIVE	Zairunisha
		2	CURBING ABUSES OF LEGAL POWER IN THE SOCIETY	Tajudeen Ojo Ibraheem
		3	SOCIAL STRUCTURE, INVOLUNTARY RELATIONS, AND URBAN POVERTY	Mahmood Niroobakhsh
		4	KNOWLEDGE TRANSFER AND THE TRANSLATİON OF TECHNİCAL TEXTS	Ahmed Alaoui
		5	THE INFLUENCE OF ISLAMIC ARTS ON OMANI WEAVING MOTIFS	Zahra Ahmed Al-Zadjali
		6	HANDLING COMPLEXITY OF A COMPLEX SYSTEM DESIGN: PARADIGM, FORMALISM AND TRANSFORMATIONS	Hycham Aboutaleb Bruno Monsuez
		7	UNDERSTANDING EUROPE'S ROLE IN THE AREA OF LIBERTY, SECURITY AND JUSTICE AS AN INTERNATIONAL ACTOR	Sarah Barrere
		8	THE METHODOLOGY OF OUT-MIGRATION IN GEORGIA	Shorena Tsiklauri
		9	AN IN-DEPTH ANALYSIS OF OPEN DATA PORTALS AS AN EMERGING PUBLIC E-SERVICE	Martin Lnenicka
		10	THE NATURE OF ORIGIN OF NEW CRIMINAL OCCURRENCES IN GJAKOVA REGION: CULTURAL AND CRIMINOLOGICAL "INTERSECTION" IN 1999-2009	Bekim Avdiaj

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 9	Hanaa Farouk Saleh	1	PROMOTING GENDER EQUALITY WITHIN ISLAMIC TRADITION VIA CONTEXTUALIST APPROACH	Ali Akbar
		2	BA'ALBAKĪ'S INFLUENCE ON 1950S AND 1960S LEBANESE WOMEN WRITERS	Khaled Igbaria
		3	THE INTERACTION BETWEEN HUMAN AND ENVIRONMENT ON THE PERSPECTIVE OF ENVIRONMENTAL ETHICS	Mella Ismelina Farma Rahayu
		4	PROTECTİON OF HUMAN RİGHTS İN EUROPE: THE PARLİAMENTARY DİMENSİON	Aleksandra Chiniaeva
		5	EISENHOWER'S FAREWELL SPEECH: INITIAL AND CONTINUING COMMUNICATION EFFECTS	B. Kuiper
		6	HUMAN SECURITY PROVIDERS IN FRAGILE STATE UNDER ASYMMETRIC WAR CONDITIONS	Luna Shamieh
		7	DEVELOPING NEW MEDIA CREDIBILITY SCALE: A MULTIDIMENSIONAL PERSPECTIVE	Hanaa Farouk Saleh
		8	GENDER DIFFERENCES IN RESEARCH OUTPUT, FUNDING AND COLLABORATION	Ashkan Ebadi Andrea Schiffauerova
		9	SWISS SCIENTIFIC SOCIETY FOR DEVELOPING COUNTRIES: A CONCEPT OF RELATIONSHIP	Jawad Alzeer
		10	BARRIERS TO MARITAL EXPECTATION AMONG INDIVIDUALS WITH HEARING IMPAIRMENT IN OYO STATE	Adebomi M. Oyewumi, Sunday Amaize

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 10	A. V. Shashkova	1	ANALYSIS OF DRIVING CONDITIONS AND PREFERRED MEDIA ON DIVERSION	Yoon-Hyuk Choi
		2	AN ANALYTICAL STUDY ON THE POLITICS OF DEFECTION IN INDIA	Diya Sarkar, Prafulla C. Mishra
		3	POSITION OF THE CONSTITUTIONAL COURT OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE MATTER OF RESTRICTING CONSTITUTIONAL RIGHTS OF CITIZENS CONCERNING BANKING SECRECY	A. V. Shashkova
		4	RECOGNİTİON AND PROTECTİON OF INDİGENOUS SOCİETY İN INDONESİA	Triyanto, Rima Vien Permata Hartanto
		5	NEED OF NATIONAL SPACE LEGISLATION FOR SPACE FARING NATIONS	Muhammad Naveed Yang Caixia
		6	HUMAN RIGHTS IN ARMED CONFLICTS AND CONSTITUTIONAL LAW	Antonios Maniatis
		7	FORENSIC MEDICAL CAPACITIES OF RESEARCH OF SALIVA STAINS ON PHYSICAL EVIDENCE AFTER WASHING	Saule Mussabekova
		8	TOWARDS A PROOF ACCEPTANCE BY OVERCOMING CHALLENGES IN COLLECTING DIGITAL EVIDENCE	Lilian Noronha Nassif
		9	THE ROLE OF EUROPEAN UNION IN GLOBAL GOVERNANCE	Yrfet Shkreli
		10	MEASURES FOR LIMITING CORRUPTION UPON MIGRATION WAVE IN EUROPE	Jordan Georgiev Deliversky

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 11	Kalayanee Koonmee	1	A COMPUTATIONAL MODEL OF MINIMAL CONSCIOUSNESS FUNCTIONS	Nabila Charkaoui
		2	EXPLORING LIFE MEANINGFULNESS AND ITS PSYCHOSOCIAL CORRELATES AMONG RECOVERING SUBSTANCE USERS – AN INDIAN PERSPECTIVE	Fouzia Alsabah Shaikh, Anjali Ghosh
		3	DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL JUSTICE IN INCENTIVE ALLOCATION OF THE THAI PUBLIC SECTOR	Kalayanee Koonmee
		4	AUTOBİOGRAPHİCAL MEMORY AND FLEXİBLE REMEMBERİNG: GENDER DİFFERENCES	A. Aizpurua, W. Koutstaal
		5	CULTURAL ANXIETY AND ITS IMPACT ON STUDENTS- LIFE: A CASE STUDY OF INTERNATIONAL STUDENTS IN WUHAN UNIVERSITY	Nadeem Akhtar Shan Bo
		6	TREATMENT OR RE-VICTIMIZING THE VICTIMS	Juliana Panova
		7	THE STORY OF MERGERS AND ACQUISITIONS: USING NARRATIVE THEORY TO UNDERSTAND THE UNCERTAINTY OF ORGANIZATIONAL CHANGE	Philip T. Roundy
		8	ATTACHMENT STYLES OF CHILDREN RAISED IN NURSERY VS. THOSE WHO ARE RAISED IN THE FAMILY IN IRAN	Narges Razeghi
		9	A NEW MEASURE OF HERDING BEHAVIOR: DERIVATION AND IMPLICATIONS	Amina Amirat Abdelfettah Bouri

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 12	K. R. Anandakumar	1	BEHAVIORAL ANALYSIS OF TEAM MEMBERS IN VIRTUAL ORGANIZATION BASED ON TRUST DIMENSION AND LEARNING	Indiramma M., K. R. Anandakumar
		2	IMPROVED AUTOMATED CLASSIFICATION OF ALCOHOLICS AND NON-ALCOHOLICS	Ramaswamy Palaniappan
		3	RHETORICAL COMMUNICATION IN THE COGSCI DISCOURSE COMMUNITY: THE COGNITIVE NEUROSCIENCES (2004) IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC DISSEMINATION	Lucia Abbamonte Olimpia Matarazzo
		4	MORAL REASONİNG AND BEHAVİOUR İN ADULTHOOD	O. Matarazzo, L. Abbamonte, G. Nigro
		5	A COGNITIVE MODEL FOR FREQUENCY SIGNAL CLASSIFICATION	Rui Antunes, Fernando V. Coito
		6	PROBABILITY AND INSTRUCTION EFFECTS IN SYLLOGISTIC CONDITIONAL REASONING	Olimpia Matarazzo Ivana Baldassarre
		7	AN INVESTIGATION INTO KANJI CHARACTER DISCRIMINATION PROCESS FROM EEG SIGNALS	Hiroshi Abe, Minoru Nakayama
		8	REFORM-ORIENTED TEACHING OF INTRODUCTORY STATISTICS IN THE HEALTH, SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES – HISTORICAL CONTEXT AND RATIONALE	Rossi A. Hassad
		9	EXPLORATIONS IN THE ROLE OF EMOTION IN MORAL JUDGMENT	Arthur Yan

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 13	Roshan Dharshana Yapa,	1	BREAST SKIN-LINE ESTIMATION AND BREAST SEGMENTATION IN MAMMOGRAMS USING FAST-MARCHING METHOD	Koichi Harada
		2	SCATTERER DENSITY IN EDGE AND COHERENCE ENHANCING NONLINEAR ANISOTROPIC DIFFUSION FOR MEDICAL ULTRASOUND SPECKLE REDUCTION	Ahmed Badawi J. Michael Johnson Mohamed Mahfouz
		3	T-WAVE DETECTION BASED ON AN ADJUSTED WAVELET TRANSFORM MODULUS MAXIMA	Samar Krimi, Kaïs Ouni, Noureddine Ellouze
		4	BRİDGİNG THE MENTAL GAP BETWEEN CONVOLUTİON APPROACH AND COMPARTMENTAL MODELİNG İN FUNCTİONAL IMAGİNG: TYPİCAL EMBEDDİNG OF AN OPEN TWO-COMPARTMENT MODEL İNTO THE SYSTEMS THEORY APPROACH OF INDİCATOR DİLUTİON THEORY	Gesine Hellwig
		5	ANALYSIS OF MEDICAL DATA USING DATA MINING AND FORMAL CONCEPT ANALYSIS	Anamika Gupta, Naveen Kumar, Vasudha Bhatnagar
		6	CASE BASED REASONING TECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSIS	Abdel-Badeeh M. Salem
		7	DETECTION OF DIABETIC SYMPTOMS IN RETINA IMAGES USING ANALOG ALGORITHMS	Daniela Matei Radu Matei
		8	ARRIVING AT AN OPTIMUM VALUE OF TOLERANCE FACTOR FOR COMPRESSING MEDICAL IMAGES	Sumathi Poobal, G. Ravindran

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 14	Bahareh Gholamzadeh,	1	PSO-BASED PLANNING OF DISTRIBUTION SYSTEMS WITH DISTRIBUTED GENERATIONS	Amin Hajizadeh, Ehsan Hajizadeh
		2	THREE-PHASE HIGH FREQUENCY AC CONVERSION CIRCUIT WITH DUAL MODE PWM/PDM CONTROL STRATEGY FOR HIGH POWER IH APPLICATIONS	Nabil A. Ahmed
		3	A NEW MAXIMUM POWER POINT TRACKING FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS	Mohamed Azab
		4	IMPULSE RESPONSE SHORTENİNG FOR DİSCRETE MULTİTONE TRANSCEİVERS USİNG CONVEX OPTİMİZATİON APPROACH	Ejaz Khan, Conor Heneghan
		5	HYBRID ASSOCIATION CONTROL SCHEME AND LOAD BALANCING IN WIRELESS LANS	Chutima Prommak, Airisa Jantaweetip
			ESTIMATION OF BROADCAST PROBABILITY IN WIRELESS ADHOC NETWORKS	Bharadwaj Kadiyala, Sunitha V
			THEORETICAL ANALYSIS OF CAPACITIES IN DYNAMIC SPATIAL MULTIPLEXING MIMO SYSTEMS	Imen Sfaihi, Noureddine Hamdi
		6	FIBER OPTIC SENSORS	Bahareh Gholamzadeh, Hooman Nabovati
		7	INHIBITION KINETIC DETERMINATION OF TRACE AMOUNTS OF RUTHENIUM(III) BY THE SPECTROPHOTOMETRIC METHOD WITH RHODAMINE B IN MICELLAR MEDIUM	Mohsen Keyvanfard

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 15	Mehrnoush Shamsfard,	1	OPTIMAL CONTROL STRATEGIES FOR SPEED CONTROL OF PERMANENT-MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR DRIVES	Roozbeh Molavi, Davood A. Khaburi
		2	NSGA BASED OPTIMAL VOLT / VAR CONTROL IN DISTRIBUTION SYSTEM WITH DISPERSED GENERATION	P. N. Hrisheekesha, Jaydev Sharma
		3	SIGNATURE RECOGNITION USING CONJUGATE GRADIENT NEURAL NETWORKS	Jamal Fathi Abu Hasna
		4	SPECTRAL ANALYSİS OF SPEECH: A NEW TECHNİQUE	Neeta Awasthy, J.P.Saini, D.S.Chauhan
		5	STUDY AND ENHANCEMENT OF FLASH EVAPORATION DESALINATION UTILIZING THE OCEAN THERMOCLINE AND DISCHARGED HEAT	Sami Mutair, Yasuyuki Ikegami
		6	INTRODUCING AN IMAGE PROCESSING BASE IDEA FOR OUTDOOR CHILDREN CARING	Hooman Jafarabadi
		7	DEVICE DISCOVER: A COMPONENT FOR NETWORK MANAGEMENT SYSTEM USING SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL	Garima Gupta, Daya Gupta
		8	THEMATIC ROLE EXTRACTION USING SHALLOW PARSING	Mehrnoush Shamsfard, Maryam Sadr Mousavi
		9	INTRODUCING AN IMAGE PROCESSING BASE IDEA FOR OUTDOOR CHILDREN CARING	Hooman Jafarabadi

ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ANADOLU 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 26 - 28, 2023 - Diyarbakır

Bildiri Sunumları / Presentation Session – II

Meeting ID: 881 9370 7664 **Passcode: 192102523**

27 Mayıs/ 27 May 2023 /14:30-16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Hall 16	Ghulam Murtaza,	1	A REVIEW ON APPLICATION OF CHITOSAN AS A NATURAL ANTIMICROBIAL	F. Nejati Hafdani, N. Sadeghinia
		2	NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY	Kiranmai S.Rai
		3	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat
		4	ISOLATİON OF B-SİTOSTEROL DİARABİNOSİDE FROM RHİZOMES OF ALPİNİA GALANGA	N. K. Fuloria, S. Fuloria
		5	DATA MINING CLASSIFICATION METHODS APPLIED IN DRUG DESIGN	Mária Stachová, Lukáš Sobíšek
		6	SALBUTAMOL SULPHATE-ETHYLCELLULOSE TABLETTED MICROCAPSULES: PHARMACOKINETIC STUDY USING CONVOLUTION APPROACH	Ghulam Murtaza, Kalsoom Farzana
		7	ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACT FROM SOME THAI MEDICINAL PLANTS AGAINST CAMPYLOBACTER JEJUNI	Achara Dholvitayakhun, Nathanon Trachoo

Contents

IMAZAMOKS HERBİSİTİNİN Allium cepa L. ÜZERİNDEKİ SİTOGENETİK ETKİLERİ HAKKINDA BİR ARAŞTIRMA 1

INVESTIGATION OF THE INHIBITION KINETICS OF CARVACROL ($C_6H_3C_3H_7$) AGAINST *ESCHERICHIA COLI* AND *LISTERIA MONOCYTOGENES* 14

ANTIBACTERIAL ACTIVITY ANALYSIS OF THYMOL AGAINST FOOD PATHOGENIC BACTERIA 22

TOKAT PAZAR İLÇESİNİN GELENEKSEL KENT DOKUSU ve EVLERİ 32

ŞENYURT BELDESİ GELENEKSEL KIRSAL DOKUSU VE EVLERİ 42

AUS TARİHÇESİ VE DÜNYA ÇAPINDA UYGULAMA KARŞILAŞTIRMALARI 51

TÜM TOPLU TAŞIMA HİZMETLERİN İÇİN TEK ÖDEME YÖNTEMİ 57

AHŞAP ESASLI TABAKALI KOMPOZİT PANELLERİN ISI İLETİM KATSAYILARININ BELİRLENMESİ 66

PROPOLİSİN AYÇİÇEK YAĞINDAKİ TRANS YAĞ ASİTİ OLUŞUMU ÜZERİNDEKİ KORUYUCU ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 76

TÜRKİYE'DEN NADİR KABUL EDİLEN BİR LİKENİKOL FUNGUS TÜRÜ *Endococcus propinquus* (Körb) D. Hawksw. 95

AÇIK VE YEŞİL ALANLARDA BİTKİSEL TASARIMLARDA YAPILAN HATALARA İLİŞKİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ 100

AKALAZYA TEDAVİSİNDE CERRAHİ DENEYİMLERİMİZ; İKİ OLGU SUNUMU 111

RUHSAL HASTALIKLARDA MANEVİYATIN YERİ 114

YOL AYDINLATMASINDA KULLANILAN LED LAMBALAR İLE YÜKSEK BASINÇLI SODYUM BUHARLI LAMBALARIN KARŞILAŞTIRMASI 118

TÜNEL AYDINLATMASINDA KULLANILAN LED AYDINLATMA ARMATÜRLERİ İLE YÜKSEK BASINÇLI SODYUM BUHARLI ARMATÜRLERİN ANALİZİNİN YAPILMASI 126

GÜÇ SİSTEMLERİNDE AŞIRI UYARTIM SINIRLANDIRICI MODELİN SEKONDER GERİLİM KONTROLÜ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİN İNCELENMESİ 140

SSSC-YAKIT HÜCRESİ KULLANILARAK GÜÇ SİSTEMLERİNDE STATİK GERİLİM KARARLILIĞININ İNCELENMESİ 148

ÇEVİK YAZILIM TEST SÜREÇLERİNDE HATA TÜRÜ VE ETKİ ANALİZİ 157

NEW FIXED-CIRCLE RESULTS WITH MULTI-VALUED F_C-CONTRACTION MAPPINGS 165

SOME INTEGRAL TYPE FIXED-DISC RESULTS VIA SIMULATION FUNCTIONS 172

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE OTEL SEÇİMİ 177

GİZLİ ISI DEPOLAMADA KULLANILAN EŞMERKEZLİ BİR ISI DEĞİŞTİRİCİDE ISI TRANSFER AKIŞKANININ GEÇTİĞİ İÇTEKİ BORU MALZEMESİ DEĞİŞİMİNİN, FAZ DEĞİŞİM MALZEMESİ ERİME SÜRESİNE ETKİSİNİN HAD ANALİZİYLE ARAŞTIRILMASI 192

FARKLI AKIŞKAN, MALZEME VE BASINCIN PARALEL BAĞLI KARŞIT AKIŞLI RANQUE–HİLSCH VORTEKS TÜP PERFORMANSINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI 202

PARALEL BAĞLI KARŞIT AKIŞLI RANQUE–HİLSCH VORTEKS TÜP PERFORMANSINA FARKLI NOZULLARIN TAHMİN MODELLERİYLE İNCELENMESİ 211

DERİN KRİYOJENİK İŞLEMİN SICAK İŞ TAKIM ÇELİĞİNİN 219

AŞINMA DAVRANIŞINA ETKİSİ 219

HAVACILIK SEKTÖRÜ İÇİN OTOKLAVDA ÜRETİLEN KARBON FİBER TAKVİYELİ EPOKSİ POLİMER KOMPOZİTLERİN TERMAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE OTOKLAV BASINCININ ETKİSİ 227

BAZI YABANCI ZEYTİN ÇEŞİTLERİNDE ÇELİKLERİN KÖKLENDİRİLMESİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR..... 243

TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN ENDEMİK KAPADOKYA/PERİ HAVACİVAOTU (*ALKANNA CAPPADOCICA* Boiss. & Bal*.,* BORAGINACEAE)'NUN GÖVDE VE YAPRAK ANATOMİSİ 253

ANCHUSA L. (BORAGINACEAE) CİNSİNE AİT BAZI TAKSONLARIN (*A. undulata* L. ssp. *hybrida* (Ten) Coutinho, *A. azurea* Miller var. *azurea*, *A. leptophylla* Roemer & Schultes ssp. *incana* (Ledep) Chamb.) YAPRAK SAPI ANATOMİSİ 261

IMAZAMOKS HERBİSİTİNİN Allium cepa L. ÜZERİNDEKİ SİTOGENETİK ETKİLERİ HAKKINDA BİR ARAŞTIRMA

Hayrettin SARIKAYA
Düzce Üniversitesi, h-sarikaya@hotmail.com-ORCID ID: 0000-0002-1270-6647
Doç. Dr. Pınar GÖÇ RASGELE
Düzce Üniversitesi, pinargocrasgele@gmail.com- ORCID ID: 0000-0002-7558-3138

ÖZET

İmidazolinon herbisitlerinden biri olan imazamoks, asetolaktat sentaz/asetohidroksi asit sentaz inhibitörüdür ve yabani ot kontrolünde yaygın olarak kullanılır. Bu çalışmada, imazamoks herbisitinin ticari formülasyonunun morfolojik ve sitogenotoksik potansiyeli genotoksisite testlerinde biyoindikatör yöntemlerden biri olarak kullanılan *Allium cepa* test yöntemi kullanılarak araştırıldı. Kök uçları, 96 saat boyunca farklı konsantrasyonlarda (0.5, 1, 2.5, 5, 10, 25, 50 ve 100 ppm) imazamoks herbisiti ile muamele edildi. İmazamoksun *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde kök uzunlukları, kök ucu sayısı ve ağırlığı gibi morfolojik parametreleri ile kromozomal anormallikler ve mitotik indeks gibi sitogenotoksik etkileri belirlendi.

İmazamoks herbitisinin 5, 10, 25, 50 ve 100ppm konsantrasyonlarının kök uzunlukları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı inhibisyonlara neden olduğu, konsantrasyon arttıkça kök sayısında azalma olduğu saptandı. İmazamoks herbisitinin tüm konsantrasyonlarının toplam anormal hücre sayısını önemli ölçüde artırdığı, bu mitotik anormallikler arasından en fazla görülen anormalliği düzensiz metafaz olduğu, bundan başka yapışıklık, c-mitoz, köprü ve ayrık kromozom gibi anormalliklerin de olduğu saptandı. Ayrıca, imazamoks herbisitinin *A. cepa* kök ucu hücreleri ile 96 saatlik muamele sonucunda tüm konsantrasyonlarda mitotik indeks yüzdesinde bir azalma meydana geldiği, 2.5, 5, 10, 25, 50 ve 100ppm konsantrasyonlarında meydana gelenler bu azalmaların istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu.

Sonuç olarak, imazamoks herbisitinin yüksek konsantrasyonlarının (50 ve 100ppm) *A. cepa* kök ucu hücreleri üzerine genotoksik ve sitotoksik etkili olduğu belirlendi. Hedef dışı organizmalardaki toksisitelerinin mekanizmalarını ortaya koymak için daha ileri teknik ve yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır.
Anahtar Kelimeler: İmazamoks, *Allium cepa* testi, mitotik anormallikler, mitotik indeks.

A RESEARCH ON THE CYTOGENETIC EFFECTS OF IMAZAMOX HERBICIDE ON *Allium cepa* L.

ABSTRACT

Imazamox, one of the imidazolinone herbicides, is an acetolactate synthase (ALS) / acetohydroxyacid synthase (AHAS) inhibitor and is widely used in weed control. In this study, the morphological and cytogenotoxic potential of the commercial formulation of imazamox herbicide was investigated using the Allium cepa test method, which is used as one of the

bioindicator methods in genotoxicity tests. Root tips were treated with imazamox herbicide at different concentrations (0.5, 1, 2.5, 5, 10, 25, 50 and 100 ppm) for 96 hours. Morphological parameters such as root length, root tip number and weight and cytogenotoxic effects such as chromosomal abnormalities and mitotic index of imazamox herbicide on Allium cepa root tip cells were determined.

It was detected that 5, 10, 25, 50 and 100ppm concentrations of imazamox herbicide caused statistically significant inhibition on root lengths, and a decrease in root number as the concentration increased. It was observed that all concentrations of imazamox herbicide significantly increased the total number of abnormal cells, the most common abnormality among these mitotic abnormalities was irregular metaphase, and there were also abnormalities such as adhesion, c-mitosis, bridge and vagragant chromosomes. In addition, it was found that after 96 hours of treatment with A. cepa root tip cells of imazamox herbicide, there was a decrease in the percentage of mitotic index at all concentrations, and these reductions at 2.5, 5, 10, 25, 50 and 100 ppm concentrations were statistically significant.

As a result, it was determined that high concentrations (50 and 100 ppm) of imazamox herbicide had genotoxic and cytotoxic effects on A. cepa root tip cells. Studies using more advanced techniques and methods are needed to reveal the mechanisms of their toxicity in non-target organisms.

Key words: Imazamox, *Allium cepa* assay, mitotic abnormalities, mitotic index.

1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre küresel düzeyde, tarımda toplam pestisit kullanımı 2020'de 2,7 milyon ton aktif bileşene ulaşmış olup, tarım arazisi başına dünya çapında pestisit uygulaması 1,8 kg/ha'dır (FAO, 2022). 2020 yılı pestisit kullanımının ülkelere göre dağılımında, Amerika Birleşik Devletlerinin birinci sırada; Brezilya'nın ikinci, Çin'in ise üçüncü sırada yer almaktadır. Arjantin, Rusya, Kanada, Fransa, Avustralya, Hindistan ve İtalya da ilk on ülke arasındadır. Pestisit kullanımının Türkiye'deki durumu değerlendirildiğinde, en fazla Akdeniz bölgesinde kullanılmakta olduğu ve en fazla pestisit tüketimi olan il 8,10'luk yüzde ile Antalya ili olup, Manisa %7,70 ile ikinci, Adana ise %6,95 kullanım oranı ile üçüncü sıradadır (Özercan ve Taşçı, 2022). Tüm Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de kimyasal mücadelede yaygın olarak kullanılan pestisitlerin tarımsal ürünleri zararlılardan korumanın ve birim başına düşen verimin arttırmasını sağlamanın yanı sıra hedef dışı organizmalara ve insan sağlığına zarar verdiği de bilinmektedir (Özercan & Taşcı, 2022; Doğan & Karpuzcu, 2019; Altıkat vd. 2009). Bu nedenle, herbisitler, fungisitler, insektisitler gibi birçok pestisitin hedef olmayan organizmalar üzerine toksik etkilerinin araştırılması birçok araştırmacının dikkatini çekmeye devam etmektedir (Jorge-Escudero vd. 2022, Burtscher-Schaden vd. 2022, Giunti vd. 2022).

Herbisitler, tarımda mahsulün yanında istenmeyen yabancı otların gelişiminin engellenmesinde ve öldürülmesinde kullanılan önemli bir pestisit sınıfıdır. Etki mekanizmasına, uygulama zamanı ve şekline vb. çeşitli yöntemlerde kategorize edilmektedir. İmazamoks, amino asit

biyosentezini engelleyen imidazolinon grubu bir herbisittir ve ayçiçeği, soya fasulyesi, yonca ve kuru fasulye gibi bitkisel ürünlerin üretiminde geniş yapraklı yabani otları kontrol etmek için kullanılmaktadır (Rasgele vd. 2022). İmazamoks herbisiti ile ilgili farklı test modelleri ile yapılmış sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. *Oncorhynchus mykiss* balığında (Akbey 2023), zebra balığının periferal kan hücrelerinde (Rasgele vd. 2022), sucul omurgasızlarda (EFSA 2016), sıçanların pankreas ve karaciğer dokularında (Sevim vd. 2019), *Drosophila melanogaster*'de (Fragiorge vd. 2008) toksik etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Ancak, imazamoks herbisitinin *Allium cepa* L. modeli ile genotoksisitesinin araştırıldığı bir çalışma rastlanmamıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kimyasallar

Çalışmamızda İmazamoks (CAS no: 114311-32-9) herbisitinin ticari formülasyonu, çözücü olarak ta distile su kullanıldı. Metanol (CAS no. 67-56-1), Asetik asit (CAS no. 64-19-7), Orsein (CAS no. 1400-62-0) Sigma® firmasından, Giemsa (CAS no. 51811–82–6) Merck® firmasından, Hidroklorik asit (CAS no: 7647-01-0) ise Tekkim® firmasından temin edildi.

2.2. Test Materyali ve Uygulama Konsantrasyonları

Çalışmamızda test materyali olarak *A. cepa* L. (2n =16) bulbları kullanıldı. Bulblar negatif kontrol ve uygulama gruplarından oluşacak şekilde dokuz gruba ayrıldı. Negatif kontrol grubu için distile su, uygulama grupları için ise İmazamoks herbisitinin sekiz farklı (0.5, 1, 2.5, 5, 10, 25, 50 ve 100 ppm) konsantrasyonu kullanıldı. 22±2ºC'de 96 saat süresince çimlendirildi.

2.3. Kök Gelişimi Üzerine olan Etkileri ve Sitolojik İnceleme

İmazamoks herbisitinin *A. cepa* L. bitkisinin kök gelişimi üzerine olan etkilerini incelemek için kök uzunlukları, kök ucu sayısı ve ağırlığı gibi morfolojik parametreler üzerindeki etkileri belirlendi. Maruz kalma süresi olan 96. saatin sonunda ağırlıkları hassas terazi ile tartıldı, kök uzunlukları milimetrik cetvel ile ölçüldü ve kök ucu sayıları sayıldı.

Sitolojik inceleme için Darlington ve La Cour (1979)'un metodunda küçük değişikliklerle modifiye edilerek fiksasyon, ezme ve boyama gibi hazırlama yöntemleri uygulandı. Buna göre, *Allium cepa* L.'nin kök uçları Carnoy fiksatifinde (3metanol:1asetik asit) fikse edildi, ardından saf metanole, sonra %70'lik metanole alındı ve +4 saklandı. %70'lik alkolden çıkarılan kök uçları 1N HCl'de 60ºC'derecede 15 dakika hidrolize edildi. Asetoorsein boyasında boyanarak, ezme preparatlar hazırlandı. Olympus CX21 ışık mikroskobu kullanılarak yapılan preparat incelemelerinde görülen mitotik anormallikler saptandı. İmazamoks herbisitinin mitotik indeks üzerindeki etkilerini belirlemek için de 3000 hücre sayıldı.

2.4. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS 20 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak analiz edildi ve elde edilen sonuçlar ortalama±standart hata olarak ifade edildi. Muamele gruplarının negatif kontrol ile karşılaştırılarak anlamlı olup olmadığı non-parametrik testlerden biri olan Kruskal Wallis testi ile değerlendirildi. $P < 0.05$ "istatistiksel olarak anlamlı" kabul edildi.

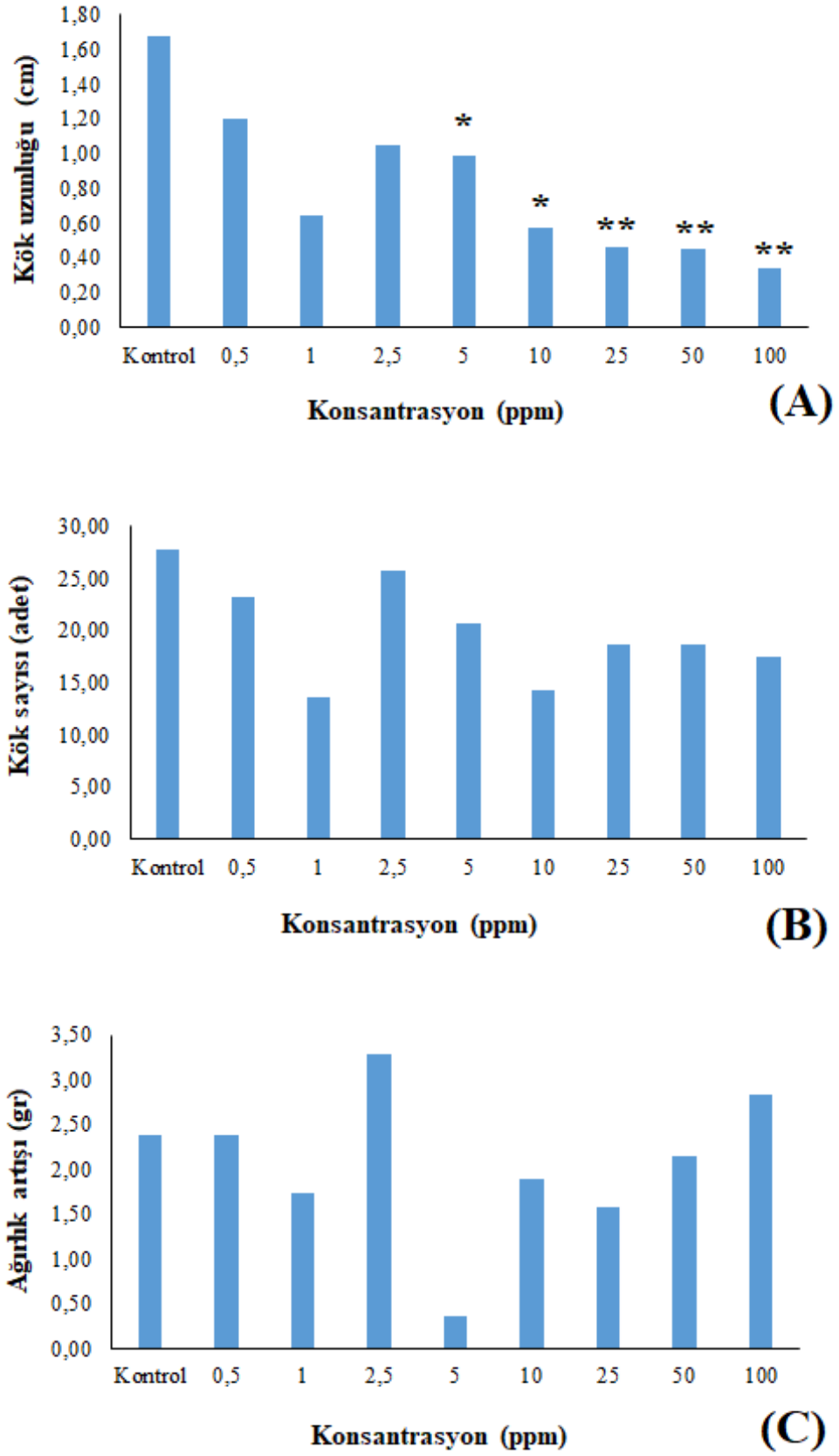
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmamızda İmazamoks herbisitinin *A. cepa* kök uzunluğu üzerindeki etkileri incelendiğinde konsantrasyon arttıkça (1ppm hariç) genel olarak kök uzunluğunda bir inhibisyon meydana geldiği gözlendi. Negatif kontrol ile karşılaştırıldığında meydana gelen bu inhibisyonun 5, 10, 25, 50 ve 100ppm konsantrasyonlar için istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı (Görsel 1-A).

İmazamoks herbisitinin 2,5ppm konsantrasyonunun *A. cepa*'nın kök sayısını maksimum düzeyde arttırırken, 1ppm'lik konsantrasyonun minimum seviyede olduğu belirlendi. Ayrıca konsantrasyon arttıkça kök sayısında azalma olduğu (Görsel 1-B), ancak bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü.

İmazamoks herbisitinin *A. cepa* bitkisinin ağırlığı üzerindeki etkileri negatif kontrolle ile karşılaştırıldığında, İmazamoks herbisitinin 2,5ppm konsantrasyonunun *A. cepa*'da maksimum seviyede ağırlık artışına neden olurken, 5ppm konsantrasyonda ise minimum düzeyde ağırlık artışı olduğu saptandı (Görsel 1-C).

A. cepa kök hücrelerinde meydana gelen kromozomal anormallikleri ve mitotik indeks (MI) yüzdesi Çizelge 1'de gösterilmektedir. İmazamoks herbisitine ait konsantrasyonlar, negatif kontrolle karşılaştırıldığında, *A. cepa* kök meristem hücrelerinde tüm konsantrasyon aralıkları (0,5–100 ppm) için mitotik anormalliği arttırdığı belirlendi.



Görsel 1. İmazamoks herbisitinin farklı konsantrasyonlarının *A. cepa*'nın (A) kök uzunlukları; (B) kök ucu sayısı; (C) ağırlık artışı gibi morfolojik parametreleri üzerindeki etkileri.

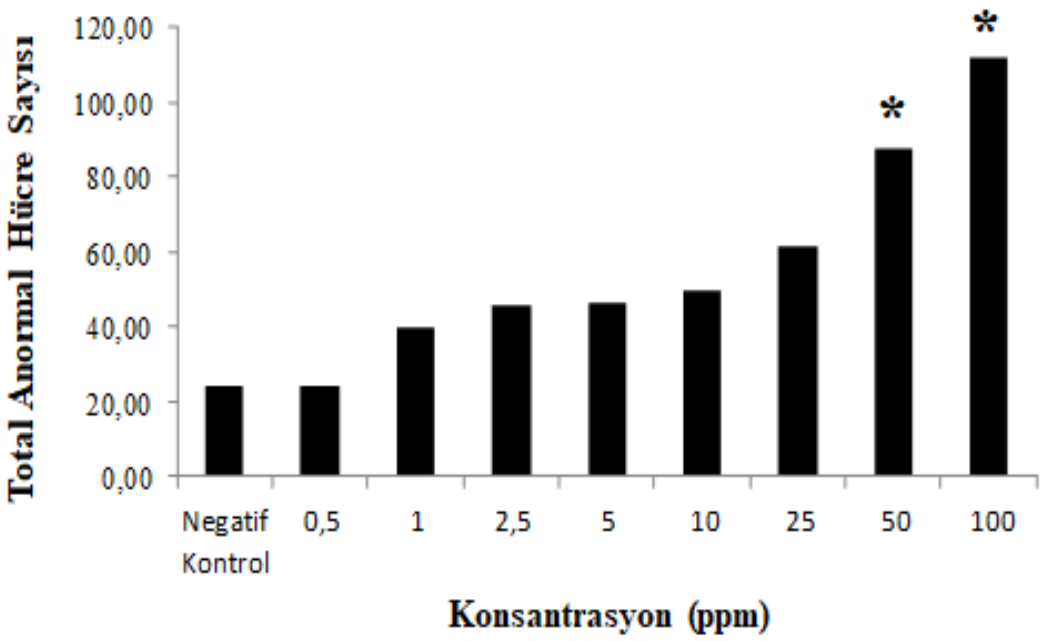
Çizelge 1. Farklı İmazamoks Konsantrasyonlarına Maruz Kalan *Allium cepa* L. Kök Uçlarında Meydana Gelen Kromozomal Anormallikler ve MI (%)

Konsantrasyon (ppm)	Düzensiz Metafaz	Yapışıklık	C-Mitosis	Ayrık kromozom	Köprü	MI (%)
Negatif Kontrol	8,00±4,00	6,00±3,46	8,00±2,00	0,00±0,00	2,00±2,00	17,24
0.5	6,00±3,46	6,00±3,46	8,00±4,00	0,00±0,00	4,00±2,00	15,29
1	12,00±6,00	8,00±2,00	12,00±3,46	0,00±0,00	8,00±4,00	15,06
2.5	0,00±0,00	14,00±2,00	10,00±4,00	14,00±4,00 *	8,00±4,00	12,50 *
5	13,50±2,87	15,00±3,87	10,50±3,77	0,00±0,00	7,50±4,50	11,14 *
10	15,00±3,87	16,50±6,65	9,00±5,19	0,00±0,00	9,00±3,87	9,33*
25	16,50±2,87	19,50±7,08	13,50±2,87	0,00±0,00	12,00±4,24	9,70*
50	24,00±6,00	26,00±5,29 *	24,00±0,00 *	0,00±0,00	14,00±4,00	11,34 *
100	34,00±7,21 *	32,00±4,00 *	28,00±5,29 *	0,00±0,00	18,00±6,92	12,41 *

Veriler ortalama değer±standart hata olarak değerlendirildi; *P ≤ 0,05; **P ≤ 0,01; ***P ≤ 0,001

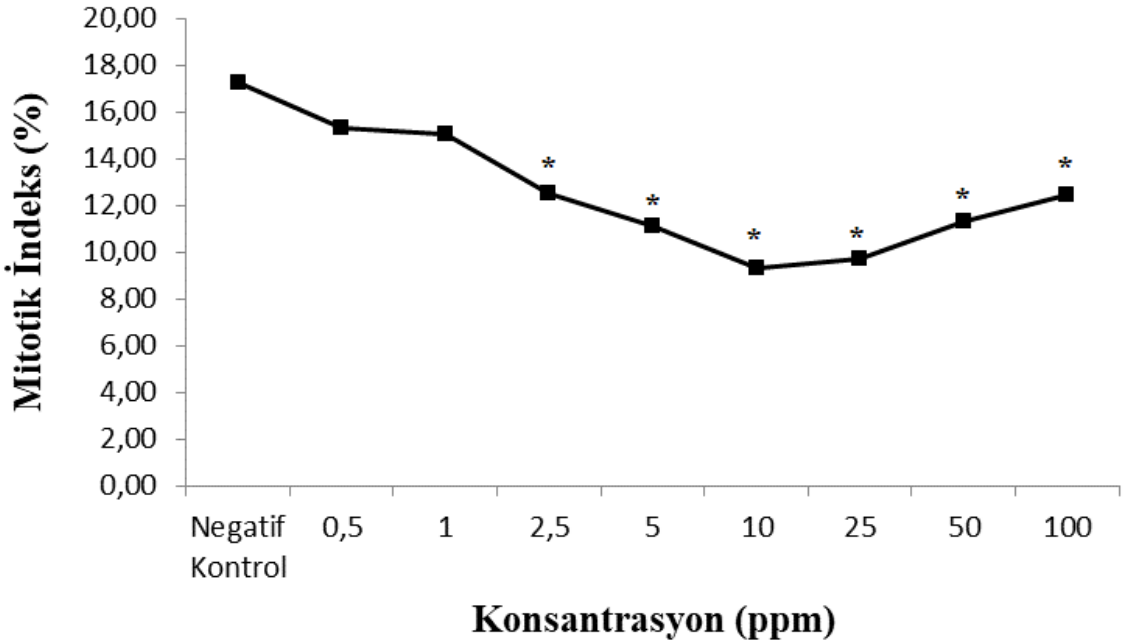
Gözlenen mitotik anormallikler arasından en fazla görülen düzensiz metafaz olup, ardından sırasıyla yapışıklık, c-mitoz, köprü ve ayrık kromozom anormallikleri saptandı. Bu anormalliklerden düzensiz metafazın sadece 100ppm konsantrasyonda; yapışıklık ve c-mitozun ise 50 ve 100ppm konsantrasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulundu.

Ayrıca, negatif kontrol ile karşılaştırıldığında, İmazamoks herbisitinin 96 saatlik muamele süresi sonunda en yüksek iki konsantrasyon olan 50 ve 100ppm konsantrasyonlarda toplam anormal hücre sayısının istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi (Görsel 2).



Görsel 2. İmazamoks herbisitinin farklı konsantrasyonlar ile muamele edilen *A. cepa* L.'da total anormal hücre sayılarının dağılımı

İmazamoks herbisitinin *A. cepa* kök ucu hücreleri ile 96 saatlik muamele sonucunda tüm konsantrasyonlarda mitotik indeks yüzdesinde bir azalma meydana geldi (Görsel 3). 2.5, 5, 10, 25, 50 ve 100ppm konsantrasyonlarında meydana gelenler bu azalmalar istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Ancak bu düşüşler konsantrasyonlara bağlı değildir.



Görsel 3. İmazamoks herbisitinin farklı konsantrasyonlar ile muamele edilen *A. cepa* L.'da mitotik indeks yüzdesinin dağılımı

Çalışmamızdan elde edilen verilere göre İmazamoks herbisitinin yüksek konsantrasyonlarının (50 ve 100ppm) *A. cepa* kök ucu hücreleri üzerine genotoksik ve sitotoksik etkili olduğu belirlendi. Bu sonuçlar imazamoks ile ilgili daha önce farklı test sistemleri kullanılarak yapılmış çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur. Akbey (2023) imazamox herbisitinin 96 saatlik muamele süresinde *Oncorhynchus mykiss* için LC_{50} değerinin 56,361 mg/lt olduğunu, 96 saatlik maruziyet sonucunda balıklarda oksidatif stres meydana geldiğini, antioksidan savunma sistemini bozduğunu, DNA hasarı ve apoptoz süreçlerinde inflamasyona neden olduğunu saptamıştır. Rasgele ve ark. (2022) imazamoks herbisitinin 3, 6 ve 12 mg/L konsantrasyonlarının 24, 48, 72 ve 96 saatlik muameleleri sonucunda; en yüksek konsantrasyonda (12 mg/L) bulunan tüm zebra balıklarının öldüğünü ve diğer konsantrasyonlar negatif kontrol ile karşılaştırıldığında konsantrasyonun artmasıyla doğru orantılı olarak mikronukleus frekansında artış olduğunu ve imazamoks herbisitinin sucul canlılar için genotoksik etkiye sahip olabileceği belirlemişlerdir. Arda vd. (2020) yüksek konsantrasyonlu imazamoks muamelesinin sadece imidazolinona duyarlı ayçiçeği melezlerinde değil, dirençli melezlerinde de fitotoksik düzeyde bazı fizyolojik ve genetik değişikliklere neden olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca EFSA (2016) tarafından da imazamoks herbisitinin suda yaşayan omurgasızlar için düşük bir risk oluşturduğu bildirilmiştir. Benzer bir şekilde, Sevim ve ark (2019) imazamoks bazlı herbisitin 12, 24 ve 36 mg/kg bw konsantrasyonlarının 24, 48 ve 72 saatlik muamelesi sonucunda sıçanların serum glukoz ve kalsiyum düzeylerinde artışa neden olduğu, insülin pozitif ß hücrelerinde nekrotik ve dejeneratif değişikliklerin meydana geldiğini ve imazamox'un çeşitli yardımcı formüller içeren ticari formülasyonlarının hepatik ve pankreatik toksik etkilere sahip olabileceğini bildirmişlerdir. Fragiorge ve ark. (2008) imazamoks herbisitinin yüksek konsantrasyonlarının *Drosophila melanogaster* üzerinde genotoksik etkili olduğunu göstermişlerdir.

Bunların aksine, imzamoks herbisiti ile yapılmış negatif sonuçların elde edildiği çalışmalar da bulunmaktadır. ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA, 2021), Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü (FAO/WHO, 2021) ve Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA, 2016), imazamoks herbisitinin mutajenik yada genotoksik olmadığını ifade etmişlerdir. Aynı şekilde, Aynı şekilde, Tkachuk vd. (2016) dört farklı üreticiden alınan imazamoks herbisitlerinin 2500, 250 ve 25 mg/kg konsantrasyonlarında erkek farelere 24 saat muamele edilmesi sonucunda polikromatik eritrositlerdeki mikronukleus frekansındaki artışların istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ve herhangi bir mutajenik etkinin gözlenmediğini bildirmişlerdir.

İmazamoks ve diğer imidazolinon herbisitlerin etki mekanizmasına bakıldığında, asetolaktat sentaz olarak da adlandırılan asetohidroksiasit sentaz enzimi ile etkileşime girerek dallı zincirli amino asitlerin (valin, lösin ve izolösin) biyosentezini inhibe ettiği, bitki büyümesini durdurduğu ve sonunda bitkinin ölümüne neden olduğu belirtilmiştir (Liman vd. 2015). Ancak karasal ve sucul yabani otların kontrolünü sağlayan imazamoks herbisitinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerine rağmen, çok yüksek dozlarda bile memelilerde saptanabilir toksisite belirtileri göstermediği (Stanek, 2013), bununla birlikte, düşük dozlarda, kirli su yoluyla uzun süre maruz kalınmasının, yüksek dozlarda toksik olmasa bile, hücresel yapı ve fonksiyonda değişikliğe neden olabileceği bildirilmiştir (Sevim vd. 2019).

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Sonuç olarak, tarımsal üretimde yabancı otların kontrolünde büyük bir yere sahip olan imazamoks herbisitinin yüksek konsantrasyonlarının *Allium cepa* L. üzerinde sitogenetik etkilere neden olduğu gösterilmiştir. Türkiye'de bitkisel üretimde geniş bir yere sahip olan ayçiçeği, soya fasulyesi, yonca ve kuru fasulye gibi ürünlerin üretiminde yüksek kalite ve verimin sağlanmasındaki önemli faktörlerden biri herbisit kullanımı ile yapılan yabancı ot mücadelesidir. Ancak herbisitlerin toprakta birikimi, kalıcılıkları ve hedef dışı organizmalarda neden olabilecekleri olumsuz etkileri nedeniyle sentetik olmayan bitkisel yada mineral bazlı doğal bileşenler tercih edilmeli yada biyolojik mücadeleye önem verilmelidir. Pestisit kalıntılarının olası riskleri ve sürdürülebilir tarım için etkileşimler göz önünde bulundurularak kapsamı ve nitelikleri daha ileri düzeyde olan araştırmaların sayısı arttırılmalıdır..

TEŞEKKÜR: Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında gerçekleştirilen "Imazamox Herbisitinin *Allium cepa* L. Üzerindeki Sitogenetik Etkilerinin Araştırılması" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Serrão, J.E., Plata-Rueda, A., Martínez, L.C., Zanuncio, J.C. Side-effects of pesticides on non-target insects in agriculture: a mini-review, Sci Nat, 109, 2, 17, 2022.

[2] Özercan, B., Taşci, R. Türkiye'de Pestisit Kullanımının İller, Bölgeler ve Pestisit Grupları Açısından İncelenmesi, Ziraat Mühendisliği, 375, 375, 2022.

[3] Doğan, F.N., Karpuzcu, M.E. Türkiye'de tarım kaynaklı pestisit kirliliğinin durumu ve alternatif kontrol tedbirlerinin incelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25, 6, 2019.

[4] Altikat, A., Turan, T, Torun, F.E., Bingül, Z. Türkiye'de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40, 2, 2013.

[5] FAO, Pesticides use, pesticides trade and pesticides indicators: Global, regional and country trends, 1990–2020. içinde FAOSTAT analytical briefs, no. No. 46. Rome, Italy: FAO, 2022.

[6] Jorge-Escudero, G., Pérez Polanco, M., Lagerlöf, J.E., Pérez, C.A., Míguez, D. Commercial Fungicide Toxic Effects on Terrestrial Non-Target Species Might Be Underestimated When Based Solely on Active Ingredient Toxicity and Standard Earthworm Tests, Toxics, 10, 9, 2022.

[7] Burtscher-Schaden, H., Durstberger, T., Zaller, J.G., Toxicological Comparison of

Pesticide Active Substances Approved for Conventional vs. Organic Agriculture in Europe, Toxics, 10, 12, 2022.

[8] Giunti, G., Benelli, G., Palmeri, V., Laudani, F., Ricupero, M., Ricciardi, R., Maggi, F., Lucchi, A., Guedes, R.N.C., Desneux, N., Campolo, O. Non-target effects of essential oil-based biopesticides for crop protection: Impact on natural enemies, pollinators, and soil invertebrates, Biological Control, 176, 105071, 2022.

[9] Akashe, M., Pawade, U., Nikam, A. Classification of Pesticides: A Review, International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy, 9, 144-150, 2018.

[10] Pathak, V.M., Verma, V.K., Rawat, B.S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S., Mohapatra, A., Pandey, V., Rana, N., Cunill, J.M. Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review, Frontiers in Microbiology, 13, 2022.

[11] Atabey, T. *Edirne yöresinde üretilen pirinçlerde pestisit tayini*. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 2016.

[12] Qu, R.Y., He, B., Yang, J.F., Lin, H.Y., Yang, W.C., Wu, Q.Y., Li, Q.X., Yang, G.F., Where are the new herbicides?, Pest Management Science, 77, 6, 2620-2625, 2021.

[13] Moreland, D.E., Mechanisms of Action of Herbicides, Annual Review of Plant Physiology, 31, 1, 597-638, 1980.

[14] Zhou, Q., Liu, W., Zhang, Y., Liu, K.K. Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides, Pesticide Biochemistry and Physiology, 89, 2, 89-96, 2007.

[15] Sevim, Ç., Çomaklı, S., Taghizadehghalehjoughi, A., Özkaraca, M., Mesnage, R., Kovatsi, L., Burykina, T.I., Kalogeraki, A., Antoniou, M.N., Tsatsakisg, A. An imazamox-based herbicide causes apoptotic changes in rat liver and pancreas, Toxicology Reports, 6, 42-50, 2019.

[16] Mari, A., Alonso-Prados, E., Villaverde, J.J., Alonso-Prados, J.L., Sandín-España, P. Impact of drinking water treatment processes on the residues of plant protection products for consumer and aquatic risk assessment: theoretical and experimental studies, EFSA Journal, 20, S2, e200906, 2022.

[17] Tan, S., Evans, R.R., Dahmer, M.L., Singh, B.K., Shaner, D.L. Imidazolinone-tolerant

crops: history, current status and future, Pest Management Science, 61, 3, 246-257, 2005.

[18] Hess, F.G., Harris, J.E., Pendino, K., Ponnock, K. Chapter 86– Imidazolinones, Editor(s): Robert Krieger, Hayes' Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology (Third Edition), R. Krieger, Ed., New York: Academic Press, 2010, ss. 1853-1863. doi: 10.1016/B978-0-12-374367-1.00086-0.

[19] Pérez-Iglesias J.M., Fanali, L.Z., Franco-Belussi, L., Natale, G.S., De Oliveira, C., Brodeur, J.C., Larramendy, M.L. Multiple Level Effects of Imazethapyr on Leptodactylus latinasus (Anura) Adult Frogs, Arch Environ Contam Toxicol, 81, 3, 492-506, 2021.

[20] Pérez-Iglesias, J. M., Soloneski, S., Nikoloff, N., Natale, G.S., Larramendy, M.L. Toxic and genotoxic effects of the imazethapyr-based herbicide formulation Pivot H® on montevideo tree frog Hypsiboas pulchellus tadpoles (Anura, Hylidae), Ecotoxicology and Environmental Safety, 119, 15-24, 2015.

[21] Liman, R., Ciğerci, İ.H., Öztürk, N.S. Determination of genotoxic effects of Imazethapyr herbicide in Allium cepa root cells by mitotic activity, chromosome aberration, and comet assay, Pesticide Biochemistry and Physiology, 118, 38-42, 2015.

[22] PubChem, "Imazamox". https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/86137 (erişim 08 Mayıs 2023).

[23] Bukun, B., Nissen, S.J., Shaner, D.L., Vassios, J.D. Imazamox absorption, translocation, and metabolism in red lentil and dry bean, Weed Science, 60, 3, 350-354, 2012.

[24] Zulet, A., Gil-Monreal, M., Villamor, J.G., Zabalza, A., van der Hoorn, R.A.L., Royuela, M. Proteolytic Pathways Induced by Herbicides That Inhibit Amino Acid Biosynthesis, Plos One, 8, 9, e73847, 2013.

[25] Akbey, T. *Gökkuşağı alabalığı (Oncorhynchusmykiss)'nda imazamoxun hematotokisitesi ve boraksın terapotik etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2023.

[26] Rasgele, P.G., Meredova, G., Kirankaya, Ş.G. Investigation of Genotoxic Effects of Imazamox Herbicide on Zebrafish (*Danio rerio*) Using Micronucleus Assay,

DUBİTED, 10, 4, 2022.

[27] E. F. S. Authority (EFSA), Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance imazamox, EFSA Journal, 14, 4, 4432, 2016.

[28] Fragiorge, E.J. de Rezende, A.A.A., Graf, U., Spanó, M.A. Comparative genotoxicity evaluation of imidazolinone herbicides in somatic cells of Drosophila melanogaster, Food and Chemical Toxicology, 46, 1, 393-401, 2008.

[29] Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G.P.S., Handa, N., Kohli, S.K., Yadav, P., Bali, A.S., Parihar, R.D., Dar, O.I., Singh, K., Jasrotia, S., Bakshi, P., Ramakrishnan, M., Kumar, S., Bhardwaj, R. & Thukral, A.K. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem, SN Appl. Sci., 1, 11, 1446, 2019.

[30] Rasgele, P.G. Assessment of Geno- and Cytotoxic Effects of Propineb Using Onion Apical Root Meristem, Cytol. Genet., 57, 1, 95-103, 2023.

[31] Levan, A. The effect of colchicine on root mitoses in *Allium*. 1938. [Online] Erişim:https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1601-5223.1938.tb03221.x (erişim 08 Mayıs 2023).

[32] Silveira, M.A.D., Ribeiro, D.L., dos Santos, T.A., Vieira, G.M., Cechinato, C.N., Kazanovski, M. & Grégio d'Arce, L.P. Mutagenicity of two herbicides widely used on soybean crops by the *Allium cepa* test, Cytotechnology, 68, 4, 1215-1222, 2016.

[33] Darlington, D., La Cour, L.F. The handling of chromosomes, The handling of chromosomes, 1942.

[34] Çebi, U., Özcan, C., Gürbüz, M.A., Özer, S. İmazamox herbisitinin ve türevlerinin ayçiçeği bitkisinin farklı aksamlarında ve ayçiçeği florası etkisi altında üretilen bal örneklerindeki kalıntı düzeyleri, Derim, 2019.

[35] Çebi, U.K., Özcan, C., Gürbüz, M.A., Özer, S. Trakya Bölgesi'nde Ayçiçeği Tarımında Kullanılan İmazamox Herbisit'inin Toprak Ortamında Kalıntı Düzeylerinin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi, TSD, 6, 2, 2017.

[36] Panico, S.C., van Gestel, C.A.M., Verweij, R.A., Rault, M., Bertrand, C., Menacho Barriga, C.A., Coeurdassier, M., Fritsch, C., Gimbert, F., Pelosi, C. Field mixtures of currently used pesticides in agricultural soil pose a risk to soil invertebrates, Environ Pollut, 305, 119290, 2022.

[37] Arda, H., Kaya, A., Alyuruk, G. Physiological and genetic effects of imazamox treatment on imidazolinone-sensitive and resistant sunflower hybrids, Water, Air, & Soil Pollution, 231, 3, 118, 2020.

[38] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). (2021, Dec 19). Imazamox; notice of filing a pesticide petition to establish a tolerance for a certain pesticide chemical in or on food. Erişim: 08 Mayıs 2023. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2002-12-23/pdf/02-32260.pdf

[39] FAO/WHO. (2021, Dec 19). Pesticide residues in food. Report 2014, FAO plant production and protection paper. Erişim: 08 Mayıs 2023. [Çevrimiçi]. Erişim adresi: https://www.fao.org/3/CB2741EN/bookmarks.pdf

[40] Tkachuk, T. Tkachuk, O., Zubko, O., Kostik, O. Mutagenicity studies of herbicide imazamox in the mice bone marrow micronucleus assay. The 52nd Congress of the European Societies of Toxicology (EUROTOX), Seville, Spain, 04th-07th September 2016.

[41] By, E., Sklar, F., Dreschel, T., Stanek, R. South Florida Environmental Report, Chapter 6: Everglades Research and Evaluation, 1, 2013.

[42] Stanek, R., Everglades Research, Evaluation, Fred Sklar, Thomas Dreschel (Eds.), Chapter 6: Everglades Research and Evaluation, South Florida Environmental Report, 2013.

INVESTIGATION OF THE INHIBITION KINETICS OF CARVACROL ($C_6H_3C_3H_7$) AGAINST *ESCHERICHIA COLI* AND *LISTERIA MONOCYTOGENES*

Graduate Student, Beyza Nur AKBABA

Duzce University, – 0000 0001 8905 5099

Assoc. Dr., Serpil UGRAS

Duzce University,– 0000-0002-1867-5781

ABSTRACT

Listeria monocytogenes and *Escherichia coli*, an important factor in foodborne infections, can spread from sources such as soil, water, plants, animals to the environment, causing food contamination during food production. These bacteria cause serious diseases in humans and animals. In the food industry, chemical food preservatives are used to protect processed and stored foods from such pathogenic microorganisms and prolong their shelf life. However, the preservatives used threaten people's health. In this context, the use of natural, harmless food preservatives in food technology is seen as the most accurate approach. For this purpose, the possibility of carvacrol to be a natural food preservative was evaluated in this study.

In this study, inhibition activity against *E. coli* and *L. monocytogenes*, food pathogens of commercially supplied carvacrol, was evaluated by the agar well diffusion method. Minimum inhibitory concentrations of carvacrol were determined as (MIC) 62.5 mg/mL for *E. coli* and 125.0 mg/mL for *L. monocytogenes*. Minimum bacteriocidal concentrations were determined as (MBC) 125.0 mg/mL for *E. coli* and 250 mg/mL for *L. monocytogenes*. As a result of the study on the inhibition kinetics, it can be said that the MIC value can prevent bacterial reproduction for about 8 hours, but carvacrol loses its effectiveness after 24 hours. It was also determined that MBC values completely prevented bacterial growth at the end of 24 hours. According to these results, the potential of carvacrol to be used as a natural food preservative against pathogen bacteria has emerged.

Keywords: Carvacrol, *Escherichia coli*, Food, *Listeria monocytogenes*

1. INTRODUCTION

One of the most important factors affecting human health is food. Individuals need to have the right eating habits to lead a longer, better quality and healthy life. However, nowadays, it is seen that people turn to processed foods that provide important advantages such as time, cost and taste. The use of processed food is common all around the world, their consumption is increasing every year due to their easy availability [1]. Studies show that many pathogens such as *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*, *Bacillus*

cereus and *Listeria monocytogenes* can be found in these processed foods, which are convenient for human nutrition.

Food-borne pathogenic microorganisms or the consumption of foods contaminated with the toxins of these microorganisms cause more gastrointestinal diseases [2]. These diseases caused by food can occur in the form of food-borne infections. Among these diseases, enteritis caused by species belonging to *Salmonella* and *Campylobacter* genera takes the first place [3]. Although there are many bacteria that cause foodborne infections, the most important and common ones are *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Clostridium* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella* spp., *Vibrio* spp., *Brucella* spp. and *Aeromonas* spp. [2].

E. coli, which is among the food pathogens, is known as an opportunistic pathogen [4]. *E. coli* are facultative anaerob bacteria that persist in the large intestinal flora [5]. *E. coli* is about *2-6* µm long and 1-1.5 µm wide. It is in the form of a flat rod [6]. They move with peritric whips but are slow-motion and have immobile strains. *E. coli* can cause foodborne infections that can result in death causing the patient in humans and animals. E coli can cause very serious diseases such as bloody diarrhea [7].

Another important food pathogen *Listeria* genus that capable of growing at a wide variety of temperatures, at pH values and osmotic pressures. The participants of genus are gram positive and non-sport producing rods. These microorganisms are 0.4-0.5 µm in diameter, 0.5-2.0 µm long, and without capsules. They have aerob and facultative anaerob properties [8]. Thanks to their superior qualities, these microorganisms can survive in adverse environmental conditions [9]. Listeriosis is a foodborne zoonosis that most frequently and most seriously affects the young, elderly, pregnant and immunocompromised risk groups. Invasive listeriosis causes a high rate of hospitalization and is the foodborne disease with the highest mortality rate [10]. In addition, this infection can lead to serious harms such as septicemia, endocarditis, and miscarriages [11]. *Listeria monoctogenes* is the most pathogenic species in the genus *Listeria* [12]. For these reasons, *L. monocytogenes* is a great risk for the food industry [13].

To prevent the development of such pathogens in foods and to extend the life of the food, there are many applications such as heat treatments and the addition of chemical additives. While conventional heat treatments ensure that the shelf life of foods is extended, and their microbial safety increased; It can cause loss or change in nutrients, vitamins, and color in foods. To prevent this, chemical additives are used in the food industry. Some of the additives used in the development and preservation of the properties of foods may have negative effects on human health [14]. Along with the developments in food technology, besides the classical methods used in food preservation, many alternative new technologies are used. Bioconservation is a method among alternative food preservation technologies and increases the shelf life and hygienic quality of the product [15]. Research focuses on foodborne pathogenic bacteria [16].

Today, especially in the food industry, chemical food preservatives such as nitrite and nitrate [17], sulfites [18], sodium metabisulfite [19] are used to protect from such pathogenic microorganisms and to extend their shelf life. These chemical preservatives used threaten human health. In this context, the use of natural, harmless food preservatives in food technology

is seen as the most correct approach. For this purpose, the possibility of carvacrol as a natural food preservative was evaluated in this study.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Microorganisms

Escherichia coli ATCC35218 and *Listeria monocytogenes* ATCC7644 were used in antimicrobial activity tests. Bacteria were grown at 37°C for 12-16 hours using Nutrient Broth (NB, Merck) or Nutrient Agar (NA, Merck).

2.2. Determination of Antibacterial Activity

Antibacterial activity of carvacrol were determined by the agar well diffusion method. Initially, *E. coli* and *L. monocytogenes* bacteria were inoculated into the NB medium and incubated at 37-16 hours 37°C. Then, the absorbance of bacteria cultures was measured at a wavelength of 600 nm with spectrophotometer (Mapada, UV3100PC). Then, cultures were diluted to approximately $1x10^7$-$1x10^8$ CFU/mL with sterile dH_20 [20]. 100µL diluted microorganisms spread on the plate containing NA, and then wells were drilled on these plates. Finally, 100µL carvacrol solutions (80mg/mL) dissolved in dH_2O were added to each well. An antibiotic (Erythromycin, 15µg/disk, Bioanalyse) was used as positive control) [21].

2.3. Determination of Minimum Inhibition Concentration (MIC)

The MIC value of carvacrol was determined by the macrodilution analysis. In this study, different concentrations of carvacrol (3.3M-0.375mM) were used. The studies were carried out with three repetitions for each microorganism. The first tube 1000 µL carvacrol (3.3M) and 1000 µL NB were added and serial dilution was performed. Then 1000 µL test microorganism ($5x10^5$ CFU/mL) was added to each tube containing different concentrations of carvacrol. Tubes containing 1000 µL NB and 1000 µL carvacrol solutions were used as negative control and tubes containing 1000 µL bacterial inoculum were used as positive control. The MIC value was determined as the minimum concentration of carvacrol solutions required to prevent bacterial growth after incubation at 37ºC [22].

2.4. Determination of Minimum Bactericidal Concentration (MBC)

The samples obtained because of the MIC analysis performed as described in 3.2 were used to calculate the MBC. After MIC analysis, a volume of 10 µL was taken from the tubes without growth, and NA was dripped onto the surface of the plates and the plates were incubated at 37ºC for 24 h. Concentrations that did not form colonies after incubation were calculated as the MBC of carvacrol [23].

2.3 The Inhibition Kinetics of Carvacrol

MIC and MBC concentrations of carvacrol was used in this study. 1000 µL of carvacrol (MIC or MBC) and 1000 µL of NB were added to the first tube. Then, 1000 µL of *L. monocytogenes* or *E. coli* ($5x10^5$ CFU/mL) was added to each tube containing different concentrations of carvacrol. Tube containing 1000 µL of NB and 1000 µL of carvacrol were used as negative controls. All samples were incubated at 37ºC and optical densities of samples were measured every 2 h at 600 nm wavelength [24].

3. RESULTS

3.1. Results of Antimicrobial Activity

Carvacrol has been found to have high inhibition effect against *E. coli* and *L. monocytogenes* bacteria (Table 1 and Figure 1).

Table 1. Antimicrobial Activity of Carvacrol

Microorganisms	Inhibition Zone	
	Carvacrol	Erythromycin
Escherichia coli	12 mm	12 mm
Listeria monocytogenes	14 mm	20 mm

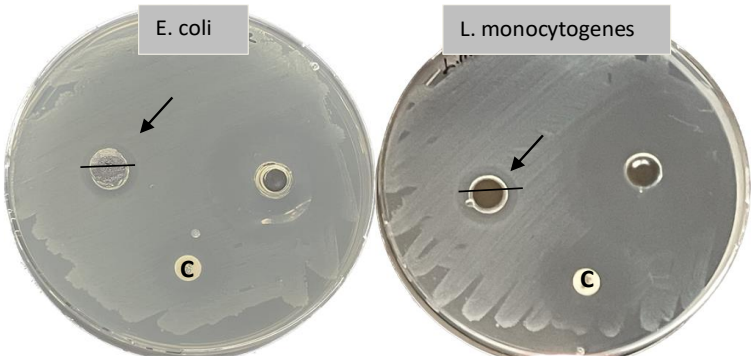


Figure 1. Inhibition zone diameters of carvacrol against bacteria

3.2. MIC and MBC Results

The MIC value was determined as 62.5 mg/mL for *E. coli* and 125 mg/mL for *L. monocytogenes*. MBC values were determined as 125 mg/mL for *E. coli* and 250 mg/mL for *L. monocytogenes* (Table 2).

Table 2. MIC and MBC values of carvacrole

Microorganisms	MIC	MBC
Escherichia coli	62.5 mg/mL	125 mg/mL
Listeria monocytogenes	125 mg/mL	250 mg/mL

3.3. Effect of Carvacrol on Bacterial Growth

As a result of this study, it was observed that the MIC value of carvacrol (62.5 mg/mL and 125 mg/mL) was prevented bacterial growth for 12 hours, but this dosage did not prevent bacterial growth for 24 hours. It has also been found that the MBC value of carvacrol for both bacteria completely inhibit the growth of bacteria (125 mg/mL and 250 mg/mL) for 24 hours (Figure 2 and 3).

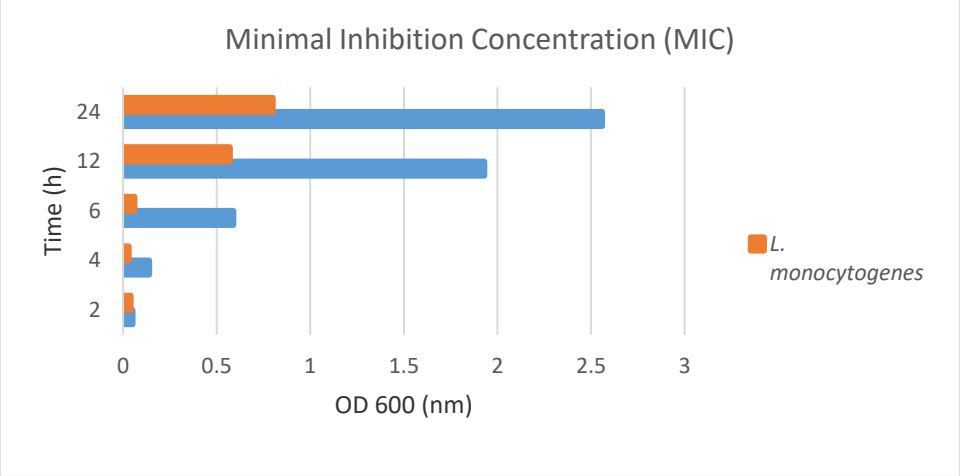


Figure 2. Effect of carvacrol (MIC) on bacterial growth

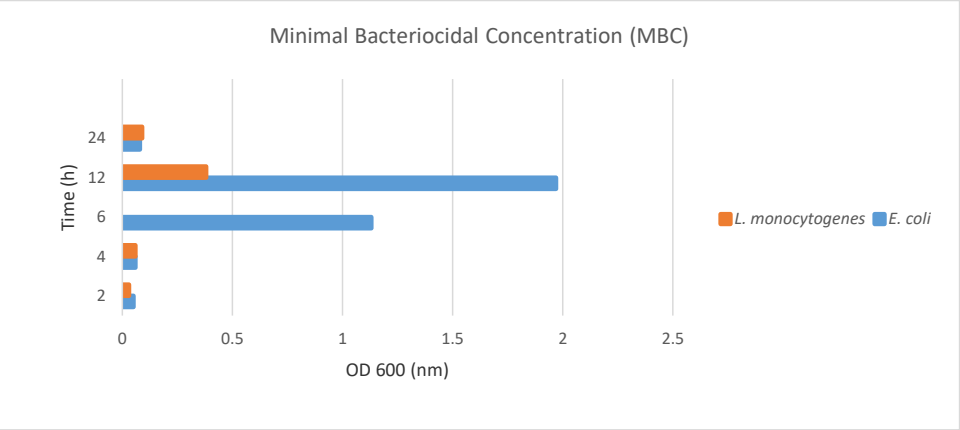


Figure 3. Effect of carvacrol (MBC) on bacterial growth

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

As a result of this study, carvacrol has been shown to have antibacterial activity against *E. coli* and *L. monocytogenes* bacteria which food pathogens. The MIC value was determined as 62.5 mg/mL for *E. coli* and 125 mg/mL for *L. monocytogenes*. MBC values were determined as 125 mg/mL for *E. coli* and 250 mg/mL for *L. monocytogenes*. At the same time, it was observed that the MIC value of carvacrol prevented 12 hours of bacterial growth, while this dosage did not prevent bacterial growth 24 hours. It was also revealed that the MBC value completely inhibited the growth of bacteria in 24 hours.

Food poisoning from *L. monocytogenes* appears 30% mortality rate. In a study conducted to determine molecules with different activities to be used in the control of *L. monocytogenes* bacteria, the antibacterial activity of cinnamon, thyme and rosemary essential oils, shallot and turmeric extracts were tested. The results showed that oregano essential oils had the highest antimicrobial activity, followed by cinnamon and rosemary essential oils [25].

In another study, the antimicrobial potential and main mechanism of action of carvacrol against *E. coli* isolated from a patient with urinary tract infection were determined. Carvacrol was found

to significantly reduce *E. coli* cell counts in a time-dependent manner and the minimum inhibitory concentration (MIC) was calculated as 450 µg/ml. Based on the results obtained, it was concluded that carvacrol has a potential antimicrobial role against *E. coli* (26). However, in this study, the calculated MIC value of carvacrol for *E. coli* was found to be quite high (62.5 mg/mL). It can be said that this situation is related to the bacterial strain tested and the methods of obtaining the tested carvacrol.

Friedman et al. examined the bactericidal activities of 96 essential oils and 23 oil compounds in vitro. As a result of this study, it was determined that cinnamaldehyde, thymol, carvacrol and eugenol are the most active components against E. coli, Salmonella enterica and Listeria monocytogenes strains (27). In a previous study, the chemical composition, antioxidant, and antibacterial activities of thyme-thyme essential oils and carvacrol were investigated. Carvacrol was found to be the predominant components of the essential oils studied. It was observed that all samples examined had strong antioxidant and antibacterial effects (28).

When the results of this study were evaluated, it was observed that the natural product carvacrol had inhibitory activity on food pathogens. It is thought that it can be evaluated as an alternative food preservative. There have been some studies showing that carvacrol has food preservative potential, but it cannot be applied due to legislation. Carvacrol is only allowed to be used as a flavoring in foods in Europe and America (European Commission, 2020; FDA, 2021). However, this study supported previous studies and it was observed that carvacrol, as a food preservative, had inhibitory activity on the growth of food pathogens *E. coli* and *L. monocytogenes* bacteria, especially at appropriate dosages.

5. REFERENCE

[1]. Chaudry, M.A., Bibi, N., Khan, M., Khan, M., Badshah, A., Qureshi, M.J., *Irradiation Treatment of Minimally Processed Carrots for Ensuring Microbiological Safety*, Radiation Physics and Chemistry, 71, 169–173, 2004.

[2]. Centers for Disease Control and Prevention, *Bacterial Foodborne and Diarrheal Disease National Case Surveillance*, Annual Report, 2004, Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, 2007.

[3]. Scallan, E., Hoekstra, R.M., Angulo, F.J., Tauxe R.V., Widdowson M., Roy S.L., Jones J.L., Griffin P.M., *Foodborne İllness Acquired in the United States-major Pathogens*, Emerg Infect Dis, 17, 7-15, 2011.

[4]. Leichert, L.I., *Proteomic Methods Unravel The Protein Quality Control in Escherichia coli*, Proteomics, 11, 3023- 3035, 2011.

[5]. Cengiz, T., Mısırlıgil, A., Aydın, M., *Tıp ve Diş Hekimliğinde Genel ve Özel Mikrobiyoloji,* Güneş Kitapevi, Ankara, 937-943, 2004.

[6]. Bilgehan, H., *Klinik Mikrobiyoloji Özel Bakteriyoloji ve Bakteri Enfeksiyonları*, Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, İzmir, 1- 16, 2000.

[7]. Çiçek, E., Savaşan, S., *Ege Bölgesi'ndeki Sığırların Süt Ve Dışkı Örneklerinden Escherichia coli O157:H7 İzolasyonu ve Verotoksinlerinin Belirlenmesi,* Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, 21, 51- 56, 2010.

[8]. Arda, M., Minbay, A., Aydın, M., *Bakteriyel İnfeksiyöz Hastalıklar,* Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Yayın, 386, 274-287, 1982.

[9]. Skowron, K., Kwiecińska-Piróga, J., Grudlewska, K., Świeca, A., Paluszak, Z., Bauza-Kaszewska, B., Wałecka-Zacharska, E., Gospodarek-Komkowska, E., *The Occurrence, Transmission, Virulence and Antibiotic Resistance of Listeria Monocytogenes in Fish Processing Plant,* International Journal of Food Microbiology, 282, 71-83, 2018.

[10]. European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control, *The European Union One Health 2019 Zoonoses Report,* Efsa Journal 19(2), e06406, 2021.

[11]. Shourav, H.A., Hasan, M., Ahmed, S., *Antibiotic Susceptibility Pattern of Listeria spp. İsolated from Cattle Farm Environment in Bangladesh*, Journal of Agriculture and Food Research, 2, 100082, 2020.

[12]. Seeliger, H.P.R., Jones, D., *Genus Listeria Pirie*, Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 1235, 1986.

[13]. Rugna, G., Carra, E., Bergaminia, F., Franzinia, G., Faccini, S., Gattuso, A., Morgantia, M., Baldi, D., Naldia, S., Serraino, A., *Distribution, Virulence, Genotypic Characteristics and Antibiotic Resistance of Listeria monocytogenes İsolated Over One-Year Monitoring from Two Pig Slaughterhouses and Processing Plants and Their Fresh Hams*, International Journal of Food Microbiology, 336, 108912, 2021.

[14]. Buzrul, S., *Hayvansal Gıdalarda Bulunan Listeria monocytogenes'in Yüksek Hidrostatik Basınç Altında Yaşam Eğrilerinin Tanımlanması Üzerine Bir Derleme,* Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 20(2), 321-327, 2014.

[15]. Seçkin, A.K., Baladura, E., *Gıdaların Muhafazasında Bakteriyosin ve Bakteriyofaj Uygulamaları,* Gıda, 36(6), 461–467, 2010.

[16]. Guenther, S., Huwyler, D., Richard, S., Loessner, M. J., *Virulent Bacteriophage for Efficient Biocontrol of Listeria monocytogenes in Ready-To-Eat Foods*, Applied and Environmental Microbiology, 75(1), 93-100, 2009.

[17]. Omaye, S.T., *Food and Nutritional Toxicology*, CRC Press, https://doi.org/10.1201/9780203485309, 2004.

[18]. Şen, S., Aksoy, H., Yılmaz, S., *Genotoxic, Carcinogenic Potential of Food Additives and Their Other Effects on Human Health. Journal of Human,* Journal of Human Sciences, 14(4) 3093-3108, 2017.

[19]. Bağcı, T., *Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığımız Üzerine Etkileri*, Hacettepe Tıp Dergisi, 28(1), 18-23, 1997.

[20]. Erdoğan, A.E., Everest, A., *Antimikrobiyal Ajan Olarak Bitki Bileşenleri*. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 2, 27-32, 2013.

[21]. Salem, M.A.H., *Lamiaceae Familyasına Ait Bazı Türlerin Antimikrobiyal Aktivitesinin İncelenmesi,* MS Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017.

[22]. Rodríguez-Melcón, C., Alonso-Calleja, C., Capita, R., *Effect of Low Doses of Biocides on the Susceptibility of Listeria monocytogenes and Salmonella Enterica to Various Antibiotics of Clinical İmportance,* Food Control, 109602, 2023.

[23]. Almasaudi, S.B., Al-Nahari, A.A., El Sayed M, Barbour, E., Al Muhayawi, S. M., Al-Jaouni, S., Harakeh, S., *Antimicrobial Effect of Different Types of Honey on Staphylococcus aureus,* Saudi J Biol Sci, 24, 1255-1261, 2017.

[24]. Bnyan, I.A., Abid, A.T., Obied, H.N., *Antibacterial Activity of Carvacrol Against Different Types of Bacteria,* Journal of Natural Sciences Research, 4(9), 13-17, 2014.

[25]. Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., Hosseini, H., *Antibacterial Activity of Plant Essential Oils and Extracts: The Role of Thyme Essential Oil, Nisin, and Their Combination to Control Listeria monocytogenes İnoculated in Minced Fish Meat*, Food Control, 35(1), 177-183, 2014.

[26]. Khan, I., Bahuguna, A., Kumar, P., Bajpai, V.K., Kang, S.C., *Antimicrobial Potential of Carvacrol Against Uropathogenic Escherichia coli Via Membrane Disruption, Depolarization and Reactive Oxygen Species Generation,* Frontiers in Microbiology, 8, 24, 2017.

[27]. Friedman, M., Henika, P.R., Mandrell, R.E., *Bactericidal Activities of Plant Essential Oils and Some of Their İsolated Constituents Against Campylobacter Jejuni, Escherichia coli, Listeria monocytogenes and Salmonella Enterica*, Journal of Food Protection, 65(10), 1545-1560, 2002.

[28]. Gavaric, N., Mozina, S.S., Kladar, N., Bozin, B., *Chemical Profile, Antioxidant and Antibacterial Activity of Thyme and Oregano Essential Oils, Thymol and Carvacrol and Their Possible Synergism*, Journal of Essential Oil Bearing Plants, 18(4),1013-10, 2015.

[29]. European Commission, Regulation (EC) No 1334/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on Flavourings and Certain Food İngredients with Flavouring Properties for Use in and on Foods and Amending Council Regulation (EEC) No 1601/91, Regulations (EC) No 2232/96 and (EC) No 110/2008 and Directive 2000/13/EC L354, 2020.

[30]. FDA, Electronic Code of Federal Regulations, *Food additives permitted for direct addition to food for human consumption,* Title 21 Food and Drugs, 172-515, 2021.

ANTIBACTERIAL ACTIVITY ANALYSIS OF THYMOL AGAINST FOOD PATHOGENIC BACTERIA

Graduate Student, Ebru AKAN

Duzce University, – 0000-0002-4211-0334

Assoc. Dr. Serpil UGRAS

Duzce University, –0000-0002-1867-5781

ABSTRACT

The demand for ready-made food is increasing day by day. With the increasing demand, the need for long-term storage of foods occurs. Chemical food preservatives are used in the food industry for long-term storage of foods. Considering the studies in the literature, it has been observed that food preservatives cause serious side effects in terms of health. In this context, in this study, the possibility of using thymol, which is one of the components in thyme oil, was evaluated for the control of some food-pathogenic bacteria.

In this study, the inhibition activity of thymol against the food pathogens *Escherichia coli* and *Stapylococcus aureus* was investigated by the well diffusion method. It has been shown that thymol has strong antibacterial activity. The inhibition zone diameters of thymol were found with 35 mm on *E. coli* and 32 mm on *S. aureus*. Minimum inhibition concentrations (MIC) of thymol were determined as 0.488 mg/mL for *E. coli* and 0.488 mg/mL for *S. aureus*. The minimum bacteriocidal concentrations (MBC) were calculated as 0.980 mg/mL for *E. coli* and 1.950 mg/mL for *S. aureus*. Considering the study on the kinetics of inhibition, it was determined that MBC values completely inhibited the growth of *E. coli* and *S. aureus* bacteria at the end of 24 hours. As a result, it is seen that thymol, which is a natural product, has a very strong natural food preservative against *E. coli* and *S. aureus* bacteria.

Keywords: Inhibition, Food Additive, Food pathogen, MIC, MBC, Thymol

1. INTRODUCTION

Today, food refers not only to satiation to meet nutritional needs, but also to eat in a healthy way [1]. Food is important for human survival [2]. Today, the demand for ready-made food is increasing day by day [3]. However, wrong practices in the production of ready-made food cause the transmission of food pathogens and diseases [4]. There are many foodborne pathogens, but most of these diseases are bacterial [4]. Microbial contamination are the biggest factors that negatively affect the quality of foods and shorten their shelf life [5]. Microorganism formations lead to food spoilage in a short time and food-borne poisoning cases [5]. More than 250 different types of foodborne diseases have been identified [6]. Most of these diseases have bacterial, viral, and parasitic origins [4]. According to the World Health Organization (WHO), one out of every 10 people gets sick from food, and 420,000 people die out of 600 million people [4]. The food chain carries the risk of deterioration because of contamination of the food

[4]. Pathogenic bacteria are the main cause of foodborne illness. Human health is affected mainly by bacteria such as *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* [4].

Due to the increasing demand for ready-made food, food additives are needed specially to prevent microbial contamination and to extend the shelf life of food [3]. Today, there are over 8000 food preservatives in the food industry [3]. However, it should be noted that if food additives are used unconsciously, there is a risk for human health [3]. Artificial and natural colorants are used as food additives [7]. Since artificial colorants adversely affect human health, studies are carried out on natural colorants [7]. Carmine additive is used to create the bright red color in foods such as sausage, salami, and sausage [7]. Carmine is obtained by drying the used Cochineal beetles and it is a risk to health [7]. Additives used in meat products cause carcinogenic effects [8]. Additives used in fruit juices can cause skin rash and hyperactivity [8]. SO_2 (E220), which is used as a food additive, can cause an allergic reaction in asthma patients and cause death [8]. Colorants in candies and cakes also cause hyperactivity in children [8]. In a study, it was observed that additives were used by exceeding the allowed rates [6]. In another study, it was observed that the cancer-causing furan substance was detected in baby foods and canned foods [9].

Due to such dangers in chemical food additives, studies on the use of natural additives have increased recently [5]. Many studies around the world have shown that bioactive compounds found in plants have antioxidant, antiseptic and antibacterial properties [1]. Based on these properties of plants, in this study, to prevent artificial food additives, the use of *thymol* as a natural food additive was studied by looking at the inhibition activity of thymol, which is naturally found in thyme oil [1]. In this context, in this study, the inhibition activities of thymol against some food pathogens (*E. coli* and *S. aureus*) were investigated by *in vitro* studies.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

2.1 Microorganisms

Escherichia coli ATCC 35218 and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 strains were used for antibacterial activity tests [16]. Bacteria were grown at 37°C for 16-18 hours using Nutrient Broth (NB, Merck) or Nutrient Agar (NA, Merck) [10].

2.2 Determination of Antibacterial Activity

The antibacterial activity of thymol was determined using the agar well diffusion method [11, 12,13]. First, bacteria were inoculated into NB medium and incubated for 16-18 hours at 37°C in a shaking water bath [14]. At the end of the incubation period, the absorbance of the bacteria cultures was measured OD_{600} with spectrophotometer (Mapada, UV3100PC) [15]. The cultures were then diluted with sterile dH_2O to approximately $1x10^7$-$1x10^8$ CFU/mL [16]. 100µL diluted bacteria samples were spread on the plate containing NA and then wells were drilled on these agar plates [12]. Finally, 100µL of thymol solutions (80mg/mL) dissolved in dH_2O were added to each well [16]. An antibiotic (Erythromicin, 15 µg/disk, Bioanalyse) was used as a Positive control to allow comparison of results at the end of the test [12].

2.3 Minimum Inhibition Concentration (MIC)

Thymol's MIC was determined by the macrodilution method. In this process, different concentrations of thymol were used. Three replicates were performed for each microorganism [17]. The first tube was added with 1000 µL of thymol (3.3M) and 1000 µL of NB and then serial dilution was made [17]. Then, 1000 µL of test microorganism ($5x10^5$ CFU/mL) was added to each tube containing different concentrations of molecules. Tubes containing 1000 µL of NB and 1000 µL of thymol solutions were used as negative controls and tubes containing 1000 µL of bacterial inoculum were used as positive controls 17]. The MIC value was determined as the minimum concentration of thymol solutions required to prevent bacterial growth after 24 h of incubation at 37°C [17].

2.4 Minimum Bactericidal Concentration (MBC)

The samples obtained because of the MIC analysis performed as described in 2.3 were used to calculate the MBC. After MIC analysis, a volume of 10 µL was taken from the tubes without growth, and NA was dripped onto the surface of the plates and the plates were incubated at 37°C for 24 h. Concentrations that did not form colonies after incubation were calculated as the MBC of thymol [18].

2.3 Thymol effect on bacterial growth

MIC and MBC concentrations of thymol was used in this study. 1000 µL of thymol (MIC or MBC) and 1000 µL of NB were added to the first tube. Then, 1000 µL of test microorganism ($5x10^5$ CFU/mL) was added to each tube containing different concentrations of molecules. Tube containing 1000 µL of NB and 1000 µL of thymol were used as negative controls. All samples were incubated at 37 ^{o}C and optical densities of samples were measured every 2 h at 600 nm wavelength [19].

3. RESULTS

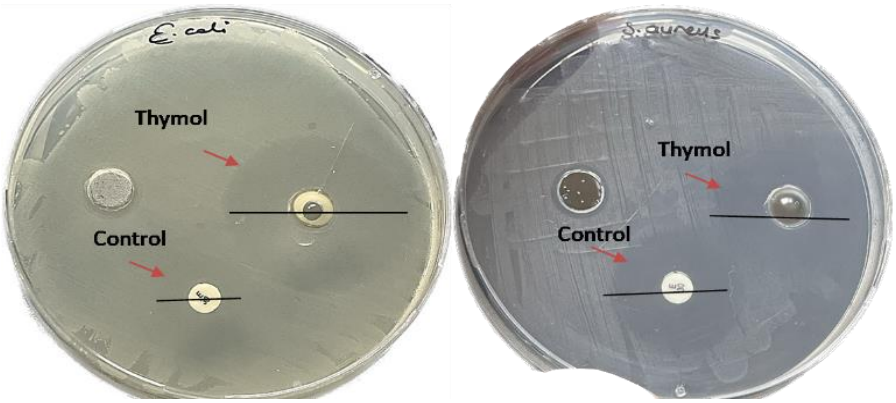
3.1. The Results of Antibacterial Activity

Thymol was found to have high inhibitory activity against *E. coli* and *S. aureus* bacteria. The inhibition zones were determined as 35 mm for *E. coli* and 33 mm for *S. aureus* (Table 1 and Figure 1).

Table 1: The Results of antibacterial activity

Microorganisms	**Inhibition zone**	
	Thymol	**Eritromicine**
Escherichia coli	35 mm	12 mm
Staphylococcus aureus	33 mm	20 mm

Figure 1: The Results of antibacterial activity



3.2. The Results of MIC and MBC Analyze

The minimum inhibitory concentration was determined as 0.488 mg/mL for *E. coli* and *S. aureus.* MBC value was determined as 0.980 mg/mL for *E. coli* and 1.950 mg/mL for *S. aureus* (Table 2).

Table 2: MIC and MBC of *E. coli* and *S.aureus* bacteria

Microorganisms	**Thymol**	
	MIC	**MBC**
Escherichia coli	0.488 mg/mL	0.980 mg/mL
Staphylococcus aureus	0.488 mg/mL	1.950 mg/mL

3.3. Effect of Thymol in bacterial growth

As a result of this study, it was observed that the MIC value of thymol (0.488 mg/mL) for both bacteria inhibited bacterial growth in the first 12 h, and then this dosage could not prevent bacterial growth. In addition, it was determined that the MBC value of thymol (0.980 mg/mL and 1.950 mg/mL) for both bacteria completely inhibited the growth of the bacteria in 24 h (Figure 2 and Figure 3).

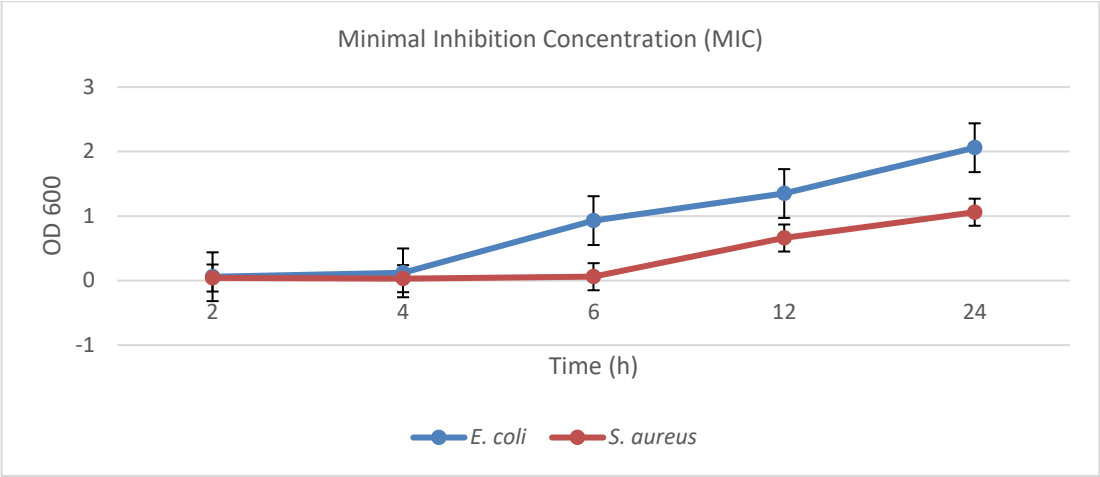


Figure 2. MIC values of *E. coli* and *S. aureus* bacteria

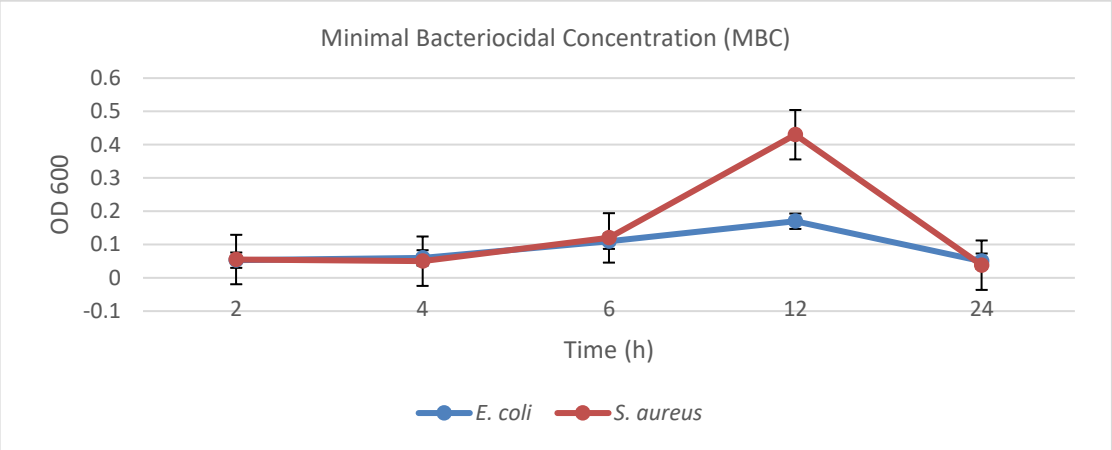


Figure 3. MBC values of *E. coli* and *S. aureus* bacteria

4. CONCLUSIONS

It is a fact that foodborne pathogens affect human health [4]. It is dangerous for bacteria to growth on food [2]. Food additives are used to increase the durability of food, extend its shelf life, and improve its color and flavor [3]. Food additives used in countries where controls are not done properly cause physical and mental problems for human health [8]. Therefore, new food preservatives are needed. In this context, in this study, the possibility of using thymol, which is one of the components in thyme oil, was evaluated for the control of some food-pathogenic bacteria.

As a result, it has been shown that thymol has strong antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. MIC value was calculated as 0.488 mg/ml for *E. coli* and *S. aureus*. MBC value was calculated as 0.980 mg/ml for *E. coli* and 1.950 mg/ml for *S. aureus*. It was observed that the MIC value of thymol inhibited bacterial growth for 12 hours, and then this dosage could not prevent bacterial growth. It was also revealed that the MBC value completely inhibited the growth of the bacteria in 24 hours.

Since thyme leaves have aromatic properties, they are used in various foods such as ice cream, meat, butter, liquor, and confectionery. In addition to its aromatic properties, the reason for its inclusion in products is that it extends shelf life by reducing color changes and antimicrobial activities [20]. Thyme preservative oil is one of the main oils used in the cosmetic sector, and food industry, as it has preservatives [21]. Thymol is one of the most important components of thyme essential oil, which contains 30-60 different molecules [22]. In a study conducted by Aydemir, the antibacterial effect of thymol was found at concentrations of 200-1600 µg/mL. [22]. In another study, it was showed that *T. migricus* was included 36-44% thymol [23]. In a study, it was identified that as one of the main components of *Thymus numidicus* oil was thymol (68.2%) [24]. A study by Giordani and others found that thymol which the most effective essential oil of *T. vulgaris* was strong effected against *Candida albicans* [25, 26]. A study by Yanisleva and others showed that thymol had a more effective antimicrobial effect than carvacrol which a component of *Thymus* [27]. Thymol has been found to have strong antibacterial activity due to the presence of the hydroxyl group in its structure and the presence of delocalized electrons and rapid binding energy [28]. Studies on antimicrobial activity of thymol have been found to have strong inhibitory effects against *E. coli,* and *S. aureus* bacteria [26,29,30].

In a study, it was stated that the biggest factor in the use of thymol as a high antioxidant is that the phenolic groups in its structure reduce the binding of peroxide radicals released in the first step of oxidation [31]. Nanobiocomposite films used as active additives in packaging materials have been found to contain thymol and provide antioxidant properties [32]. In the study of Kavoosi et al., it has been shown that thymol reveals antioxidant activity in gelatin films and can be used as an antioxidant [33]. In the different study, it was found that it could be a natural additive that can be used to improve thymol meat quality [34]. As a result of the work of the Yıldız and others, it has been observed that thymol better preserves the properties of color, taste, smell in extending the shelf life of foods, reducing the negative effects of lipid oxidation [35]. Thymol is among the compounds found at the highest level in thyme oil and provide antioxidant properties [36]. Another feature of thymol is that it has an antimicrobial effect [13]. Although thyme is used to sweeten meat types, it is a natural additive in terms of preserving freshness [36].

The food pathogens which losses caused affect human health, as well as negatively affecting trade and tourism, financial increases in the treatment of diseases, and economic problems because of decreased work efficiency [37].

E. coli is one of the microorganisms that cause urinary tract infections in all age groups. It has gram-negative properties [38]. The causative agent in urinary tract infection attacks is *E. coli* in 70-90% [38]. *S. aureus* is one of the leading nosocomial infections due to its great resistance to methicillin [39]. The fight against *S. aureus* is becoming more difficult due to its resistance to most drugs [39].

When the results of the study were evaluated, it was observed that the natural product thymol had strong inhibitory activity on food pathogens at low dosage. Considering that it can be considered as an alternative natural food preservative and will not adversely affect human health, further studies are required.

5. REFERENCES

[1] Çırışoğlu, E., Olum, E., Türk Mutfağındaki Fonksiyonel Gıdaların Gastronomi Turizmi Açısından Önemi, *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3.4: 1659-1680, 2019.

[2] Demirhan, B. E., Demirhan, B., *Gıda Güvenliği Açısından Yeni Koronavirüs Hastalığına (Covid-19) Genel Bakış. Gmj*, 31: 510-512, 2020.

[3] Karatepe, T. U., Ekerbiçer, H. Ç., *Gıda Katkı Maddeleri,* Sakarya Tıp Dergisi, 7.4: 164-167, 2017.

[4] Parlak, L., Dıkmen, D., *Gıda Kaynaklı Hastalıklarda İntestinal Mikrobiyotanın Önemi.* Turkish Bulletin Of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen Ve Deneysel Biyoloji, 77.4, 2020.

[5] Ekici, L., Öztürk, İ., Sağdıç, O., Yetim, H., *Et Ve Et Ürünlerinde Baharatların Doğal Antioksidan Ve Antimikrobiyel Olarak Kullanımı,* Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, *30*(1), 66-72, 2014.

[6] Yentür, G., Ekşi, A., Bayhan, A., *Ankara Piyasasından Sağlanan Pasta Süsleri Ve Bazı Şekerlerde Sentetik Boya Miktarının Araştırılması,* Ankara Üni.Vet.Fak.Dergisi.1996; 43:479-484, 1996.

[7] Velioğlu, H. M., Yılmaz, İ., Velioğlu, S. D., *Gıdalarda Kullanılan Doğal Renklendiricilerden Karmin*, Türkiye, 9, 24-26, 2006.

[8] Ayper, B., Bınokay, S., *Gıda Katkı Maddeleri Ve Sağlığımıza Etkileri*, Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 19.3: 141-154, 2010.

[9] Crews, C., Roberts, D., Lauryssen, S., Kramer, G., *Survey of furan in foods and offees from five European Union countries,* Food Additives and Contaminants, *Part B*, *2*(2), 95-98, 2009.

[10] Şahin, G., *Türkiye'den Toplanan Bazı Paeonia Türlerinin Antibakteriyel Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.

[11] Chung, K. T., Thomasson, W. R., Wu-Yuan, C. D., *Growth inhibition of selected food-borne bacteria, particularly Listeria monocytogenes, by plant extracts.* Journal of Applied Microbiology, *69*(4), 498-503, 1990.

[12] Salem, M.A.H.,. *Lamiaceae Familyasına Ait Bazı Türlerin Antimikrobiyal Aktivitesinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 2017.

[13] Aytar, M., Oryaşın, E., Başbülbül, G., Bozdoğan, B. *Agar Well Difüzyon Yönteminde Standardizasyon Çalişmasi,* Bartın University International Journal Of Natural And Applied Sciences, 2(2), 138-145, 2019.

[14]. Sonam, K. A., Kumar, V., Guleria, I., Sharma, M., Kumar, A., Alruways, M. W., Raina, R., *Antimicrobial potential and chemical profiling of leaves essential oil of Mentha species growing under North-West Himalaya conditions. J. Pure Appl. Microbiol*, *15*(4), 2229-2243, 2021.

[15] Kurtoğlu, C., Ceylan, F., Cömertpay, S., Akyol, İ., *2, 4-Diklorofenoksi Asetik Asit (2, 4-D) Uygulanmış Topraktan İzole Edilen Bakterilerin 2, 4-D Biyokimyasal Yıkım Kabiliyetlerinin İncelenmesi,* 2020.

[16] Erdoğan, A. E., Everest, A., *Antimikrobiyal ajan olarak bitki bileşenleri, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 27-32, 2013.

[17] Panera-Martínez, S., Rodríguez-Melcón, C., Serrano-Galán, V., Alonso-Calleja, C., Capita, R. *Prevalence, quantification and antibiotic resistance of Listeria monocytogenes in poultry preparations*, *Food Control*, *135*, 108608, 2022.

[18] Parvekar, P., Palaskar, J., Metgud, S., Maria, R., Dutta, S., *The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of silver nanoparticles against Staphylococcus aureus,* Biomaterial investigations in dentistry, *7*(1), 105-109, 2020.

[19] Bnyan, I. A., Abid, A. T., Obied H. N., *Antibacterial Activity Of Carvacrol Against Different Types Of Bacteria.* Journal Of Natural Sciences Research. 4(9); 13-17, 2014.

[20] Lorenzo, J.M., Mousavi Khaneghah, A., Gavahian, M., Marszałek, K., Eş, I., Munekata, P.E., Barba, F.J., *Understanding The Potential Benefits Of Thyme And İts Derived Products For Food İndustry And Consumer Health: From Extraction Of Value-Added Compounds To The Evaluation Of Bioaccessibility, Bioavailability, Anti-İnflammatory, And Antimicrobial Activities.* Critical Reviews İn Food Science And Nutrition, 59 (18): 2879-2895, 2019.

[21] Salehi, B., Mishra, A.P., Shukla, I., Sharifi-Rad, M., Contreras, M.D.M., Segura-Carretero, A., Sharifi-Rad, J.,. *Thymol, Thyme, And Other Plant Sources: Health And Potential Uses,* Phytotherapy Research, 32 (9): 1688-1706, 2018.

[22] Aydemir, Eda. *Bazı Bitki Özütlerinin Antibiyotik Dirençli Klinik İzolatlara Karşı Antibakteriyel Aktivitelerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Artvin, 2021.

[23] Başer, K.H.C., Demirci, B., Kirimer, N., Satıl, F., Tümen, G., *The Essential Oils Of Thymus Migricus And T. Fedtschenkoi Var.* Handelii From Turkey, Flavour And Fragrance Journal, 17, 41, 2002.

[24] Kabouche, A., Kabouche, Z., Bruneau, C., *Analysis Of Essential Oil Of Thymus Numidicus (Poiret) From Algeria*, Flavour And Fragrance Journal, 20, 235, 2005.

[25] Giordani, R., Regli, P., Kaloustian, J., Mikail, C., Abou, L., Portugal, H., *Antifungal Effect Of Various Essential Oils Against Candida Albicans. Potentiation Of Antifungal Action Of Amphotericin B By Essential Oil From Thymus Vulgaris*, Phytotherapy Research, 18, 990, 2004.

[26] Cosentino, S., Tuberoso, C.I.G., Pisano, B., Satta, M., Mascia, V., Arzedi, E., Palmas, F., *In Vitro Antimicrobial Activity And Chemical Composition Of Sardinian Thymus Essential Oils,* Letters İn Applied Microbiology, 29, 130, 1999.

[27] Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M., Gordon, M.H., Raneva, V.G., *Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems*. Food Chemistry, 64 (1): 59- 66, 1999.

[28] Ultee, A., Bennink, M.H.J., Moezelaar, R., *The Phenolic Hydroxyl Group Of Carvacrol İs The Essential For Action Against The Food-Borne Pathogen Bacillus Cereus,* Applied And Environmental Microbiology, 68(4), 1561, 2002.

[29] Burt, S., *Essential Oils: Their Antibacterial Properties And Potential Applications İn Foods - A Review,* International Journal Of Food Microbiology, 94, 223, 2004.

[30] Dorman, H.J.D., Deans, S.G., *Antimicrobial Agents From Plants: Antibacterial Activity Of Plant Volatile Oils,* Journal Of Applied Microbiology, 88, 308, 2000.

[31] Bayaz, M. Esansiyel Yağlar: Antimikrobiyal, Antioksidan Ve Antimutajenik Aktiviteleri, Akademik Gıda, 12.3: 45-53, 2014.

[32] Ramos, M., Jiménez, A., Peltzer, M., Garrigós, M.C.,. *Development Of Novel Nanobiocomposite Antioxidant Films Based On Poly (Lactic Acid) And Thymol For Active Packaging*, Food Chemistry, 162: 149-155, 2014.

[33] Kavoosi, G., Dadfar, S.M.M., Purfard, A.M., *Mechanical, Physical, Antioxidant, And Antimicrobial Properties Of Gelatin Films İncorporated With Thymol For Potential Use As Nano Wound Dressing,* Journal Of Food Science, 78 (2): E244-E250, 2013.

[34] Luna, A., Labaque, M.C., Zygadlo, J.A., Marin, R.H., *Effects Of Thymol And Carvacrol Feed Supplementation On Lipid Oxidation İn Broiler Meat,* Poultry Science, 89 (2): 366-370, 2010.

[35] Yıldız, Ş., Turan, S., *Timokinon, Timol Ve Karvakrolün Antioksidan Aktiviteleri Ve Lipit Oksidasyonunu Önleme Kapasiteleri,* Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, *52*(1), 108-118, 2021.

[36] Çakır, Fikret. *Farklı Doğal Katkı Maddeleri Kullanılarak Hazırlanan Hamsi Marinatlarının Raf Ömrü Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 2010.

[37] İrfan, E.,. *Yeni Ve Yeniden Önem Kazanan Gıda Kaynaklı Bakteriyel Zoonozların Epidemiyolojisi,* Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 87.2: 63-76, 2016.

[38] Çetin, H., Öktem, F., Örmeci, A. R., Yorgancıgil, B., & Yaylı, G., *Çocukluk Çağı İdrar Yolu Enfeksiyonlarında Escherichia Coli Ve Antibiyotik Direnci,* Sdü Tıp Fakültesi Dergisi, *13*(2), 12-16, 2006.

[39] Zencir, M., Arı, A., Yılmaz, N., Avcı, M., Çalık, Ş., Coşkuner, S. A., ... & Ağuş, N. *Metisiline Dirençli Staphylococcus Aureus Suşlarının Antibiyotiklere Duyarlılığı, Hastaların Klinik Özellikleri Ve Mortaliteyi Etkileyen Faktörler*, Ankem Derg, *30*(1), 18-23, 2016.

TOKAT PAZAR İLÇESİNİN GELENEKSEL KENT DOKUSU ve EVLERİ

HOUSES AND TRADITIONAL URBAN TEXTURE OF TOKAT PAZAR DISTRICT

Dr.Öğr.Üyesi. Uğur DEMİRBAĞ

Çankırı Karatekin Üniversitesi, 0000-0001-8471-7348

Özet

Tokat'ın önde gelen ilçelerinden biridir. Pazar ilçesi Tokat'ın beşinci büyük ilçe merkezlerinden biridir. İlçe Tokat il merkezine 25 km uzaklıktadır. Kent dokusu ova şeklinde bir görünüşe hakimdir. Geleneksel konutlar açısından oldukça zengin bir yerleşim yeridir. Konutlar iç sofalı plan tipindedir. Sofa etrafında odalar bulunmaktadır. Alt katlar yığma taştan üst katlar ise ahşap karkas arası kerpiç dolgu tekniği ile inşa edilmiştir. Yapıların üst katları dışa çıkmalıdır. Üst kat çıkmaları alttan kıvrımlı ahşap payandalarla desteklenmektedir. Köşe dikmeleri ahşaptan yapılmış olup bezemesizdir. Üst örtü içten ahşap kaplamalı düz olup dıştan kiremit örtülü ve kırma çatılıdır. Yapıların giriş kapıları ahşaptan yapılmış olup çift kanatlıdır. Pencereler giyotin olmakla birlikte kanatlı pencereler de yer almaktadır. Konutların dış cephesinde herhangi bir bezeme öğesi bulunmamaktadır. Yapıların bir kısmı döküntü haldedir. Duvar sıvalarında ciddi şekilde bozulmalar vardır. Kapı ve pencerelerde deformasyonlar olup çürümüştür. Geleneksel konutların bir kısmının restorasyonu yapılması gerekmektedir. Çalışmadaki görseller tarafımca çekilmiştir. Bununla birlikte gerekli kaynaklardan, kurumların arşivlerin yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pazar, Konut, Mimari, Teknik

Abstract

İt is one of the leading districts of Tokat. Pazar district is one of the fifth largest district centers of Tokat. The district is 25 km away from the city center of Tokat. The urban texture is in the form of a plain. It is a very rich settlement in terms of traditional residences. Houses are in plan type with inner sofa. There are rooms around the sofa. The lower floors were made of masonry stone and the upper floors were built with the adobe filling technique between the wooden frames. The upper floors of the buildings must be exposed. The upper floor overhangs are supported by curved wooden buttresses from below. The corner posts are made of wood and are undecorated. The top cover is flat with wooden lining inside and it is covered with tiles from the outside and has a hipped roof. The entrance doors of the buildings are made of wood and have double wings. Although the windows are guillotine, there are also casement windows. There are no ornaments on the exterior of the houses. Some of the buildings are in ruins. There are serious deteriorations in the wall plasters. There are deformations and rot on the doors and windows. Some of the traditional houses need to be restored. The images in the work were taken by me. In addition, necessary resources, archives of institutions were used.

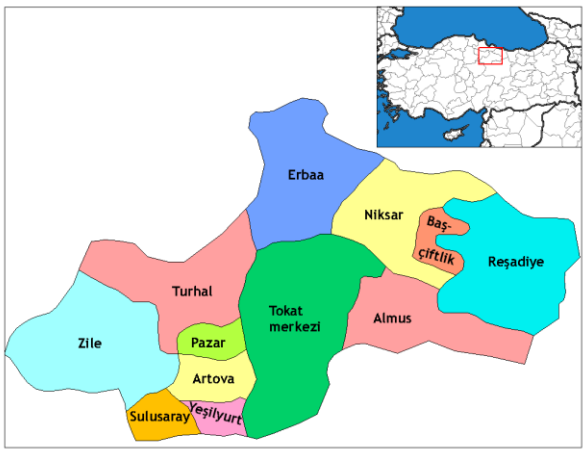
Keywords: Pazar, House, Architectural, Technical

1. GİRİŞ

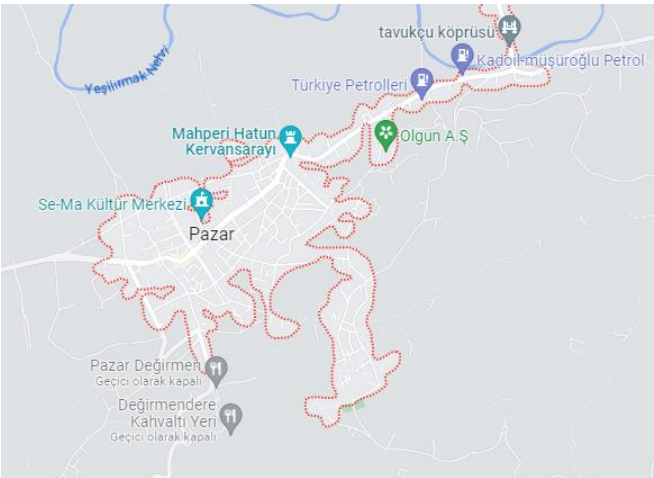
Pazar İlçesi, Tokat'ın büyüklük ilçe sıralamasında beşinci sırada gelmektedir. Yerleşim merkezi eğimin az olduğu ova şeklindedir. Geleneksel konut açısından oldukça zengin bir ilçe merkezidir. Yapılar genellikle iki katlıdır. Konutların üst katları dışa çıkmalıdır. Üst kat çıkmaları alttan kıvrımlı ahşap payandalarla desteklenmektedir. Çalışmada Pazar ilçesinin geleneksel kent dokusu ve evlerinin mimari ve bezeme özellikleri incelenmiştir. Öncelikle ilçenin coğrafi konumu ve tarihinden söz edilmiştir. Daha sonra ise yerleşim yerinin kent dokusunun analizi yapılmıştır. Konutların plan, cephe ve bezeme özellikleri incelenmiştir. Çalışma ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Çalışmada görseller tarafımca çekilmiştir. Bununla birlikte gerekli kaynaklardan, kurum ve kuruluşların arşivlerinden yararlanılmıştır. Geleneksel konutların korunması ve gelecek nesillere aktarılması kültürel miras açısından önem arz etmektedir.

2. PAZAR İLÇESİNİN COĞRAFİ KONUMU VE TARİHİ

Pazar, Tokat il merkezinin batısında Kazova üzerinde bulunmaktadır. İl merkezine 25 km uzaklıktadır. Doğusunda Tokat, kuzeyde Turhal, batısında Zile ve güneyinde Artova ilçeleri bulunmaktadır.

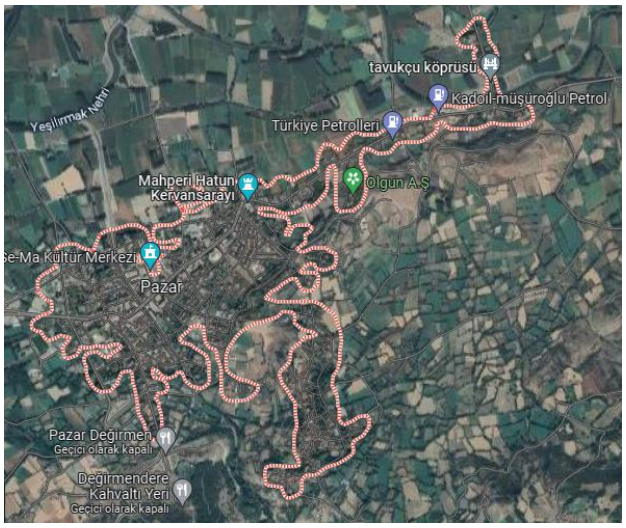


Görsel 1. Pazar İlçesinin Haritadaki Konumu
(https://www.google.com.tr/search?q=tokat+pazar)



Görsel 2. Pazar İlçesinin Uydu Görünümü

(https://www.google.com.tr/maps/place/Pazar,+Tokat)



Görsel 3. Pazar İlçesinin Uydu Görünümü
(https://www.google.com.tr/maps/place/Pazar,+Tokat)

Görsel 4. Pazar İlçesi Uydudan Görünüşü
(https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/)

Pazar ilçesi Kazova (Kazabad) olarak da bilinmektedir. Antik dönemde ise Kral Yolu üzerinde yer almış olup Dazimonitis olarak bilinmektedir. 1520 tarihine kadar yerleşim İnepazarı olarak bilinmiş olup daha sonra Ezine Pazarı olarak anılmıştır (https://unyezile.com). 17. yüzyılda yazılan Evliya Çelebi Seyahatnamesinde ise Eski Aynapazarı olarak geçmektedir (Demir, 2010).

1073 tarihinde I. Melikşah ile Selçuklu devletinin egemenliği altına girmiştir. 1399 tarihinde ise Osmanlı devletinin egemenliği altına girmiştir (Atak, 2019, s.100). Daha önceleri Turhal'a bağlıyken 1956 yılında belediye statüsü almış olup 1987 tarihinde ise ilçe merkezi olmuştur (4 Temmuz 1987 karanamesi). İlçe merkezi sınırları içerisinde yaklaşık 10 höyük bulunmaktadır.

3. PAZAR İLÇESİNİN GELENEKSEL KENT DOKUSU VE EVLERİ

İlçe merkezinin kent dokusu eğimin az olduğu ova şeklinde bir görünüş hakimdir. Eğim Ertekin Mahallesine doğru artma eğilimindedir. Yollar genellikle arnavut kaldırımları ile kaplanmıştır.

Görsel 5. Pazar İlçesinin Genel Görünüşü

Anadolu Selçuklu döneminde I. Alaeddin Keykubad'ın eşi Mahperi Hatun tarafından 1238 yılında yaptırılmış Mahperi Hatun Kervansarayı bulunmaktadır. Kervansarayın 3 km ilerisinde Yeşilırmak üzerine kurulu aynı devre tarihlenen Tavukçu Köprüsü olarak da bilinen kesme taştan yapılmış bir köprü yer almaktadır.

Görsel 6. Mahperi Hatun Kervansarayı

İlçede "Cuma Cami" olarak da bilinen Halil Bey Cami İlhanlı hükümdarı Ebu Said Bahadır Han döneminde Hüseyin oğlu Hacı Mehmet tarafından 1334 tarihinde yaptırılmıştır. Adından

dolayı cami ile aynı döneme tarihlenen ve günümüzde kullanımda olan Halil Bey Hamamı yer almaktadır.

Görsel 7. Halil Bey Cami

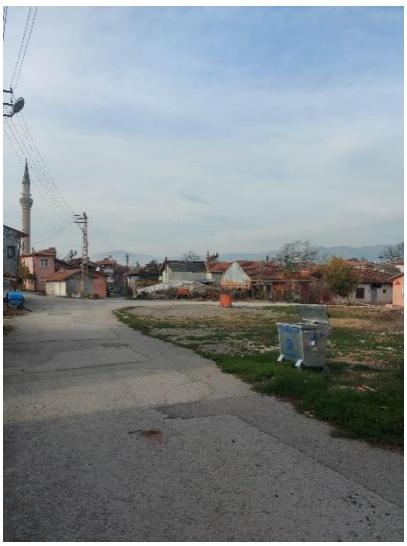
İlçenin batısında Beyobaşı Hamamı bulunmakta olup 15. Yüzyılda Hacı İvaz Paşa tarafından yaptırılmıştır. Bununla birlikte Osmanlı Dönemine ait Hacı Sinan bin İbrahim tarafından 1534 yılında yaptırılan Hacı Sinan Cami yer almaktadır.

Görsel 8. Beyobaşı Hamamı

Sokaklar dar bir biçimde yapılmıştır. Konutlar genel olarak bitişik nizamda inşa edilmiştir. Yolların bir kısmı arnavut kaldırımı ile bir kısmı da kilit taşı ile kaplanmıştır.

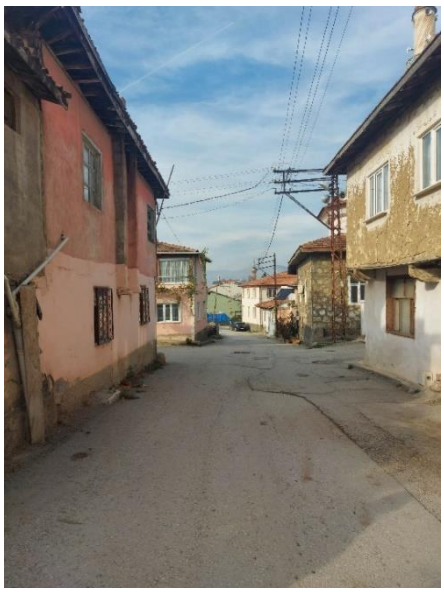
Görsel 9. Pazar İlçesinin Diğer Genel Görünüşü

Görsel 10. Geleneksel Kent Dokusunun Görünüşleri



Görsel 11. Sokak Dokularının Görünüşleri

Görsel 12. Sokak Dokularının Görünüşleri



Görsel 13. Sokak Dokularının Görünüşleri

Konutlar iç sofalı plan tipindedir. Sofa etrafında odalar bulunmaktadır. Yapıların alt katı yığma taştan, üst katları ise ahşap çatkı arası kerpiç dolgu tekniği ile yapılmıştır. Bu tekniğe bazı yörelerde "hımış" ismi de verilmektedir. Duvarlar günümüzde sıvasızdır.

Görsel 14. Konutların İki Katlı Görünüşleri

Konutlar genellikle iki katlıdır. Üst katlar dışa çıkmalıdır. Çıkmalar alttan kıvrımlı ahşap payandalarla desteklenmektedir. Köşe dikmeleri yapıların köşelerinde ahşaptan yapılmış olup bezemesizdir. Üst örtü çatı şeklindedir. Saçaklar dışa doğru geniş tutulmuş olup alttan ahşap kaplamasızdır.

Görsel 15. Konutların Üst Kat Düz Ve Gönye Çıkma Görünüşleri

Konutların pencereleri ahşaptan yapılmış olup giyotin tipindedir. Giyotin pencere olmakla birlikte kanatlı pencereler de yer almaktadır. Bununla birlikte bazı konutlarda geç dönemde yapılmış PVC pencereler de yer almaktadır.

Görsel 16. Üst Kat Çıkmaları Alttan Destekleyen Kıvrımlı Ahşap Payandaları

Duvar sıvalarında döküntüler vardır. Ahşap taşıyıcılarda rutubetlenme ve çürümeler görülmektedir. Köşe dikmelerinde ezilmeler vardır. Kapı ve pencereler de çürümeler ve döküntüler gözlenmektedir. Çatılarda eğilmeler vardır. Yapı malzemelerinde döküntüler ve çürümeler görülmektedir.

Görsel 17. Konutlarda Uygulanan Yapı Malzemeleri Ve Yapım Tekniklerinin Görünüşleri

4. SONUÇLAR

Pazar İlçesi, Tokat'ın geleneksel konutlar açısından oldukça zengin bir yerleşim yeridir. İlçe merkezinde dini ve sivil yapılar olmak üzere farklı tipte yapılar bulunmaktadır. Konutlar sokağın yönüne göre şekil almıştır. Yapılar iç sofalı plan tipindedir. Sofa çevresinde odalar yer almaktadır. Konutlar hımış tekniği ile inşa edilmiştir. Yapılar iki katlı olup üst katları dışa çıkmalıdır. Üst kat çıkmaları alttan kıvrımlı ahşap payandalarla desteklenmektedir. Konutların çoğunun sıvası döküntü haldedir. Çatılarda da ciddi şekilde bozulmalar görülmektedir. Giriş kapılarında ve pencerelerde çürümeler bulunmaktadır. Bu konutların çoğunun restorasyonu yapılması gerekmektedir. Yapıların sıvalarının raspası yapılıp düzleştirilmelidir. Raspası

yapıldıktan cepheye sonradan acı ve tatlı kireç sıva yapılmalıdır. Kireçten sonra duvarın boyasının yapılması gerekmektedir. Yeni köşe dikmeleri yapılmalıdır. Ahşap taşıyıcıların ve aralardaki kerpiç malzemelerin değiştirilmesi gerekmektedir. Köşe dikmelerinin yenileri yapılmalıdır. Kapı ve pencerelerin parlatılması, pürüzlerin giderilmesi gerekmektedir. Korozyona uğramış pencere parmaklıklarının değiştirilmesi gerekir. Kültürel miras açısından önemli bir yeri olan geleneksel konutların yaşatılması gelecek nesillere aktarılması açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Atak, E. (2019). Tokat'tan Ahşap Direkli Bir Yapı: Üzümören Ulu Cami, Vakıflar Dergisi, 15, 99 – 131.

Demir, A. (2010). 15 – 16. Yüzyıl Anadolu'sunda Nüfus – Toprak İlişkisi (Turhal Kazası Örneği). Ankara Üniversitesi Osmanlı Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 59 – 89.

https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/tokat/kulturenvanteri/halil-bey-camii (Erişim tarihi: 20.04.2023)

https://tr.wikipedia.org/wiki/Pazar,_Tokat (Erişim tarihi: 20.04.2023)

https://unyezile.com, (Erişim tarihi: 11.03.2023)

https://www.google.com.tr/maps/place/Pazar,+Tokat (Erişim tarihi: 22.04.2023)

https://www.google.com.tr/search?q=tokat+pazar+il%C3%A7esi (Erişim tarihi: 17.03.2023)

https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/ (Erişim tarihi: 24.04.2023)

Tokat Pazar Belediyesi Fen İşleri Müdürlüğü Arşivi

ŞENYURT BELDESİ GELENEKSEL KIRSAL DOKUSU VE EVLERİ
HOUSES AND TRADITIONAL RURAL TEXTURE ŞENYURT

Dr.Öğr.Üyesi. Uğur DEMİRBAĞ

Çankırı Karatekin Üniversitesi, 0000-0001-8471-7348

Özet

Şenyurt, Tokat'ın Turhal İlçesine bağlı bir belde yerleşim yeridir. Belde, Turhal ilçe merkezine 12 km, Tokat il merkezine ise 34 km uzaklıktadır. Belde yerleşimi eğimin az olduğu düz ova şeklindedir. Kırsal doku üzerinde arnavut kaldırımları olmayıp sonradan kilit taşı ile değiştirilmiştir. Geleneksel konutlar ızgara plan şeklinde kurulmuştur. Konutlar genellikle iç ve orta sofalı plan tipindedir. Sofa etrafında odalar bulunmaktadır. Konutların alt katları yığma taştan üst katları ise ahşap çatkı arası kerpiç dolgu tekniği ile inşa edilmiştir. Yapılar genellikle tek ve iki katlıdır. Üst katları çıkmasız olan konutlarla birlikte çıkmalı olan konutlar da yer almaktadır. Çıkmalar alttan kıvrımlı ahşap payandalarla desteklenmektedir. Köşe dikmeleri ahşaptan yapılmış olup bezemesizdir. Üst örtü içten ahşap kaplamalı düz olup dıştan kiremit örtülü ve kırma çatılıdır. Saçaklar genellikle alttan ahşap kaplamasızdır. Yapıların giriş kapıları ahşaptan yapılmış olup çift kanatlıdır. Pencereler giyotin olmakla birlikte kanatlı pencereler de bulunmaktadır. Konutların dış cephesinde herhangi bir bezeme öğesine rastlanılmamıştır. Bununla birlikte duvar sıvası döküntü halde olanlar da vardır. Ahşap taşıyıcılarda ve kerpiçlerde döküntü vardır. Yapıların bir kısmının restorasyonu yapılması gerekmektedir. Çalışmada görseller tarafımca çekilmiştir. Bununla birlikte çeşitli kaynaklardan ve kurumların arşivlerinden yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Şenyurt, Konut, Mimari, Teknik

Abstract

Şenyurt is a town and settlement of the Turhal District of Tokat. The town is 12 km from Turhal town center and 34 km from Tokat city centre. The settlement in the town is in the from of a flat plain with less slope. There are no cobblestones on the rural texture, and they were later replaced with keystones. Traditional houses are built in a grid plan. Houses are generally in plan type with inner and middle sofa. There are rooms around the sofa. The lower floors of the houses were built of masonry stone, and the upper floors were built with the Adobe filling technique between the wooden frames. The buildings are generally single and two storey. Along with the houses whose upper floors have no exits, there are also houses with exits. The overhangs are supported by curved wooden buttresses from below. The corner posts are made of wood anda re undecorated. The top cover is flat with wooden lining inside, and it is covered with tiles from the outside and has a hipped roof. The eaves are usually without wood trim at the bottom. The entrance doors of the buildings are made of wood have double wings. Although the windows are guillotine, there are casement windows. No decoration was found on the exterior of the houses. However, there are also those wall plaster is in the form of debris. There is debris on wooden carriers and Adobe bricks. Some of the buildings need restoration. The

images were taken by me. In addition, various sources and archives of institutions were used. The images were taken by me. In addition, various sources and archives of institutions were used.

Keywords: Şenyurt, House, Architectural, Technical

1. GİRİŞ

Turhal İlçesine bağlı bir belde yerleşim yeridir. Yerleşim eğimin az olduğu ova şeklindedir. Beldede yerleşim ızgara plan şeklinde kurulmuştur. Yapılar genellikle ayrı bir haldedir. Şenyurt geleneksel kırsal dokusu üzerinde herhangi bir arnavut kaldırımına rastlanılmamıştır. Konutlar genel olarak iç sofalı plan tipindedir. Sofa etrafında odalar yer almaktadır. Yapılar genellikle tek ve iki katlıdır. Şenyurt geleneksel kırsal dokusunun ve evlerinin mimari özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Çalışmada öncelikle Şenyurt beldesinin coğrafi konumu ve tarihinden söz edilmiştir. Daha sonra yerleşim yerinin geleneksel kırsal dokusunun analizi yapılmıştır. Konutların plan, cephe ve bezeme özellikleri incelenmiştir. Çalışmada literatür taraması yapılmıştır. Bu araştırma Şenyurt yerleşimi ile sınırlı tutulmuştur. Çalışmada görseller tarafımca çekilmiştir. Bununla birlikte gerekli kaynaklardan, kurum ve kuruluşların arşivlerinden yararlanılmıştır. Kırsal mimari mirasın korunması ve gelecek nesillere aktarılması kültürel mirasımız açısından önem arz etmektedir.

2. ŞENYURT BELDESİ COĞRAFİ KONUMU VE TARİHİ

Şenyurt, Tokat ilinin Turhal ilçesine bağlı bir belde yerleşim yeridir. Belde Turhal ilçe merkezine 12 km, Tokat il merkezine ise 34 km uzaklıkta konumlanmıştır. Yerleşim yeri eğimin az olduğu bir ova görünüşüne sahiptir.

Görsel 1. Şenyurt'un Harita İçerisindeki Konumu
(https://www.google.com.tr/maps/place/%C5%9Senyurt)

Görsel 2. Şenyurt Uydu Görünüşü
(https://www.google.com.tr/maps/place/%C5%9Senyurt)

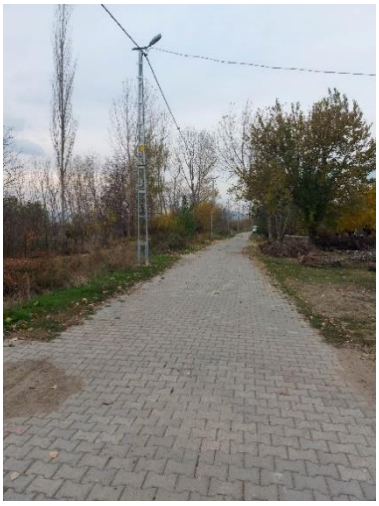
Görsel 3. Şenyurt Uydu Diğer Görünüşü
(https://parselsorgu.tkgm.gov.tr)

Kırsal yerleşim yeri, 29 Şubat 1972'de Asarcık, Karaevli, Ortaköy ve Üçgözen köylerinin birleşerek Ortaköy merkez olmak üzere "Şenyurt" adı ile belediye statüsü alarak beldeye dönüşmüştür (Wikipedia)

Görsel 4. Şenyurt Beldesinin 1955 Yılına Ait Genel Görünüşü

3. ŞENYURT BELDESİ GELENEKSEL KENT DOKUSU VE EVLERİ

Belde eğimin az olduğu ova şeklinde bir görünüş hakimdir. Mercimek Tepesinin eteklerinde konumlanmıştır. Konutlar ızgara plan şeklinde konumlanmıştır. Yapılar genel olarak ayrık düzendedir. Bununla birlikte bitişik nizamda olanlar da yer almaktadır. Yollar kilit taşı ile döşenmiştir. Bazı yollar ise arnavut kaldırımı şeklindedir.



Görsel 5. Geleneksel Kent Dokusunun Görünüşleri

Yapılara bir sokaktan girilebildiği gibi bir bahçe içerisinden de girilmektedir. Evler genellikle iç sofalı plan tipindedir. Sofa etrafında konumlanmış odalar yer almaktadır. Yapılarda kullanılan malzemeler taş, ahşap ve kerpiçtir. Konutların alt katları yığma taştan üst katları ise ahşap çatkı arası kerpiç dolgu tekniği ile inşa edilmiştir. Bu tekniğe bazı yörelerde "hımış" adı verilmektedir. Bununla birlikte taştan yapılan evler de yer almaktadır.

Görsel 6. Sokakların Görünüşleri

Yapılar genellikle iki katlıdır. Üst katlarda çıkma yoktur. Üst örtü içten ahşap kaplamalı düz olup dıştan kiremit örtülü ve kırma çatılıdır. Saçaklar dışa doğru geniş tutulmuş olup alttan ahşap kaplamasızdır. Konutların giriş kapıları cephe ortasında konumlanmış, ahşaptan ve çift kanatlıdır. Yapılara genel olarak dört – beş basamaklı merdivenlerden girilmektedir.

Görsel 7. Geleneksel Konutların Genel Görünüşleri

Pencereler ahşaptan yapılmış olup giyotin tipindedir. Bununla birlikte geç dönemde yapılmış kanatlı pencereler de bulunmaktadır. Bazı pencerelerde parmaklıklar vardır.

Görsel 8. Konutların Diğer Görünüşleri

Yapıların dış cephesinde herhangi bir bezeme öğesi yer almamaktadır. Konutların duvar cephelerinde sıvalarında dökülmeler vardır. Ahşap kapı ve pencerelerde çürümeler bulunmaktadır. Pencere parmaklıklarında korozyonlar vardır. Yapıların çatılarında eğilmeler ve bozulmalar yer almaktadır. Köşe dikmelerinde kırılmalar görülmektedir. Merdivenlerde bozulmalar yer almaktadır.

Görsel 9. Yapılardaki Malzemelerin Görünüşleri

Görsel 10. Konutların Tek Katlı Ve Çıkmasız Görünüşleri

Görsel 11. Çatıların Görünüşleri

Görsel 12. Çatı Ve Saçakların Görünüşü

Görsel 13. Köşe Dikmelerinin Görünüşü

Konutların çoğunun restorasyonunun yapılması gerekmektedir. Öncelikle duvar sıvasının raspası yapılmalıdır. Köşe dikmelerinde çürümeler ve ezilmeler vardır. Kapı ve pencerelerin değiştirilmesi gerekmektedir. Ahşap taşıyıcıların ve kerpiç malzemelerin yenilenmesi gerekmektedir. Üst örtü çatının yenilenmesi yapılmalıdır.

Görsel 14. Çift Kanatlı Giriş Kapılarının Görünüşleri

Görsel 15. Merdivenlerin Görünüşü

Görsel 16. Pencerelerin Görünüşleri

Görsel 17. Kanatlı Pencerelerin Görünüşleri

4. SONUÇLAR

Şenyurt kent merkezi, Turhal belediyesine bağlı bir belde yerleşim yeridir. Eğimin az olduğu ova şeklinde bir görünüş hakimdir. Yerleşim ızgara plan şeklinde yapılmıştır. Geleneksel konutlar genellikle ayrı bir biçimdedir. Konutlar iç sofalı plan tipindedir. Sofa etrafında birtakım odalar bulunmaktadır. Yapılar genel olarak tek ve iki katlıdır. Konutların çoğunun

sıvası dökülmüş bir haldedir. Kapı ve pencerelerde deformasyonlar olup çürümüştür. Çatılarda da ciddi sıkıntılar gözükmektedir. Yapıların çoğunun restorasyonu yapılması gerekmektedir. Öncelikle ahşap taşıyıcıların ve kerpiç dolguların değiştirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte duvar sıvasının raspası yapılmalıdır. Raspası yapıldıktan sonra cepheye acı ve tatlı kireç sürülmelidir. Kireçten sonra boyasının yapılması gerekmektedir. Yeni köşe dikmeleri yapılmalıdır. Kapı ve pencerelerinin değiştirilmesi gerekmektedir. Korozyona uğramış pencere parmaklıklarının da değiştirilmesi gerekmektedir. Geleneksel konutlar kültürel miras açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu sivil mimari mirasın korunarak yaşatılması, gelecek nesillere aktarılması önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

https://tr.wikipedia.org/wiki/%C5%9Eenyurt,_Turhal (Erişim tarihi: 20.04.2023)
https://www.google.com.tr/maps/place/%C5%9Senyurt (Erişim tarihi: 22.04.2023)
https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/ (Erişim tarihi: 24.04.2023)
Şenyurt Belediyesi Mali Hizmetler Müdürlüğü Arşivi
Şenyurt Belediyesi Yazı İşleri Müdürlüğü Arşivi

AUS TARİHÇESİ VE DÜNYA ÇAPINDA UYGULAMA KARŞILAŞTIRMALARI

[1]Ogr.Serhan UZUNHASANOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi, - 0009-0000-0568-2600
[2] Arş.Gör.Dr. Onur ŞAHİN
Yıldız Teknik Üniversitesi, - 0000-0002-4574-9272

ÖZET

Akıllı ulaşım sistemleri, günümüzde yoğun trafik ve ulaşım sorunlarıyla karşı karşıya kalan kentler için geliştirilen bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bu sistemler, ulaşımın daha güvenli, hızlı ve verimli hale getirilmesi için kullanılan teknolojileri içermektedir. Akıllı ulaşım sistemleri, ilk olarak 1980'lerin ortalarında Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilmeye başlamıştır. Bu sistemlerin temel hedefleri arasında trafik sıkışıklığının azaltılması, seyahat süresinin kısaltılması, yakıt tüketiminin düşürülmesi, çevre kirliliğinin azaltılması ve toplu taşıma kullanımının artırılması yer almaktadır. Akıllı ulaşım sistemlerinin hizmete alınması, kentlerin ulaşım sorunlarına çözüm olarak sunulmaktadır. Dünya genelinde birçok kent, akıllı ulaşım sistemlerini uygulamaktadır ve bu sistemlerin kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Üretim, sanayi, eğitim, turizm vb. dallarda sürekli gelişim gösteren dünya kentleri, buna bağlı olarak popülasyon büyümesi yaşamakta ve ulaşım talebi artmaktadır. Bu artışa bağlı olarak da özellikle ulaşım sistemlerinde aksaklık meydana gelmekte, bu kentlerde yaşayan insanlar bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte ulaşımdaki problemleri elektronik-yazılım sistemler ile çözüme kavuşturma, en aza indirme kapsamında birçok akıllı ulaşım sistemleri geliştirilmiştir. Bu bağlamda bu yayında Akıllı Ulaşım Sistemlerinin şimdiki zamanımıza kadar olan gelişim sürecine, tüm dünyada bu sistem üzerine neler yapıldığına, dünyada aynı mantık ile çalışan sistemlerin birbiriyle olan farklılıkları incelenecek ve teknik alt yapısı üzerinde araştırmalar yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Ulaşım Sistemleri, AUS Tarihçesi, AUS Uygulamaları

HISTORY OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS AND COMPARISONS OF THEIR APPLICATIONS WORLDWIDE

ABSTRACT

Intelligent transportation systems have emerged as a solution for cities facing heavy traffic and transportation problems. These systems encompass technologies aimed at making transportation safer, faster, and more efficient. Intelligent transportation systems were first developed in the mid-1980s in the United States. Their primary goals include reducing traffic congestion, shortening travel times, decreasing fuel consumption, reducing environmental

pollution, and increasing the use of public transportation. The implementation of intelligent transportation systems is presented as a solution to urban transportation issues. Many cities worldwide are implementing intelligent transportation systems, and their usage is becoming increasingly widespread. Cities that experience continuous growth in sectors such as manufacturing, industry, education, and tourism also witness an increase in population and demand for transportation. This increase leads to disruptions in transportation systems, negatively affecting the people living in these cities. Technological advancements have led to the development of numerous intelligent transportation systems that aim to solve and minimize transportation problems using electronic and software systems. In this context, this publication will examine the evolution of intelligent transportation systems up to the present day, explore the developments and implementations of such systems worldwide, compare the differences between systems operating on the same principles, and conduct research on their technical infrastructure.

Keywords: Smart Transportation Systems, History of STS, STS Applications.

1. GİRİŞ

Günümüzde, ulaşım sistemleri insanların günlük hayatında büyük bir öneme sahiptir. Geleneksel ulaşım sistemleri, bireysel taşımacılık modelleri ve toplu taşımacılık sistemleri olarak iki ana grupta incelenirken, akıllı ulaşım sistemleri bu geleneksel modelleri tamamlayıcı bir şekilde ortaya çıkmıştır. Akıllı ulaşım sistemleri, ileri teknolojilerin kullanımı sayesinde ulaşım verimliliğini artırmayı, trafik sıkışıklığını azaltmayı ve seyahat süresini kısaltmayı hedefler. Bu amaçla, akıllı ulaşım sistemleri dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, akıllı ulaşım sistemlerinin tarihçesini ve dünya çapında uygulama örneklerini incelemek ve bu sistemlerin faydalarını ve sınırlamalarını belirlemektir. Bu çalışma, akıllı ulaşım sistemlerinin tarihçesi ve dünya çapındaki farklı uygulamalarını karşılaştırarak, bu sistemlerin ulaşım sektöründeki önemini vurgulamaktadır. Araştırma yapmak isteyenler için temel bir bilgi kaynağı oluşturmayı hedeflemektedir.

Akıllı ulaşım sistemleri, günümüzde giderek artan nüfus ve trafik yoğunluğu nedeniyle önem kazanmaktadır. Bu sistemler, ulaşım sektöründe akıllı cihazların kullanımı ile birlikte, yolculara daha güvenli, konforlu ve etkili bir ulaşım sağlamayı amaçlar.

Akıllı ulaşım sistemlerinin tarihi, 1960'lı yıllarda trafik yönetimi sistemlerinin geliştirilmesi ile başlamıştır. Daha sonraki yıllarda, bu sistemler otomasyon, telekomünikasyon ve bilgi teknolojilerinin ilerlemesi ile birlikte daha gelişmiş hale gelmiştir.

Günümüzde şehirlerin sürdürülebilir kalkınması için önemli bir bileşen haline gelmiştir. Bu sistemler, çevresel etkileri azaltmak, trafik sıkışıklığını azaltmak ve yolcu konforunu artırmak gibi amaçlarla geliştirilmiştir. Bu amaçla, dünya genelinde birçok akıllı ulaşım sistemi uygulaması yapılmaktadır.

2. DÜNYADA ve ÜLKEMİZDE UYGULAMALAR

Akıllı ulaşım sistemlerinin tarihçesi, 1950'lerde trafik ışıkları ve yön işaretleri gibi basit cihazların kullanımıyla başlamaktadır. Bu basit cihazlar zamanla daha gelişmiş teknolojilere dönüşmüştür. Örneğin, 1970'lerde trafik yoğunluğunu ölçmek için hareket sensörleri kullanılmıştır. 1980'lerde, akıllı trafik sinyalizasyon sistemleri, seyahat bilgileri ve yol durumu bilgilerinin paylaşılması için haberleşme ağları geliştirilmiştir. 1990'larda, araçlar arası iletişim teknolojisi geliştirilmiş ve yolcuların seyahat planlarının optimize edilmesi için akıllı seyahat planlama sistemleri kurulmuştur. 2000'lerde, mobil cihazlar ve internet teknolojisi kullanılarak akıllı ulaşım sistemleri daha da geliştirilmiştir. [1] 1970'ler, Avustralya'da akıllı ulaşım sistemleri (AUS) için bir başlangıç noktasıdır. Bu yıllardan itibaren, AUS'nin bölgesel projelerde kullanıldığı Avrupa, Amerika ve Japonya gibi bölgelerde uygulanmaya başlandı. AUS 1990'lı yıllardan sonra gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmaya başlandı. [2]

Dünya genelinde birçok kent, akıllı ulaşım sistemlerini uygulamaktadır. Örneğin, Singapur'da akıllı trafik yönetimi sistemleri kullanılarak trafik sıkışıklığı azaltılmış ve seyahat süreleri kısalmıştır. Akıllı ulaşım sistemlerini kullanarak trafiği optimize etmek için bir dizi teknolojiyi uyguluyor. Örneğin, şehirdeki tüm araçlar bir takip sistemiyle donatılmış ve merkezi bir kontrol odası tarafından yönetiliyor. Ayrıca, araçların trafik ışıklarını otomatik olarak kontrol etmelerini sağlayan bir sistem de mevcut. Helsinki'de ise, akıllı ulaşım sistemleri ile toplu taşıma kullanımı artırılmış ve hava kirliliği azaltılmıştır. [3]

Londra'da ise, trafik yoğunluğunu azaltmak için trafik yönetimi sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler dünya genelinde farklı şekillerde uygulanmaktadır. Bazı kentlerde akıllı trafik yönetimi sistemleri kullanılırken, bazı kentlerde toplu taşıma sistemleri akıllı hale getirilmiştir. Bunun yanı sıra, bazı kentlerde akıllı park yönetimi sistemleri uygulanmaktadır.

ABD'de de farklı şehirlerde AUS uygulamaları görülmektedir. Örneğin, New York'ta otomatik bilet satış sistemleri, gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemleri, akıllı duraklar ve trafik yönetimi gibi birçok uygulama kullanılmaktadır. San Francisco'da ise, akıllı duraklar ve gerçek zamanlı yolcu bilgilendirme sistemleri oldukça yaygındır. [4]

Singapur'da, trafik yoğunluğu, seyahat süresi ve seyahat maliyeti gibi faktörleri dikkate alarak, sürücülerin seyahat rotalarını optimize eden bir sistem kullanılmaktadır. [3] Şanghay'da, toplu taşıma sistemleri ile trafik sıkışıklığına alternatif olarak yüzen bisiklet yolları geliştirilmiştir. [5]

Amsterdam'da, bisiklet kullanımını teşvik etmek için bisiklet yolları ağı genişletilmiş ve akıllı bisiklet park yerleri kurulmuştur. İstanbul'da da, akıllı trafik sinyalizasyon sistemleri kurulmuş ve toplu taşıma hatlarına entegre edilmiştir. Akıllı ulaşım sistemleri, şehirlerin sürdürülebilir kalkınması için önemli bir araçtır. Dünya genelinde birçok şehir, akıllı ulaşım sistemleri uygulamaları geliştirmekte ve uygulamaktadır.

Çin'in Shanghay şehrinde toplu taşıma araçları, yolculuk süresini kısaltmak ve trafik sıkışıklığını azaltmak için koordineli bir şekilde çalışıyor. [5] Ayrıca, toplu taşıma araçlarının güzergâhlarını otomatik olarak belirleyen bir sistem de mevcut. [6] [7]

Japonya'da AUS çalışmaları üç aşamada gerçekleştirilmiştir (Hasegawa, 2015). İlk aşama "Gelişme ve Saha Değerlendirme" dir. Bu aşamada, kapsamlı bir AUS planı oluşturulması hedeflenmiştir. Plan içerisinde; araç navigasyonu, elektronik ücret toplama, sürüş güvenliği, trafik yönetimi, karayolu yönetimi, toplu ulaşım, ticari araç işlemleri, yaya desteği ve acil araç işlemleri uygulamaları yer almaktadır. İkinci aşama "Hızlandırılmış Yaygınlaşma" dır. Bu aşamada, AUS tanıtım rehberi oluşturulması hedeflenmiştir. Rehber içerisinde; karayolu trafik güvenliği, düzgün trafik akışı, uygunluk, ekonominin harekete geçirilmesi ve standartlaşma üzerinde durulmuştur. Üçüncü aşama ise "Sürdürülebilirlik için AUS" dir. Bu aşamada, AUS gelecek vizyonu oluşturulmuştur. Vizyonun temelinde ise sürdürülebilir hareketlilik yer almaktadır. [8]

Türkiye'de de birçok şehir, akıllı ulaşım sistemlerini kullanmaya başladı. Örneğin, İstanbul'da akıllı trafik yönetim sistemi kullanılıyor ve bu sistem, trafik sıkışıklığını azaltmak, seyahat süresini kısaltmak ve kazaları önlemek için tasarlanmıştır. Ankara'da da benzer bir sistem kullanılıyor ve bu sistem, toplu taşıma araçlarının verimliliğini artırmak ve trafik sıkışıklığını azaltmak için tasarlanmıştır. İstanbul Metropolitan Municipality (İBB) sayesinde, sürücüler ve yolcular artık "Cep Trafik" uygulaması aracılığıyla günün her saatinde anlık trafik durumu bilgilerine cep telefonlarıyla erişebilmektedir. [9]

İstanbul'da her gün yaklaşık 12 milyon yolculuğun gerçekleştiği ortamda, AUS stratejik bir altyapı oluşturarak trafik yönetimi ve denetimi konusunda destek sağlamaktadır. AUS uygulamaları ile hedeflenen, mevcut yol kapasitesinin artırılması, trafik kazalarının azaltılması, trafikte geçirilen sürenin kısaltılması, maddi kayıpların önlenmesi ve milli ekonomiye katkı sağlanmasıdır.[10]

www.unfpa.org'un 15.11.2016 tarihli yayınına göre, 2050 yılına kadar kentlerde yaşayan nüfus oranının %66'ya yükselmesi öngörülmektedir.[11]

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Akıllı ulaşım sistemleri, dünya genelinde birçok şehirde kullanılıyor ve ulaşım sorunlarını çözmeye yönelik birçok farklı uygulama mevcut. Bu sistemler, toplu taşıma araçlarının verimliliğini artırmak, trafik sıkışıklığını azaltmak ve seyahat süresini kısaltmak gibi birçok fayda sağlıyor. AUS uygulamaları toplu taşıma hizmetlerinde büyük bir gelişme sağlamaktadır. Dünya çapında birçok şehirde kullanılan AUS uygulamaları, toplu taşıma hizmetlerinin daha verimli, güvenli, ekonomik ve çevre dostu hale gelmesine yardımcı olmaktadır. Bu sistemlerin yaygınlaşması ile birlikte toplu taşıma hizmetleri daha da modernleşerek, daha fazla insanın kullanabileceği hale gelmektedir. Ayrıca, AUS uygulamaları ile trafik yoğunluğu da azaltılabilmekte, bu sayede şehirlerde trafik sıkışıklığına neden olan sorunlar da minimize edilebilmektedir.

Dünya çapında AUS uygulamalarının farklı şehirlerde farklılık göstermesi, bu sistemlerin kullanılabilirliği açısından önemlidir. Farklı ülkelerin kültürel, sosyal ve ekonomik farklılıkları, AUS uygulamalarının tasarımını ve kullanımını etkileyebilmektedir. Bu nedenle, her şehir

kendi ihtiyaçlarına göre AUS uygulamalarını belirleyerek en verimli sonuçları almayı hedeflemelidir. Ancak, AUS uygulamalarının yaygınlaştırılması ve etkin kullanımı için belirli zorluklar da bulunmaktadır. Bu zorluklar arasında maliyetler, teknolojik altyapı, yönetim ve işletme gibi faktörler yer almaktadır. Ayrıca, bazı toplum kesimleri tarafından AUS uygulamalarının gizlilik ihlali gibi sorunlar yaratabileceği de düşünülmektedir.

Sonuç olarak, AUS uygulamaları toplu taşıma hizmetlerinin geleceği açısından oldukça önemlidir. Bu sistemlerin yaygınlaştırılması ve etkin kullanımı, toplu taşıma hizmetlerinin daha verimli, güvenli, ekonomik ve çevre dostu hale gelmesine katkı sağlayacaktır. Ancak, AUS uygulamalarının tasarımı ve kullanımı, her şehrin kendi ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir. Ayrıca, bu uygulamaların maliyetleri, teknolojik altyapı, yönetim ve işletme gibi faktörler de dikkate alınarak planlanmalıdır.

KAYNAKÇA

[1] Auer, Ashley, Feese, Shelley,Lockwood, Stephen. *History of intelligent transportation systems.* United States. Department of Transportation. Intelligent Transportation Systems Joint Program Office, FHWA-JPO-16-329, Tech Report, 2016-05-01

[2] Mehmet, T., Necla T., *Dünyada Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Gelecek Hedefleri Japonya Örneğinin İncelenmesi*, Cilt/Vol: 15, Sayı/Issue: 2, Page: 189-210, 2019

[3] Hin, Leo Tan Wee, and R. Subramaniam. *Creating smart cities with intelligent transportation solutions: Experiences from Singapore*. Green and ecological technologies for urban planning: Creating smart cities. IGI Global, 2012. 174-190

[4] Velaga, Nagendra R., Mohammed A. Quddus, and Abigail L. Bristow. *Developing an enhanced weight-based topological map-matching algorithm for intelligent transport systems*. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 17.6 (2009): 672-683.

[5] Xiaofeng Tao, Changjun Jiang and Yaojun Han, *Applying SOA to intelligent transportation system,* 2005 IEEE International Conference on Services Computing (SCC'05) Vol-1, Orlando, FL, 2005, pp. 101-104 vol.2, doi: 10.1109/SCC.2005.28.

[6] Ilgın GÖKAŞAR, Onur KALAN, *Dünyada ve Türkiye'de aus için yapılan*

Yatırımlar, Conference: Karayolu 3. Ulaşım Kongresi, Ankara KGM Halil Rıfat Paşar Konferans SalonuAnkara KGM Halil Rıfat Paşar Konferans Salonu, 25-27 Kasım 2014

[7] Sun J. *Development And Strategies On The Intelligent Transport System in China*.:ASCE 2011

[8] Öztaş Karlı, R. G. & Çelikyay, H. S. (2022). *Akıllı ulaşım sistemleri (AUS) üzerine Türkiye'deki politikaların araştırılması* . Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi , 5 (2) , 1-14 . DOI: 10.51513/jitsa.1090659

[9] Tufan, Hasan. *Akilli ulaşim sistemleri uygulamalari ve türkiye için bir aus mimarisi önerisi.* Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, TC Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (2014).

[10] Çapali, Buket. *Akıllı ulaşım sistemleri ve Türkiyedeki uygulamaları*. MS thesis. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.

[11] Şengül, R., & ALTINTAŞ, H. Y. (2020). *Akıllı Kentin Bir Bileşeni Olarak Akıllı Ulaşım Uygulamalarının İncelenmesi: Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Örneği*. Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (UKSAD), 6(2), 487-502.

TÜM TOPLU TAŞIMA HİZMETLERİN İÇİN TEK ÖDEME YÖNTEMİ

[1] **İnşaat Mühendisi Serhan UZUNHASANOĞLU**
Yıldız Teknik Üniversitesi, - 0009-0000-0568-2600
[2] **Doç. Dr. Mustafa GÜRSOY**
Yıldız Teknik Üniversitesi, 0000-0002-3782-5941

ÖZET

Tek ödeme yöntemi fikri, toplu taşıma hizmetlerinin kullanımını kolaylaştırmak ve daha pratik hale getirmek açısından oldukça önemlidir. Günümüzde pek çok şehirde farklı toplu taşıma araçları için çeşitli ödeme sistemleri kullanılmaktadır. Bu durum kullanıcıların ulaşım planlaması ve ödeme yöntemleri konusunda zaman zaman sıkıntı yaşamalarına sebep olmaktadır. Bunun için dünya genelinde sunulan tek ödeme yöntemleri ile farklı toplu taşıma sistemlerinden tek bir biletle veya kartla hizmet alınabilir. Bu sayede kullanıcıların toplu taşıma hizmetlerini daha rahat ve verimli bir şekilde kullanmaları sağlanabilir. Toplu taşıma kullanımını kolaylaştırdığı gibi aynı zamanda ödeme işlemlerinin hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan tek ödeme yöntemi ile toplu taşıma araçlarındaki bekleme süreleri azaltılarak kullanıcıların daha rahat ve verimli bir yolculuk yapmalarına olanak tanır. Ayrıca, bu yöntem ile toplu taşıma hizmetlerinin kullanımı artırılabilir, bu da çevresel kirlenme ve trafik yoğunluğu gibi sorunların azaltılmasına yardımcı olabilir. Ancak, tek ödeme yöntemi uygulamasının başarılı olabilmesi için, farklı toplu taşıma araçlarını işleten kuruluşlar arasında işbirliği yapılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, bilet veya kart sistemlerinin standartlaştırılması ve uyumlu hale getirilmesi de önemlidir. Ayrıca, uygulamanın getireceği maliyetler ve teknolojik altyapı ihtiyaçları da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu çalışmada, tüm toplu taşıma hizmetleri için tek ödeme yöntemi uygulamasının avantajları, dezavantajları, dünya çapında uygulama örnekleri ve olası zorlukları ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Toplu Ulaşım Ödeme, Tek Ödeme Yöntemi, Ulaşımda Kart Sistemi

SINGLE PAYMENT METHOD FOR ALL PUBLIC TRANSPORT SERVICES

ABSTRACT

A single payment method idea is crucial in facilitating and streamlining the use of public transportation services. Currently, various payment systems are being used for different modes of public transportation in many cities. This situation sometimes causes inconvenience for users in terms of transportation planning and payment methods. To address this, globally available

single payment methods can enable users to access different public transportation systems with a single ticket or card. This allows users to utilize public transportation services more easily and efficiently. In addition to simplifying public transportation usage, a single payment method that enables fast and secure payment transactions can reduce waiting times on public transportation vehicles, providing users with a more comfortable and efficient travel experience. Moreover, this method can contribute to increasing the utilization of public transportation services, thereby helping to reduce environmental pollution and traffic congestion issues. However, for the successful implementation of a single payment method, collaboration among organizations operating different modes of public transportation is necessary. Standardizing and harmonizing ticket or card systems is also essential. Furthermore, the costs and technological infrastructure requirements introduced by the implementation should be taken into consideration. In this study, the advantages, disadvantages, global implementation examples, and potential challenges of a single payment method for all public transportation services will be discussed.

Keywords: Public Transportation Payment, Single Payment Method, Card System in Transportation

1. GİRİŞ

Günümüzde, şehirlerde toplu taşıma hizmetleri oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak, farklı toplu taşıma araçlarına ait farklı bilet ve kart sistemleri, kullanıcıların yolculuklarını planlarken karşılaştıkları en büyük sorunlardan biridir. Bu sorun, zaman kaybına, para ve bilet yönetiminde zorluklara neden olabilir. Bu sorunu çözmek için, tüm toplu taşıma hizmetlerinde tek bir ödeme yöntemi uygulaması önerilmektedir. Bu uygulama, kullanıcıların farklı toplu taşıma araçlarına tek bir kart veya mobil uygulama üzerinden erişim sağlamalarını ve ödemelerini tek bir işlemle yapmalarını sağlar. Bu da, kullanıcıların toplu taşıma hizmetlerini daha kolay, hızlı ve verimli bir şekilde kullanmalarına olanak tanır.

Tek ödeme yöntemi uygulaması, kullanıcıların toplu taşıma araçlarına binmek için ayrı ayrı bilet veya kart satın almak zorunda kalmalarının yanı sıra, bilet satın alma sırasında sıra beklemek gibi zaman kaybına da son verir. Ayrıca, farklı bilet veya kart sistemleri arasındaki uyumsuzlukların neden olduğu karmaşıklığı da ortadan kaldırır.

Tek ödeme yöntemi uygulaması ayrıca toplu taşıma hizmetlerinin verimliliğini artırabilir. Bu uygulama sayesinde, toplu taşıma araçlarında ödeme yapmak için daha az zaman harcanacak ve dolayısıyla yolcuların araçlara daha hızlı bir şekilde binmeleri sağlanacaktır. Bu da toplu taşıma araçlarının daha az beklemesi anlamına gelir, böylece araçların daha sık sefer yapması ve daha fazla yolcu taşıması mümkün olur.

Tüm toplu taşıma hizmetleri için tek ödeme yöntemi uygulaması uygulanmadan önce, birçok zorlukla karşılaşılması muhtemeldir. Özellikle, farklı toplu taşıma hizmetleri arasındaki teknik farklılıkların, maliyetlerin ve idari işlerin birleştirilmesi, uygulama için bir engel olabilir.

Ayrıca, kullanıcılar arasında tek ödeme yöntemi uygulamasının nasıl kullanılacağına dair farklı anlayışlar olabilir ve bu da uygulamanın başarısını etkileyebilir.

Tüm toplu taşıma hizmetleri için tek ödeme yöntemi uygulaması, kullanıcıların toplu taşıma hizmetlerini daha kolay ve verimli bir şekilde kullanmalarına olanak tanıyacak önemli bir adımdır. Ancak, uygulama için birçok zorlukla karşılaşılması muhtemel olduğundan, detaylı bir planlama ve strateji geliştirilmesi gereklidir.

2. DÜNYADA ve ÜLKEMİZDE UYGULAMALAR

Tek ödeme yöntemi kavramı, farklı toplu taşıma hizmetlerine tek bir ödeme aracıyla erişim sağlamayı amaçlayan bir kavramdır. Bu yöntem sayesinde, kullanıcılar tek bir kart ya da uygulama üzerinden farklı toplu taşıma araçlarına binip ücret ödeyebilirler. Böylece, farklı ödeme sistemleri kullanmak zorunda kalmadan, kullanıcılar daha kolay ve hızlı bir şekilde seyahat edebilirler. [1] Trafikteki araç sayısını azaltan sistem, ortak güzergâhların birleştirilmesi ve araçların yenilenmesi ile trafik ve seyahat konforunu arttırırken, bütün kentte tek ödeme yöntemi kuracak kart sistemi ile hizmet sunucuların işletme kolaylığı ve karlılığını da arttırabilir. [2]

Tek ödeme yöntemi, dünyanın birçok şehrinde uygulama alanı bulmuştur. Örneğin, Hong Kong'da "Octopus Card" adı verilen tek ödeme kartı, metro, otobüs, feribot ve hatta süpermarketlerde bile kullanılmaktadır.[3] Ayrıca, Singapur'da da "EZ-Link" kartı benzer bir şekilde kullanılmaktadır. [4] EZ-Link kartı, tüm toplu taşıma türleri için işletmeciden bağımsız olarak ada genelinde ödeme yapmak için kullanılabileceği gibi küçük perakende işlemleri, otopark ve yol ücretleri için de kullanılabilmektedir. Tek seferlik ücretlerin nakit ödenmesine izin verilmekte olsa da, tüm seyahatlerin %96'sını EZ-Link kart hesaplarıyla yapılan e-ödemeler oluşturduğundan, EZ-Link kartlarından elde edilen veri kayıtları oldukça ayrıntılıdır ve nakit ödeme yapan yolcuların sayısı neredeyse önemsizdir. EZ-Link kartları kolayca şarj edilebilir, bu nedenle insanlar uzun süreler boyunca tek bir EZ-Link kartı kullanarak tüm toplu taşıma seyahatlerini yapmayı tercih etmektedirler. Sistemin teknik olarak birden fazla kişinin tek bir EZ-Link kartıyla seyahat etmesine izin vermediği göz önüne alındığında, her bir kart kimliğinin bir kişiyi temsil ettiği varsayılabilir. Bu, bireysel güzergâhların detaylı analizlerini yapmak ve kısa ve uzun dönemli seyahat davranışlarını anlamak için yeni yollar açar.[5] Japonya'da ise "Suica" kartı, Tokyo'da bulunan tüm toplu taşıma araçlarına tek bir ödeme aracı sağlamaktadır. [6] Londra'nın Oyster akıllı kart programı, dolandırıcılık sorunuyla ve değerli bir sezonluk bileti kaybetme zorluğuyla mücadele etmenin yanı sıra, uzun kuyruklara son vermektedir.[7]

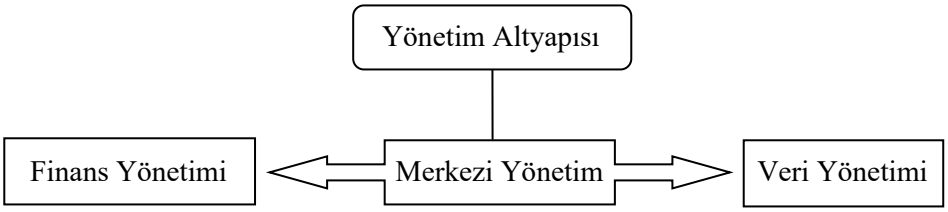
Tek ödeme yöntemi uygulamaları sadece Asya'da değil, Avrupa ve Amerika'da da yaygınlaşmaktadır. İstanbul'da da İstanbulKart adı verilen tek ödeme kartı kullanılmaktadır. Bu kart, İstanbul'da bulunan metro, tramvay, otobüs, vapur, hafif raylı sistem, teleferik ve deniz otobüslerine tek bir ödeme aracı sağlamaktadır.[8] İstanbul, genişleyen coğrafyası ve artan nüfusu ile dünyanın en büyük kentleri arasında yer alıyor ve bu alanda yenilikçi kentsel

hareketlilik çözümleri için önemli bir adım atılmıştır. Günde ortalama 2,5 milyon İstanbullunun kullandığı toplu taşıma araçlarında kredi kartları, banka kartları ve ön ödemeli kartlarla temassız ödeme hizmeti sunulacak. BELBİM ve Mastercard arasında imzalanan anlaşma ile tüm İstanbullular ve turistler, temassız Mastercard'larını kullanarak toplu taşıma hizmetlerinden hızlı, güvenli ve kolay bir şekilde faydalanabilmektedir.[9]

Ayrıca, akıllı telefon uygulamaları ile tek ödeme yöntemi uygulamaları da geliştirilmiştir. Örneğin, Helsinki'de "Whim" adlı uygulama ile tüm toplu taşıma hizmetlerinin bedeli, taksi ve araç kiralama gibi farklı ulaşım seçenekleri tek bir uygulama üzerinden ödenebilmektedir.[10] Aynı tür uygulamalar Türkiye' de de bulunmaktadır. Bunlardan birisi 'bitaksi' olarak bildiğimiz taksi çağırma telefon uygulamasıdır. Online ödeme imkânı ve varılacak noktaya göre önceden tespit ile fiyat, daha araca binmeden oluşmaktadır ve anında online olarak banka ve kredi kartı vasıtasıyla ödenmektedir. [11]

Tek ödeme yöntemi uygulamaları, genellikle bütün toplu taşıma araçlarının ödeme işlemlerini bir sistem altında toplaması ve yönetmesi gerektiğinden, teknik ve yönetim açısından karmaşık bir altyapı gerektirir. Bu altyapı, uygulamanın yaygın ve etkili bir şekilde kullanılabilmesi için önemlidir.

Tek ödeme yöntemi uygulamalarının **yönetim altyapısı**, birkaç farklı bileşen içerir:[12]



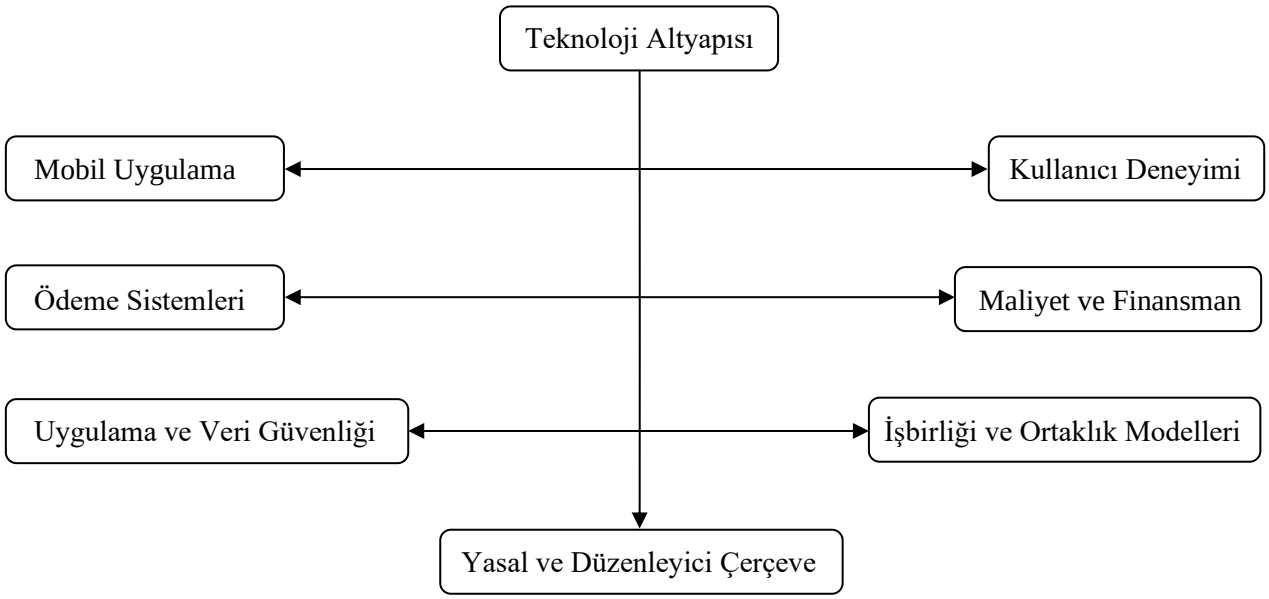
Görsel 1. Yönetim Altyapı Şeması

Merkezi Yönetim: Tek ödeme yöntemi uygulamasının merkezi yönetimi, tüm toplu taşıma sistemlerinin tek bir sistem altında toplanmasını sağlar. Bu yönetim, toplu taşıma araçlarına erişim, kullanım koşulları, bilet fiyatları ve diğer faktörlerin yönetimini de içerir.

Veri Yönetimi: Tek ödeme yöntemi uygulamaları, büyük miktarda veri üretir ve depolar. Bu veriler, uygulamanın etkili bir şekilde yönetilebilmesi ve geliştirilebilmesi için düzenli olarak analiz edilmelidir. Bu nedenle, uygulamanın veri yönetimi altyapısı, güçlü bir veri tabanı sistemi, etkili veri analizi araçları ve veri depolama sistemleri içermelidir.

Finans Yönetimi: Tek ödeme yöntemi uygulamaları, mali işlemlerin tek bir sistem altında yönetilmesini gerektirir. Bu nedenle, uygulamanın finans yönetimi altyapısı, ödeme işlemlerinin yönetimi, fatura ve ödeme takibi gibi finansal işlemlerin yönetimi için uygun araçlar içermelidir.[12]

Tek ödeme yöntemi uygulamalarının **teknoloji altyapısı** da, çeşitli teknolojik bileşenler içerir:



Görsel 2. Teknoloji Altyapı Şeması

Mobil Uygulama: Tek ödeme yöntemi uygulamalarına genellikle mobil uygulamalar üzerinden erişilebilir. Bu nedenle, uygulamanın teknoloji altyapısı, kullanıcı dostu bir mobil uygulama arayüzü, güvenli bir bağlantı, mobil ödeme sistemleri ve kullanıcı verisinin güvenliği için uygun güvenlik önlemlerini içermelidir.

Ödeme Sistemleri: Tek ödeme yöntemi uygulamalarının teknoloji altyapısı, farklı ödeme sistemlerini yönetmek için uygun altyapıyı içermelidir. Bu ödeme sistemleri arasında kredi kartı, banka kartı, ön ödemeli kartlar bulunmaktadır. [13]

Uygulama ve Veri Güvenliği: Tek ödeme yöntemi uygulamaları, hassas finansal bilgilerin toplanması ve saklanması nedeniyle güvenlik riskleri taşır. Bu nedenle, yönetim ve teknoloji altyapısı, uygulama ve veri güvenliği açısından da güçlü olmalıdır. Uygulamaların düzenli olarak güncellenmesi, siber güvenlik risklerinin tespit edilmesi ve giderilmesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.[14]

İşbirliği ve Ortaklık Modelleri: Tek ödeme yöntemi uygulamaları, birden fazla toplu taşıma işletmesi ve hizmet sağlayıcısı tarafından kullanılabileceğinden, işbirliği ve ortaklık modelleri de önemlidir. İşletmeler arasında karşılıklı anlaşmalar yapılması ve paylaşılan verilerin yönetimi gibi konuların belirlenmesi, uygulamanın başarısı açısından kritik öneme sahiptir.[14]

Kullanıcı Deneyimi: Tek ödeme yöntemi uygulamalarının kullanıcı deneyimi de önemlidir. Kullanıcılar, uygulamanın kolay ve kullanışlı olması, ödeme işlemlerinin hızlı ve sorunsuz şekilde gerçekleşmesi gibi faktörlere önem verirler. Bu nedenle, uygulamanın kullanıcı dostu bir arayüze sahip olması ve kullanıcı geri bildirimlerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.[14]

Maliyet ve Finansman: Tek ödeme yöntemi uygulamalarının kurulumu ve işletilmesi maliyetli bir süreç olabilir. Bu nedenle, finansman kaynaklarına ihtiyaç duyulabilir. Yönetim ve teknoloji altyapısının yanı sıra, pazarlama, reklam ve eğitim gibi konular da maliyeti artırabilir. Bu nedenle, finansman kaynaklarının belirlenmesi ve etkili bir maliyet yönetimi stratejisi geliştirilmesi gerekmektedir.[14]

Yasal ve Düzenleyici Çerçeve: Tek ödeme yöntemi uygulamaları, çeşitli yasal ve düzenleyici gerekliliklere tabi olabilirler. Bu nedenle, yönetim ve teknoloji altyapısı, yasal ve düzenleyici çerçevelere uygun olarak tasarlanmalıdır. Ayrıca, uygulamanın kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek yasal ve düzenleyici sorunlara karşı da hazırlıklı olunması gerekmektedir.[14]

3. SONUÇLAR

Tek ödeme yöntemi uygulamalarının birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar arasında:

Kullanıcılara kolaylık sağlama: Kullanıcılar farklı toplu taşıma araçlarına binerken farklı ödeme yöntemleri kullanmak zorunda kalmazlar. Bu durum, kullanıcılara zaman kazandırır ve daha rahat bir seyahat deneyimi yaşamalarına olanak tanır.

Toplu taşıma hizmetlerinin kullanımını artırma: Toplu taşıma hizmetlerinin kullanımını artırabilir. Çünkü kullanıcılar, birçok farklı toplu taşıma aracına tek bir biletle ulaşabildikleri için, toplu taşıma hizmetlerinin kullanımı daha cazip hale gelir.

Ödeme işlemlerinin hızlandırılması: Toplu taşıma araçlarında beklenme süresi azalır ve seyahat süresi kısalmış olur.

Finansal yönetim kolaylığı: Kullanıcıların toplu taşıma harcamalarını daha kolay bir şekilde takip etmelerine olanak tanır. Bu da kullanıcıların finansal yönetimlerini kolaylaştırır.

Ancak, tek ödeme yöntemi uygulamalarının bazı dezavantajları da vardır. Bunlar arasında:

Yatırım maliyeti: Uygulamalarının geliştirilmesi ve uygulanması yüksek maliyetli olabilir. Bu da, bazı toplu taşıma işletmelerinin bu yöntemi benimsemekten kaçınmalarına neden olabilir.

Teknolojik sorunlar: Tek ödeme yöntemi uygulamaları teknolojiye dayalıdır ve teknik sorunlar yaşanabilir. Örneğin, sistem çökmeleri, bağlantı sorunları ve yazılım hataları gibi problemler ortaya çıkabilir.

Gizlilik endişeleri: Kullanıcıların seyahat bilgilerinin kaydedilmesiyle ilgili bazı gizlilik endişeleri yaratabilir. Bu da bazı kullanıcıların bu yöntemi kullanmaktan kaçınmasına neden olabilir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME

Tek ödeme yöntemi uygulamaları için gerekli olan teknolojik alt yapı, çeşitli bileşenlerden oluşur. Bunlar arasında akıllı kart okuyucular, ödeme terminali yazılımı, internet tabanlı işlem

platformu, merkezi veri tabanı ve mobil uygulamalar gibi öğeler yer alabilir. Bu bileşenlerin birlikte çalışması, tek ödeme sistemlerinin doğru şekilde çalışmasını sağlar.

Akıllı kart okuyucular, toplu taşıma araçlarında kullanılır ve yolcuların kartlarını okuyarak ödeme yapmalarını sağlar. Ödeme terminali yazılımı, toplu taşıma şirketlerinin kullandığı bir yazılımdır ve kullanıcıların ödemelerini yönetir. İnternet tabanlı işlem platformu, toplu taşıma şirketlerinin ödeme işlemlerini yönettiği bir platformdur. Merkezi veri tabanı, tüm ödeme işlemlerini saklayan ve işleyen bir sistemdir. Mobil uygulamalar, yolcuların toplu taşıma ödemelerini cep telefonları üzerinden yapmalarını sağlar.

Örneğin Singapur; toplu taşıma sisteminde tek ödeme yöntemine geçmiş bir şehir olarak öne çıkmaktadır. Singapur'da "EZ-Link" adı verilen bir akıllı kart sistemi kullanılmaktadır. Bu kart, otobüslerde, metro hatlarında ve hatta taksilerde bile geçerlidir. Yolcular, kartlarını temassız bir şekilde okutarak seyahat ederler. Toplu taşıma sistemini kullanıcı dostu ve etkili hale getirmektedir. Ayrıca, kartlarını kullanarak mağazalarda veya restoranlarda ödeme yapma imkânı da vardır. Farklı toplu taşıma araçları arasında transfer yaparken de ayrı bilet satın alma zorunluluğunu da ortadan kaldırır. Yoğun saatlerde veya popüler hatlarda daha fazla araç tahsisi yapılabilir veya seyahat trendleri izlenebilir. Kâğıt bilet kullanımını azaltarak çevresel etkiyi azaltır. Kâğıt biletlerin basımı ve atıkların azalmasıyla birlikte çevresel sürdürülebilirliği destekler.

Bu bileşenlerin doğru şekilde birleştirilmesi ve yönetimi, tek ödeme yöntemi uygulamalarının etkili bir şekilde çalışmasını sağlar. Bununla birlikte, tek ödeme yöntemi uygulamalarının yönetimindeki en önemli faktörlerden biri, veri güvenliği ve gizliliğidir. Bu nedenle, uygulamaların geliştirilmesi ve yönetimi sırasında, veri güvenliği ve gizliliği konusunda sıkı önlemler alınmalıdır.

Sonuç olarak, tek ödeme yöntemi uygulamaları, toplu taşıma hizmetlerinin daha verimli ve kullanıcı dostu hale getirilmesine yardımcı olabilir. Bununla birlikte, uygulamaların başarılı olabilmesi için, doğru teknolojik alt yapı ve etkili yönetim gereklidir.

KAYNAKÇA

[1] C. Shuran and Y. Xiaoling, "A New Public Transport Payment Method Based on NFC and QR Code," *2020 IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE)*, Beijing, China, 2020, pp. 240-244, doi: 10.1109/ICITE50838.2020.9231356.

[2] Köylü, M. & Önder, M. (2017). *Karmaşıklık Kuramı Ve Kamu Yönetiminde Uygulanması: Yalova Kent İçi Ulaşım Hizmetlerinin Dijital Modelleme Ve Simülasyonu*. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Kayfor 15 Özel Sayısı,1707-1726 Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/sduiibfd/issue/53208/707062

[3] Ma, L. C., Banerjee, P., Lai, J. H., & Shroff, R. H. (2008). Diffusion of the'Octopus' Smart Card E-Payment System: A Business and Technology Alignment Perspective. *International Journal of Business and Information*, *3*(1), 115-128.

[4] Cao, Grace Shu Yin, Wenrong Tan, and Xue Fen Tiow. "Consumers' perspectives on the use of EZ-link card for retail payments." (2005).

[5] Chakirov, Artem, and Alexander Erath. "Use of public transport smart card fare payment data for travel behaviour analysis in Singapore." *Arbeitsberichte Verkehrs-und Raumplanung* 729 (2011).

[6] Y. Shirakawa, *"JR East contactless IC card automatic fare collection system "Suica"*," 7th IEEE International Symposium on High Assurance Systems Engineering, 2002. Proceedings., Tokyo, Japan, 2002, pp. 3-10, doi: 10.1109/HASE.2002.1173094.

[7] London's Oyster card goes public…. Card Technology Today, [s. l.], v. 15, n. 9, p. 1, 2003. DOI 10.1016/S0965-2590(03)00901-0. Disponível em: https://discovery.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=ecebea37-9e32-3b3d-a658-c1f713418de1. Acesso em: 13 abr. 2023.

[8] Karaman, F. (2020). *Suggestion of minibus line conversion and public transportation fare system in İstanbul*. Fen Bilimleri Enstitüsü.

[9] Master Card Akıllı Şehir Çözümleri https://www.mastercard.com.tr/tr-tr/tuketiciler/odeme-secenekleri/temassiz/toplu-tasima.html

[10] Stopka, U., Pessier, R., Günther, C. (2018). *Mobility as a Service (MaaS) Based on Intermodal Electronic Platforms in Public Transport.* In: Kurosu, M. (eds) Human-Computer Interaction. Interaction in Context. HCI 2018. Lecture Notes in Computer Science(), vol 10902. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91244-8_34

[11] Kahya, Y. (2018). *Hizmet Sektöründe Yeni İş Uygulamaları* . Journal of Management and Economics Research , 16 (3) , 219-238 . DOI: 10.11611/yead.431731

[12] Lee, D. H., & Park, S. Y. (2018). *Design and implementation of a mobile ticketing system for public transportation based on NFC and cloud computing*. Sustainability, 10(10), 3561.

[13] Kikuchi, S., & Yamaguchi, M. (2015). *Mobile payment platform for public transportation*. Transportation Research Procedia, 10, 284-293.

[14] Alemanno, A., Carbone, C., & Santoro, F. (2017). *The integrated ticketing system of Milan: The smart city perspective*. TeMA-Journal of Land Use, Mobility and Environment, 10(3), 299-314.

AHŞAP ESASLI TABAKALI KOMPOZİT PANELLERİN ISI İLETİM KATSAYILARININ BELİRLENMESİ

Musa KAYA
Gazi Üniversitesi, - 0000-0002-5955-7378
Doç. Dr. Hasan Özgür İMİRZİ
Gazi Üniversitesi, - 0000-0003-1822-753X

ÖZET

Orman ürünlerinin daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için birçok çalışma yapılmaktadır. Bu doğrultuda yapılan bu çalışmada elde edilen ahşap esaslı kompozit panellerin ısı iletim katsayıları tespit edilmiştir. Çalışma kapsamındaki ahşap esaslı kompozit panellerden elde edilen sonuçlara göre söz konusu panellerin mobilya üretiminde kullanılabilir olmasını sağlayan mekanik ve fiziksel özelliklerinin yeterliliğinin yanında, ısı ve ses yalıtımında da kullanılabilir özelliğe sahip olması açısından oldukça önemli bir malzeme oldukları görülmüştür. Bu çalışmada çekirdek kısımları farklı geometrik oluklarda (Dairesel, dikdörtgen ve trapez) oluşturulan ve yüzeyleri 4 mm kalınlığındaki huş kontrplak ile liflevha (HDF)'den yapılmış panellerin ısı iletim katsayıları belirlenmiştir. TS EN 12667 esaslarına uyularak hazırlanan deney numunelerinden elde edilen sonuçlara göre ısı iletim katsayısı en düşük 0,080 W/m.K ile yüzeyleri 4 mm huş kontrplak kaplı dairesel ve trapez oluklu çekirdeğe sahip panellerde tespit edilmiştir. En yüksek ısı iletim katsayısı ise 0,097 W/m.K ile yüzeyi 4 mm liflevha kaplı dikdörtgen oluklu çekirdeğe sahip panelde olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Isı iletim katsayısı, ahşap esaslı kompozit paneller, geometrik oluklar

DETERMINATION OF THE HEAT CONDUCTION COEFFICIENTS OF WOOD-BASED LAYER COMPOSITE PANELS

ABSTRACT

Many studies are being carried out to ensure that forest products are used more efficiently. In this direction, the heat transmission coefficients of the wood-based composite panels obtained in this study were determined. According to the results obtained from the wood-based composite panels within the scope of the study, it has been seen that these panels are a very important material in terms of their ability to be used in heat and sound insulation, as well as the adequacy of their mechanical and physical properties that enable them to be used in furniture production. In this study, the heat transmission coefficients of the panels whose core parts are formed in different geometric grooves (circular, rectangular and trapezoidal) and whose surfaces are made of 4 mm thick birch plywood and fiberboard (HDF) were determined. According to the results obtained from the test samples prepared in accordance with the principles of TS EN 12667, the lowest heat transmission coefficient of 0.080 W/m.K was determined in the panels with a circular and trapezoidal corrugated core covered with 4 mm

birch plywood. The highest thermal conductivity coefficient was found to be 0.097 W/m.K in the panel with a rectangular corrugated core covered with 4 mm fiberboard.

Keywords: Heat transfer coefficient, wood-based composite panels, geometric grooves

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun inşa ettiği medeniyetlerde yoğun bir kullanım alanına sahip olan ahşap malzeme doğal ve ekonomik bir değer olarak varlığını her zaman sürdürmüştür. Söz konusu bu ürün; bazen bir barınma aracı, bazen bir beslenme kaynağı ve bazen de giyim ya da kozmetik ürün kaynağını teşkil etmektedir. Tüm bu farklı alanlardaki ihtiyaçları karşılayabilmesi; bu malzemenin eşsiz bir yapıya sahip olmasından gelmektedir.

Ağaç malzeme anizotrop ve higroskopik bir yapıya sahip olmasına karşın yapısı gereği organik olması, estetik görüntüsünden dolayı cezbedici özelliğe sahip olması ve aynı zamanda hafif ve dayanıklı bir yapıya sahip olması bakımından her zaman değerli bir malzeme olmuştur.

Yapısal uygulamalar ve ağaç endüstrisinde farklı amaçlar için kullanılan ağaç malzeme; kullanım safhasına gelebilmesi için uzun zaman gerekmektedir. Bu zaman faktöründen dolayı ahşap malzemenin yapı ve endüstride kullanılması, belli bir tüketim aşamasından sonra ikame sorunu ile karşılaşmaktadır. Bu da orman varlıklarının sürdürülebilirliği açısından önemli bir problem olarak görülmektedir. Var olan bu problemin etkisini en aza indirebilmek için teknolojik gelişmelere bağlı olarak orman ürünlerinin daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılması amacıyla çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Böylece hem daha az orman ürünleri tüketilmekte ve hem de orman ekosisteminde var olan diğer canlı türlerinin yaşam alanları korunmuş olmaktadır.

Ağaç malzeme yapısal uygulamalar ve mobilya imalat sanayisinde sahip olduğu fiziksel ve mekanik avantajlarından dolayı yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarından birisi de özellikle yapısal uygulamalardaki iç mekânlardır. İç mekânlarda kullanılan ahşap ya da ahşap esaslı kompozit malzemelerin teknolojik özelliklerinden bir olan, iç ve dış mekânlarda ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesi için ısı iletim katsayısının sıfıra yakın olmasıdır.

Kompozit kavramı, en az iki ya da ikiden fazla malzemenin bir araya getirilerek elde edilen yeni malzeme türünü ifade etmektedir. Ahşap esaslı kompozitler ise lignoselülozik yapıdaki materyalin yine lignoselülozik yapıya sahip bir malzeme ya da farklı yapıya sahip bir malzeme ile tutkal veya farklı bir bağlayıcı kullanılarak bir araya getirilmesi ile elde edilen malzeme grubunu ifade etmektedir [1]. Bu ahşap esaslı kompozit malzemeyi oluşturan ahşap parça/parçacıkların ve liflerin, bir araya getirilmesi ve stabil bir yapıda olmasını sağlayan temel bağlayıcılar; üre formaldehit reçinesi, fenol formaldehit reçinesi, melamin formaldehit reçinesi veya poliüretan reçinesi gibi farklı bağlayıcılar ile mümkün olmaktadır. Kompozit malzemeyi oluşturan hammadde ve bağlayıcıların kalitesi, ürünlerin mekanik (eğilme direnci, elastikiyet modülü, vida tutma direnci, iç yapışma direnci gibi) ve teknolojik (Isı ve ses yalıtımı) özelliklerini belirlemektedir [2].

Enerji korumalı yapıların önemi son yıllarda gittikçe artmaktadır. Bu tür yapıların kışın sıcaklılarının muhafaza edilmesi, yazın ise daha serin olmalarını sağlayan bileşenlerin en önemlisi ısı yalıtım malzemeleridir. DIN 4108 standardında yer alan tanımlamaya göre bir

malzemenin ısı yalıtım malzemesi olarak kabul edilebilmesi için ısı iletkenlik katsayısının (λ) 0,1 W/m.K değerinden daha küçük olması gerekmektedir [3]. Isı yalıtım malzemelerinin en önemli özelliği ise şüphesiz ısı iletim katsayısının mümkün olduğunca sıfıra yakın olmasıdır. Ancak bu özelliğinin yanında basınç direnci, ateşe karşı dayanaklı olması gibi özelliklere de sahip olması; aranan özelliklerdir.

Bu çalışmanın amacı çekirdek yapısı farklı geometrik biçimde tanzim edilmiş olan ahşap esaslı kompozit panellerin ısı iletim katsayılarının belirlenmesidir.

Isı iletkenliği sembolü lambda (λ) olup; birimi W/m.K'dır. Bu birim; bir malzemenin bir birine dik ve bir metre mesafedeki bir m²'lik iki yüzeyi arasında sıcaklık farkı 1 °C olduğunda birim zamanda geçen ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır [4].

Ahşap esaslı tabakalı kompozit panellerde ısı iletim katsayısını etkileyen birçok faktör mevcuttur. Bu faktörler başlıca malzeme yapısı ve yoğunluğudur. Ahşap esaslı tabakalı kompozit panellerde yoğunluk düştükçe ısı iletkenlik kat sayısı düşmektedir. Yoğunluğu 340 kg/m³ olan panelde ısı iletkenlik katsayısı 0,070 W/m.K iken yoğunluğu 410 kg/m³ olan panelde ise bu değer 0,077 W/m.K'dır [5]. Bununla birlikte ahşap esaslı sandviç (Kompozit) panellerdeki yüzey katmanının yoğunluğunun artması, ısı iletkenlik katsayısını artırmıştır. Buda yukarıda bahsedilen yoğunluğun; ısı iletkenliğindeki etkisinin sonucu olarak gerçekleşmektedir [6].

Ahşap esaslı tabakalı kompozit panellerde ısı iletkenlik katsayısı ile ilgili diğer faktörlerden malzeme yapısı ve sertliği de önemli birer etkendir. Buna örnek olarak kayın masif paneldeki ısı iletkenlik katsayısı OSB diye bilinen yönlendirilmiş yonga levhalardaki ısı iletkenlik katsayısından daha yüksektir [7]. Aynı zamanda yüzeyi ve çekirdek katmanları karbon fiber gibi malzemeler ile takviye edilerek oluşturulan okaliptüs ve kontrplak esaslı kompozit panellerde ısı iletkenlik katsayısı artmaktadır [8].

Ahşap esaslı tabakalı kompozit panellerde lif yönünün ısı iletkenliği üzerinde etkili olduğu; denrolight olarak bilinen kompozit panellerin ısı iletkenlik katsayıları liflere paralel 0,977 W/m.K, liflere dik yönde ise 0,148 W/m.K olması lif yönünün etkisinden kaynaklanmaktadır [9].

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Malzeme

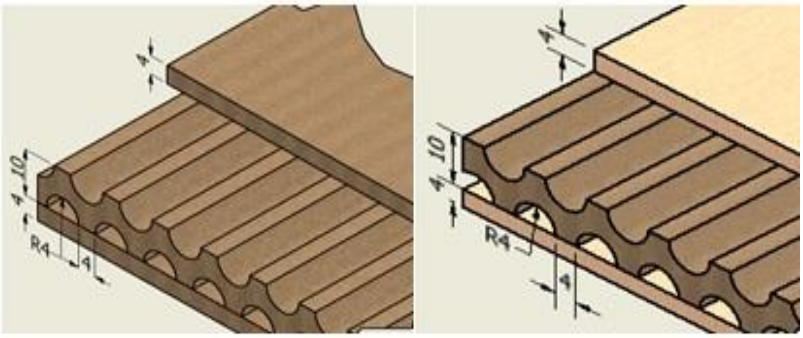
Bu çalışmadaki ahşap esaslı tabakalı kompozit malzeme; çekirdek katmanı ve yüzey katmanları olmak üzere üç tabakadan meydana gelmektedir. Çekirdek katmanı farklı geometrik biçimlerde (Dairesel, dikdörtgen ve trapez) tasarlanmış olup yüzey katmanlarının yapıştırılması ile oluşturulmuştur. Ahşap esaslı kompozit paneli meydana getiren bileşenler Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Ahşap esaslı kompozit paneli oluşturan bileşenler

Malzemenin adı	Cinsi	Kalınlığı	Yoğunluk	Kullanıldığı yer
Kontrplak	Huş	4 mm	0.69 gr/cm³	Alt ve üst yüzeyler
Liflevha (MDF)	Odun Lifi	10 mm	0.77 gr/cm³	Çekirdek katmanı

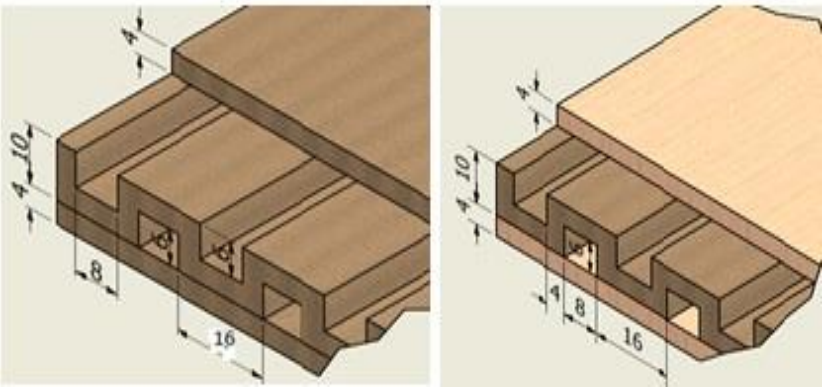
Liflevha (HDF)	Odun Lifi	4 mm	0.93 gr/cm³	Alt ve üst yüzeyler
Tutkal	Üre Formaldehit	-	-	Alt ve üst yüzeyler Çekirdek

Çizelge 1'deki malzemelerden üretilen ahşap esaslı kompozit panellerin isimlendirme işlemi, aşağıda görselleri ile birlikte verilmiştir. Bunlar;



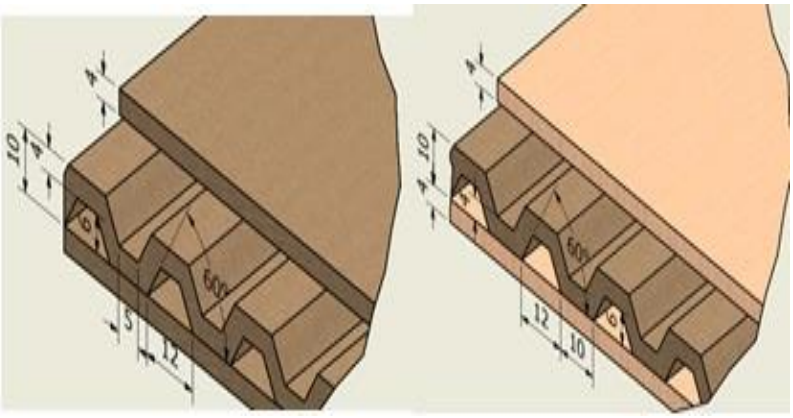
a) b)

Görsel 1. Dairesel oluklu panel; a) Liflevha yüzeyli, b) Huş kontrplak yüzeyli



a) b)

Görsel 2. Dikdörtgen oluklu panel; a) Liflevha yüzeyli, b) Huş kontrplak yüzeyli



a) b)

Görsel 3. Trapez oluklu panel; a) Liflevha yüzeyli, b) Huş kontrplak yüzeyli

2.2. Metot

Bu çalışmada kullanılan ahşap esaslı kompozit malzemelerin elde edilmesinde uygulanan üretim süreci aşağıda maddeler halinde üretilmiştir.

- Panellerin çekirdek geometrisine uygulanılacak olan geometrik biçimli olukların taslak resimleri Autodesk İnventor 2022 programında iki ve üç boyutlu olarak çizildi.

- Taslak çizimleri tamamlanan geometrik olukların panellerin çekirdek katmanına işlenmesi süreci ise Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü makine atelyesinde bulunan SCM tech z1 CNC ahşap işleme makinesinde işlenmesi gerçekleştirildi.

- CNC Ahşap işleme makinesinde alt ve üst yüzeylerine işlenen geometrik oluklandırma işleminden sonra elde edilen çekirdek katmanlarının her iki yüzeyine 4 mm kalınlığında lif levha (HDF) ve huş kontrplak panellerin yüzeylerine üre formaldehit tutkalı sürülerek yüksek sıcaklık (170 °C) ve basınç (200 Bar) altında yaklaşık 10 dakika preslenerek 105x140 cm ebadında ve 1,8 cm kalınlığında ahşap esaslı kompozit paneller elde edilmiştir. Yapılan bu presleme işlemi Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü pres atelyesinde bulunan pres makinesi vasıtası ile gerçekleştirilmiştir. presleme işlemi biten ahşap esaslı kompozit panellerin düzlemsel formlarının bozulmaması için uygun şartlarda stabil bırakılarak kondisyonlanmıştır.

- Kondisyonlanma işleminin tamamlanması sonucu elde edilen ahşap esaslı kompozit paneller; 30x30 cm ebatlarında ve her gruptan 4 adet numune kesilerek; Isı iletim katsayılarının tayini için TS EN 12667 [10] esaslarına göre hazırlanan deney örnekleri 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nem şartlarında iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Isı iletkenlik katsayısı belirlenmesi için Görsel 4'te verilen ve Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü test laboratuvarında bulunan Linseis HFM 300 test cihazı kullanılmıştır.

Görsel 4. Isı iletkenlik katsayısı tespit cihazı

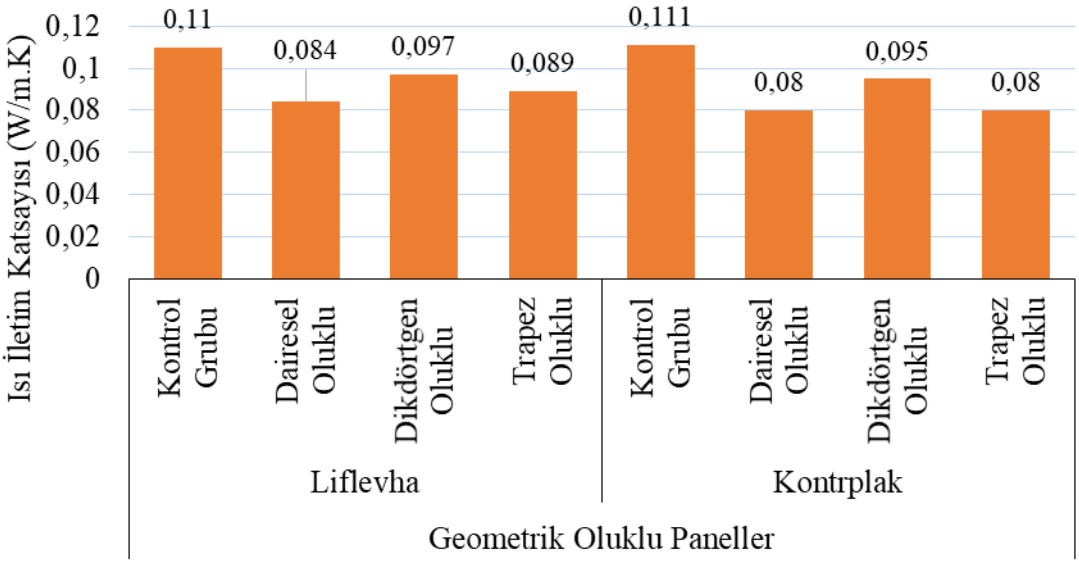
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan bu çalışmada elde edilen ısı iletim katsayılarına ilişkin istatistiksel sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deney numunelerine ait ısı iletim Katsayısı (λ) değerlerine ait istatiksel sonuçlar

Yüzey Malzemesi	Çekirdek Geometrisi	N	$x_{Ort.}$	Std. Sp.	Panel yoğunluğu (gr/cm³)
Liflevha (HDF)	Kontrol grubu	4	0,110	,0026	0,82
	Dairesel oluklu	4	0,084	,0008	0,62
	Dikdörtgen oluklu	4	0,097	,0008	0,67
	Trapez oluklu	4	0,089	,0006	0,63
Kontrplak (Huş)	Kontrol grubu	4	0,111	,0010	0,79
	Dairesel oluklu	4	0,080	,0005	0,53
	Dikdörtgen oluklu	4	0,095	,0014	0,58
	Trapez oluklu	4	0,080	,0010	0,55

Görsel 5 ve Çizelge 2'ye göre ısı iletim katsayısı ortalama değerlerine bakıldığında; en düşük ısı iletim katsayısı (λ) 0,080 W/m.K olup; yüzeyi 4 mm kontrplak ile kaplı olan dairesel oluklu ve trapez oluklu çekirdeğe sahip panellerde gerçekleşmiştir. Geometrik oluklu çekirdeğe sahip panellerde en yüksek ısı iletim katsayısı ise dikdörtgen oluklu çekirdeğe sahip panelde meydana gelmiş olup; bu değer 0,097 W/m.K ile yüzeyi 4 mm kalınlığındaki liflevha kaplı panelde tespit edilmiştir. Çizelgeye göre dairesel ve trapez oluklu çekirdeğe sahip panellerin ısı iletim katsayılarının daha düşük olduğu görülmektedir.



Görsel 5. Isı iletim katsayısı (λ) değerlerine ait grafik

Yapılan ısı iletim katsayısı deneylerinin sonucuna göre ısı iletim katsayına göre etkili olan parametrelerin etki düzeylerini belirlemek için çoklu varyans analizi yapılmış olup; elde edilen sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Yüzey malzemesi ve çekirdek geometrisinin tekli etkisi ile bu iki faktörün ikili etkileşiminin; Isı iletim katsayısı (λ) değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyanslar	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık düzeyi (p<0,05)	Kısmi ETA²
Yüzey	8,450E-5	1	8,450E-5	53,368	,000	,690
Çekirdek	,004	3	,001	869,605	,000	,991
Yüzey * Çekirdek	8,975E-5	3	2,992E-5	18,895	,000	,703
Hata	3,800E-5	24	1,583E-6			
Toplam	,283	32				
Düzeltilmiş Hata	,004	31				

Çizelge 3'te verilen varyans analizine göre değerlendirildiğinde; yüzey malzemesinin çekirdek geometrilerinin etkilerinin ($p \leq 0,05$) istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmektedir. Ayrıca bu parametrelerin ikili etkileşimlerinin de panellerin ısı iletim katsayısı değerlerine olan etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Yine Çizelge 3'e göre panellerin ısı iletim katsayılarına göre en büyük etkiyi %99,1 ile çekirdek geometrisi göstermiştir. Isı iletim katsayısı üzerinde etkisi bakımından ikili etkileşimin etkisi ise %70,3 olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çoklu varyans analizi sonucuna göre etkileri anlamlı çıkan faktörlerin tekli ve ikili etkileşimlerine ait homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Geometrik oluklu panellerin yüzey malzemelerine bağlı olarak farklılık oluşturan ısı iletim katsayısı ortalamalarına ait homojenlik grupları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Geometrik oluklu panellerin yüzey malzemesine bağlı olarak farklılık oluşturan grupların ısı iletim katsayısı ortalama değerlerinin homojenlik grupları

Geometrik Oluklu Paneller			
Yüzey Malzemesi	N	$\bar{X}$ (W/m.K)	HG
Liflevha	16	0,092	B
Kontrplak	16	0,095	A
LSD: 0,001			

Çizelge 4'teki yüzey malzemesine göre ısı iletim katsayısı (λ), liflevha yüzeyli panellerde 0,092 W/m.K ile kontrplak yüzeyli panellere göre daha düşük olduğu ve istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Geometrik oluklu panellerin çekirdek geometrisine göre ısı iletim katsayılarına ilişkin homojenlik grupları Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Geometrik oluklu panellerin çekirdek geometrisine göre ısı iletim katsayılarına ilişkin homojenlik grupları

Geometrik Oluklu Paneller			
Çekirdek Geometrisi	N	$\bar{X}$ (W/m.K)	HG
Dairesel Oluklu	8	,082	D
Trapez Oluklu	8	,084	C

Dikdörtgen Oluklu	8	,096	B
Kontrol Grubu	8	,111	A
LSD: 0,001			

Çizelge 5'e göre geometrik oluklu panellerin çekirdek geometrisine bağlı olarak, ısı iletim katsayısı en düşük dairesel oluklu çekirdekte 0,082 W/m.K, en yüksek ısı iletim katsayısı ise kontrol grubu panellerinde tespit edilmiştir. Geometrik oluklu panellerin yüzey malzemesi ve çekirdek geometrisinin ikili etkileşimine göre ısı iletkenliği katsayısına ilişkin homojenlik grupları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Geometrik oluklu panellerin yüzey malzemesi ve çekirdek geometrisinin ikili etkileşimine göre ısı iletkenliği katsayısına ilişkin homojenlik grupları

Yüzey Malzemesi	Çekirdek Geometrisi	N	x̄ (W/m.K)	HG
Liflevha	Kontrol Grubu	4	0,110	A
	Dairesel Oluklu	4	0,084	D
	Dikdörtgen Oluklu	4	0,097	B
	Trapez Oluklu	4	0,089	C
Kontrplak	Kontrol Grubu	4	0,111	A
	Dairesel Oluklu	4	0,080	E
	Dikdörtgen Oluklu	4	0,095	B
	Trapez Oluklu	4	0,080	E
LSD: 0,002				

Çizelge 6'ya göre geometrik oluklu panellerin yüzey malzemesi ve çekirdek geometrisinin ikili etkileşimine bağlı en yüksek ısı iletim katsayısı 0,097 W/m.K ile liflevha yüzeyli dikdörtgen oluklu çekirdeğe sahip panelde tespit edilmiştir. En düşük ısı iletim katsayısı ise kontrplak yüzeyli dairesel oluklu çekirdeğe sahip panelde 0,080 W/m.K olduğu görülmektedir.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen farklı geometrik oluklu çekirdeklere sahip ahşap esaslı kompozit panellerin ısı iletim katsayısı belirleme çalışması sonucunda ısı iletim katsayısı en düşük; yüzeyi huş kontrplak kaplı olan dairesel oluklu ve trapez oluklu çekirdeğe sahip panellerde olup; bu değer 0,080 W/m.K olarak gerçekleşmiştir. Yüzeyi 4 mm liflevha ile kaplı dairesel oluklu çekirdeğe sahip panelde ise 0,084 W/m.K olarak gerçekleşmiştir. Yine yapılan ölçümler sunucunda en yüksek ısı iletim katsayısı değerlerinin her gruptaki kontrol numunelerinde meydana geldiği görülmüştür. Bununla birlikte çekirdek geometrileri esas alındığında ısı iletim katsayısının en düşükten en yükseğe doğru sıralaması; dairesel oluklu, trapez oluklu, dikdörtgen oluklu ve kontrol numunesi şeklindedir. Bu çalışmada elde edilen ısı iletim katsayıları

sonuçlarının literatürde yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlik açısından değerlendirilebilmesi için yapılan bazı çalışmalar şunlardır.

Şahin ve Döngel, yaptıkları çalışmada ortalama ısı iletim katsayılarının 0,083 W/m.K ile 0,137 W/m.K arasında değiştiğini tespit etmişlerdir [11].

Arslan, yaptığı çalışmada sarıçamda ısı iletkenlik katsayısının teğet yönde 0,1015 W/m.K, radyal yönde 0,1040 W/m.K, Doğu kayınında ise ısı iletkenlik katsayısının teğet yönde 0,1203 W/m.K, radyal yönde ise 0,1281 W/m.K olarak tespit etmiştir [12].

Öztürk ve diğerleri, farklı yapıdaki ahşap esaslı kompozit malzemelerin ısı iletim katsayılarının tespitine yönelik yaptıkları çalışmada elde ettikleri sonuçların 0,095 W/m.K ile 0,12 W/m.K arasında değiştiğini belirtmişlerdir [13].

Dolayısıyla bu çalışma kapsamındaki ahşap esaslı kompozit panellerin ısı iletim katsayılarının tespitine yönelik yapılan deneysel çalışmaların sonucunda elde edilen ısı iletim katsayısı değerlerinin literatürde yapılan çalışmalara oranla daha düşük olduğu görülmüştür ve böylece ısı yalıtımı açısından özellikle iç mekânlarda duvar panelleri, ara bölmeler ve iç mekân kapı kanatlarında kullanılması oldukça önemlidir.

Sonuç olarak yapılan çalışma sonucuna göre aşağıdaki öneriler yapılabilir.

1. Özellikle çekirdek yapısı farklı geometrik biçimlerde tanzim edilen ahşap esaslı kompozit panellerin ısı iletim katsayılarında düşüş meydana geldiği için farklı geometrik biçimlerin etkisi araştırılabilir.

2. Panel yoğunluğunun ısı iletim katsayısının panel yoğunluğuna bağlı olarak değiştiği Çizelge 2'de görülmektedir. Bundan dolayı; yapılacak çalışmalarda ısı iletim amaçlı kullanılacak olan ahşap esaslı kompozit panellerin yoğunluklarının daha düşük tutulması önerilir.

3. Isı iletim katsayılarının düşük değerlerde olması; bu malzemelerin ısı yalıtımı bakımından fayda sağlayacağından dolayı iç mekânlarda kullanılması önerilir.

4. Farklı malzemeler ve farklı üretim yöntemleri kullanılarak elde edilecek ahşap esaslı kompozit paneller için çeşitli araştırmaların yapılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

[1] Önem, B. ve Kaymakçı, A., MDFLAM üretiminde pres kütle sıcaklık farkının düzlemden sapma üzerine etkisi, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 2(1), 61-66, 2019.

[2] Er, A., Kompozit Yapı Malzemelerinin Performans Özelliklerinin ve Mimarlıkta Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 112, 2012.

[3] Toydemir N., Gürdal E., ve Tanaçan L., Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul, Türkiye, 2004.

[4] Altınışık, K., Isı Yalıtımı, (Birinci Basım). Türkiye: Nobel Yayınevi, yayın no: 954, 2006.

[5] Fukuta, S., Ogawa, K., Nomura, M., Yamasaki, M. and Sasaki, Y., Sound Insulation Of Walls Using Wood Insulation Mat And Plywood Jointed With A Combination Of Adhesive Tape And Wood Dowels, European Journal of Wood and Wood Products, vol. 75, pp. 595-602, 2017.

[6] Şahin, H., Ahşap ve ahşap esaslı levhaların ısı iletkenlik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2019.

[7] Kawasaki, T. and Kawai, S., Thermal Insulation Properties of Wood-Based Sandwich Panel for Use as Structural Insulated Walls and Floors, Japan Wood Science, vol. 52, pp. 75-83, 2006.

[8] Liu, Y. and Guan, M., Selected Physical, Mechanical, and Insulation Properties of Carbon Fiber Fabric-Reinforced Composite Plywood for Carriage Floors, European Journal of Wood and Wood Products, vol. 77, pp. 995-1007, 2019.

[9] Iejavs, J. and Spulle, U., Cellular Wood Material Properties – Review, Drewno, vol. 59, no.198, pp. 5-18, 2016.

[10] TS EN 12667, Yapı malzemeleri ve mamullerinin ısıl performansı-mahfazalı sıcak plâka ve ısı akış sayacı metotlarıyla ısıl direncin tayini-yüksek ve orta ısıl dirençli mamuller, 2003.

[11] Şahin, H. ve Döngel, N. Bazı Ahşap Ve Ahşap Esaslı Levhaların Isı İletkenlik Özelliklerinin Belirlenmesi, V. Uluslararası Mobilya Kongresi, Eskişehir, 2018.

[12] Arslan, F., Lamine ağaç malzemelerin farklı rutubet şartlarında ısı iletkenlik ve dielektrik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2015.

[13] Öztürk, H., Birinci, A. U. ve Demirkır, C., Yapısal Ahşap Ürünlerinin Isı Yalıtım özellikleri, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3), 522-527, 2017.

PROPOLİSİN AYÇİÇEK YAĞINDAKİ TRANS YAĞ ASİTİ OLUŞUMU ÜZERİNDEKİ KORUYUCU ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

YL Öğr., Kübra GÜLŞEN

Düzce Üniversitesi, - 0000-0001-7947-6930

Doç. Dr., Gülgün ÇAKMAK ARSLAN

Düzce Üniversitesi, - 0000-0003-4326-1780

ÖZET

Trans yağ asidi içeren gıdaların tüketiminin başta kardiyovasküler sistem olmak üzere insan sağlığı üzerinde birçok zararlı etkisinin olduğu bilinmektedir. Ülkemizde yemeklerde ve kızartmalarda en çok tercih edilen yağ olan ayçiçek yağı yüksek miktarda doymamış yağ asidi içeriğinden dolayı termal oksidasyona karşı oldukça duyarlıdır ve ısıl işlem sırasında trans yağ asidi oluşturma kapasitesi oldukça yüksektir. Yemeklik yağlarda oluşan trans yağ asitlerinin miktarını azaltmak için uzun yıllardır çeşitli sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak bu sentetik antioksidanların olumsuz etkilerinden duyulan endişeler doğal antioksidanlara olan ilgiyi artırmıştır. Bu çalışmanın amacı, antioksidan özelliği iyi bilinen bir arı ürünü olan propolisin ayçiçek yağında ısıl işlem sırasında meydana gelen trans yağ asidi oluşumuna karşı koruyucu etkisinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, propolis katkısız ve çeşitli konsantrasyonlarda propolis (1000, 1500 ve 2000 ppm) ve BHT (100 ppm) içeren yağlar 180 °C'de günde 8 saat olmak üzere toplam 24 saat boyunca ısıtılmış ve bu yağlardan her 2 saatte bir alınan örnekler Azaltılmış Toplam Yansıma-Fourier Dönüşüm Kızılötesi (ATR-FTIR) spektroskopisi ile incelenmiştir. Cis yağ asidi miktarındaki değişimleri tespit edebilmek için 3009/2923 ve 722/2923 cm^{-1} bant alan oranları, trans yağ asidi miktarındaki değişimleri tespit edebilmek için 987/2923 ve 965/2923 cm^{-1} bant alan oranları hesaplanmış ve lineer regresyon analiz yapılmıştır. Analiz sonuçlarımız ısıtma işleminden sonra ayçiçek yağında 3009/2923 ve 722/2923 cm^{-1} oranlarının azaldığını, 987/2923 ve 965/2923 cm^{-1} oranlarının arttığını göstermiştir. 2000 ppm propolis BHT'ye benzer şekilde cis yağ asidi miktarındaki azalmayı ve trans yağ asidi miktarındaki artışı engellemiştir. Bu sonuçlar, propolisin yemeklik yağlarda trans yağ asidi oluşumunu engellemek için doğal bir antioksidan olarak önerilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: ATR-FTIR spektroskopisi, Propolis, Ayçiçek Yağı, Termal Oksidasyon, Trans yağ asidi, Cis yağ asidi

1. GİRİŞ

İnsan vücudu için gerekli olan yağ asitlerini sağlayan bitkisel yağlar, sağlıklı bir diyetin ayrılmaz bir parçasıdır. Ancak yemeklik yağların kısmi hidrojenlenmesi ve kızartma sıcaklığı gibi yüksek sıcaklıklarda ısıtılması cis-trans izomerizasyonuna sebep olabilir ve bu izomerizasyon sonucunda yağlarda trans yağ asitleri (TYA) oluşabilir (Christy, 2009; Tsuzuki et al., 2010; Wolff, 1992). TYA'lar, cis doymamış yağ asitlerinin trans geometrik izomerleridir. Son zamanlarda, giderek artan çeşitli epidemiyolojik kanıtlar ve vaka kontrol çalışmaları aşırı trans yağ asidi alımının koroner kalp hastalığı riski ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Hammad et al., 2016; Micha and Mozaffarian, 2009; Temple et al., 2017). Ayrıca yüksek miktarda TYA alımının sistemik inflamasyon, bazı kanserler ve tip II diyabet geliştirme olasılıklarını artırdığı ve ani ölümlere sebep olduğu rapor edilmiştir (Aglago et al., 2021; Duffy et al., 2006; Lemaitre et al., 2006; Matta et al., 2021; Mencin et al., 2021). Dünya Sağlık Örgütü, TYA alımının toplam günlük enerji alımının %1'inden fazla olmaması gerektiğini belirtmiştir (World Health Organization, 2018). Brezilya ve Danimarka gibi bazı ülkeler, bitkisel yağlarda TYA içeriğini 2/100 g ile sınırlayan bir strateji uygulamaktadır (Aued-Pimentel and Kus-Yamashita, 2021; Hyseni et al., 2017).

İçerdiği yüksek orandaki doymamış yağ asidi miktarından dolayı yüksek kaliteli bir yağ olarak kabul edilen ayçiçek yağı ucuz fiyatı nedeniyle en çok tercih edilen bitkisel yağlardan birisidir (Aleena et al., 2020; Metzner Ungureanu et al., 2020). Yemek pişirmede, kızartmalarda ve margarin ve katı yağ yapımında kullanılır. Tat ve görünüm olarak hafif olduğundan ve diğer bitkisel yağlara göre yüksek E vitamini içeriğine sahip olduğundan bazıları tarafından zeytinyağından daha fazla tercih edilmektedir (Shahidi et al., 1992). Ancak çoklu doymamış yağ asidi içeriği nedeniyle oksidasyona karşı oldukça duyarlı olduğu ve bu yağda ısıl işlem sırasında yüksek miktarda TYA oluştuğu bilinmektedir. Dolayısıyla ayçiçek yağının kızartma işlemi sırasında oksidasyonunu engelleyerek içinde TYA oluşmasını önlemek son derece önemlidir.

Yağlarının oksidasyonunu engellemek için uzun yıllardır sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır (Neves et al., 2020). Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu

engelleyerek veya serbest radikalin yayılmasını çeşitli mekanizmalarla kesintiye uğratarak oksidasyonu geciktiren veya durduran bileşiklerdir (Brewer, 2011). Yağların oksidatif stabilitesini artırmak için BHA (Bütillenmiş Hidroksi Anizol), BHT (Bütillenmiş Hidroksi Toluen) ve TBHQ (Tersiyer Bütil Hidrokinon) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmakta ve bunların genellikle başarılı oldukları bilinmektedir (Neves et al., 2020; Shahidi, 2000). Ancak bu sentetik antioksidanların kullanılması özellikle sağlık üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle birçok endişeye sebep olmaktadır. Önceki çalışmalarda, deney hayvanlarında yüksek BHA ve BHT seviyelerinin karaciğer hasarı indükleme, karsinogenez, endokrin bozucu ve sitotoksik etki gibi olumsuz sonuçları olduğu rapor edilmiştir (Pop et al., 2013; Saito et al., 2003; Takemoto et al., 2009). Günümüzde sağlık güvenliği üzerinde yarattığı endişeler nedeniyle Japonya, Kanada, ABD ve birçok Avrupa ülkesinde sentetik antioksidanların kullanımları kısıtlanmıştır (Wang et al., 2018).

Son yıllarda sentetik antioksidanların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin yarattığı endişeler nedeniyle yağların oksidatif stabilitesinin artırılması için yapay antioksidanların yerine doğal antioksidanların kullanılması gündeme gelmiştir. Doğadaki en değerli doğal antioksidan maddelerden birisi olarak kabul edilen propolis, bal arılarının kovanı yabancı istilacılardan korumak için bitkilerin çeşitli kısımlarından topladığı ham maddelerle ürettiği reçinemsi bir maddedir (Castaldo and Capasso, 2002). Propolisteki toplam madde miktarının %70'ini oluşturan fenolik asitler, fenolik asit esterleri, flavonoidler ve terpenoidler en önemli aktif bileşenlerdir ve yüksek antioksidan özellik göstermektedir (Bankova et al., 2000). Bu bileşiklerin serbest radikalleri temizlediği ve böylece lipidler, proteinler, vitaminler vb. biyomolekülleri oksidatif hasardan koruyabildiği gösterilmiştir (Mohammadzadeh et al., 2007). Dolayısıyla bu bileşiklerin antioksidan madde olarak gıdalarda kullanılması gıdayı oksidatif hasara karşı koruyabilecektir (Pobiega et al., 2019). Önceki çalışmalarda propolisin pastörize süt, elma suyu, yoğurt, paketlenmiş etler gibi çeşitli gıdalar üzerindeki koruyucu etkileri gösterilmiştir (Cottica et al., 2015; Duman and Özpolat, 2015; Luis-Villaroya et al., 2015; Mehdizadeh and Langroodi, 2019; Santos et al., 2019; Vargas-Sánchez et al., 2014). Ancak propolisin yemeklik yağlardaki TYA oluşumu üzerindeki inhibe edici etkisi ile ilgili herhangi bir çalışma mevcut değildir.

TYA'ların insan sağlığı üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi için, yağlar ve gıda ürünlerinde bulunan TYA'ların miktarını belirlemeye yönelik yöntemlerin geliştirilmesi önem kazanmıştır. Son zamanlarda, saflaştırılmış yenilebilir yağlardan izole edilmiş TYA'ların miktarının belirlenmesi, alev iyonizasyon detektörü ve gaz kromatografisi gibi yöntemlerle mümkün hale

gelmiştir (Bansal et al., 2009; Liu et al., 2007). Bu yöntemler, kızartma veya ısıtma sırasında yenilebilir yağlardaki TYA'ların seviyelerindeki küçük değişikliklerin hassas bir şekilde ölçülmesini sağlar. Ancak, bu yöntemler pratik değildir veya çok zahmetlidir, zaman alıcıdır, değerlendirilen yağlara zarar verir ve genellikle çok sayıda numune, cam aparat ve toksik reaktif kullanmayı gerektirir. Bu nedenle, bu dezavantajların üstesinden gelmek için, kimyasal yöntemlerin yerini alacak veya onları tamamlayacak daha pratik yeni yöntemlere ihtiyaç vardır. Son yıllarda moleküllerdeki yapısal değişiklikler hakkında hızlı bir şekilde bilgi elde edilmesine olanak sağlayan, Azaltılmış Toplam Yansıma (Atenuated Total Reflection = ATR) aksesuarının FTIR spektroskopisine eklenmesi ile oluşturulan ATR-FTIR spektroskopisi yemeklik yağların termal stabilitesini değerlendirmek için popüler hale gelmeye başlamıştır. Oksidasyon sırasında değişen cis ve trans yağ asitlerden kaynaklanan soğurma bantlarının aynı anda izlenebilmesine olanak sağlayan ATR-FTIR spektroskopisi yağ analizinde kullanılan diğer tekniklere göre çok sayıda avantaja sahiptir (Cakmak-Arslan et al., 2020). Bu teknikte incelenecek numuneler doğrudan ATR kristalleri üzerine yerleştirilir. Her fonksiyonel grubun karakteristik titreşim modları, ATR-FTIR spektrumlarında belirli dalga sayılarında bantlarla sonuçlanır. Bu kızılötesi bantlar analiz edilerek çok önemli nicel ve nitel bilgiler elde edilebilir (Cakmak-Arslan et al., 2020). ATR-FTIR spektroskopisi geçmişte çeşitli yemeklik ve kızartmalık yağların termal oksidatif stabilitesinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır (Cakmak-Arslan, 2022; Mahboubifar et al., 2017; Poiana et al., 2015). Bu çalışmanın amacı, ayçiçek yağında ısıl işlem sırasında meydana gelen cis-trans izomerizasyonuna karşı propolisin koruyucu bir etkiye sahip olup olmadığının ortaya çıkarılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle kızartma sırasında yağa uygulanan yüksek sıcaklığın ayçiçek yağında cis ve trans yağ asitlerinin miktarlarında meydana getirdiği değişimler ATR-FTIR spektroskopisi ile belirlenmiş ve bu değişimler üzerinde farklı konsantrasyonlardaki propolis ekstraktlarının koruyucu etkisi sentetik bir antioksidan olan BHT ile karşılaştırmalı olarak yine aynı teknikle değerlendirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada Düzce Üniversitesi, Arıcılık Araştırma Geliştirme ve Uygulama Merkezi'nden (DAGEM) temin edilen propolis numuneleri kullanılmıştır. Propolisin etanolik ekstraktı Kosalec et al., 2004'e göre hazırlanmıştır. Elde edilen etanolik ekstrakt 1 gün boyunca -80 °C'de bekletildikten sonra, -52 °C'de 0,97 atm basınçta liyofilizatörde (Christ Alpha 1-2 LD plus, Almanya) toz haline getirilmiş ve yağlara bu toz haldeki propolis ilave edilmiştir.

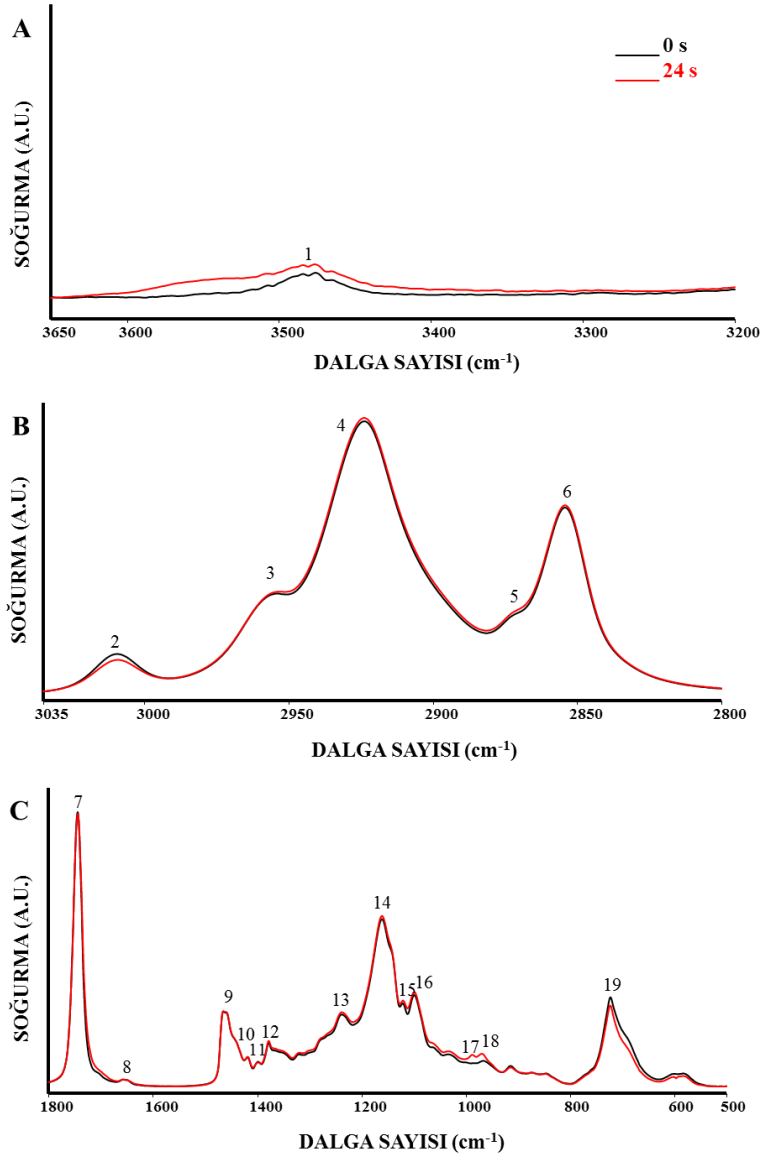
Çalışmamızda yerel marketten satın alınmış 2021 yılı üretimi ayçiçek yağı kullanılmıştır. Yağlara ısıl işlem uygulama işlemi için, endüstriyel tipte 3 L kapasiteli (Remta, Türkiye) fritöz

tercih edilmiştir. Yağın sıcaklık kontrolünün yapılması amacı ile fritözün içine sıvı termometresi yerleştirilmiştir. Fritözün sıcaklığı 180 °C'ye ayarlanmıştır. Ayçiçek yağı kontrol (PRPLS ve BHT katkısız), 1000, 1500 ve 2000 ppm PRPLS katkılı ve 100 ppm BHT katkılı olmak üzere beş gruba ayrılmış ve tüm gruplardan 2,5 L yağ fritöze konulmuştur. Isıl işlem uygulamadan önce tüm ayçiçek yağı örneklerinden 5 mL koyu renkli cam şişelere alınmıştır. Yağlar 3 gün boyunca günde 8 saat olmak üzere toplamda 24 saat ısıtılmış ve bu yağlardan her iki saatte bir 5 mL örnek alınmıştır. Alınan örnekler analize kadar buzdolabında (+4 °C) koyu renkli cam şişede saklanmıştır. Her numunenin ısıl işlemi iki kez tekrarlanmıştır (Cakmak-Arslan, 2022).

Yağ numunelerinin ATR-FTIR spektrumları, ATR aksesuarına (PerkinElmer Ltd., İngiltere) bağlı olan Spektrum Two FTIR spektroskopisi ile kaydedilmiştir. ATR-FTIR spektroskopi kristalinin üzerine 5 µL yağ numunesi damlatılmış ve spektrumlar oda sıcaklığında 4000-450 cm^{-1} dalga sayısı aralığında 32 tarama ile 4 cm^{-1} çözünürlükte kaydedilmiştir. ATR ünitesinin kristali, her yeni numune ölçümünden önce etanol ile temizlenmiştir. Her numuneden 3 kez çekim yapılmış, spektral bantların analizleri Spectrum 100 yazılımı (Perkin-Elmer) kullanılarak yapılmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

ATR-FTIR spektroskopisi kullanılarak, moleküllerin konsantrasyon ve yapıları hakkında değerli bilgiler elde edilebilir. ATR-FTIR spektrumu, ayçiçek yağında bulunan farklı fonksiyonel grupların titreşimleri sonucu oluşan bantlardan oluşmaktadır. Görsel 1A-C'de, ısıtılmamış ve 24 saat boyunca ısıtılmış ayçiçek yağının 3650-3200 cm^{-1}, 3035-2800 cm^{-1} ve 1800-500 cm^{-1} spektral bölgelerindeki spektrumları verilmiştir. Bu görselde numara ile gösterilen bantların hangi fonksiyonel grupların titreşim modlarından kaynaklandığı Çizelge 3.1'de verilmiştir.



Görsel 3.1 Isıl işlem uygulanmamış ve 24 saat boyunca ısıl işlem uygulanmış ayçiçek yağının A) 3650-3200, B) 3035-2800, C)1800-500cm^{-1} bölgelerindeki infrared spektrumları

Çizelge 3.1 Ayçiçek yağının ATR-FTIR spektrumundaki başlıca soğurma bantlarının fonksiyonel gruplarında meydana gelen titreşim modlarının tanımları (Cakmak-Arslan, 2022)

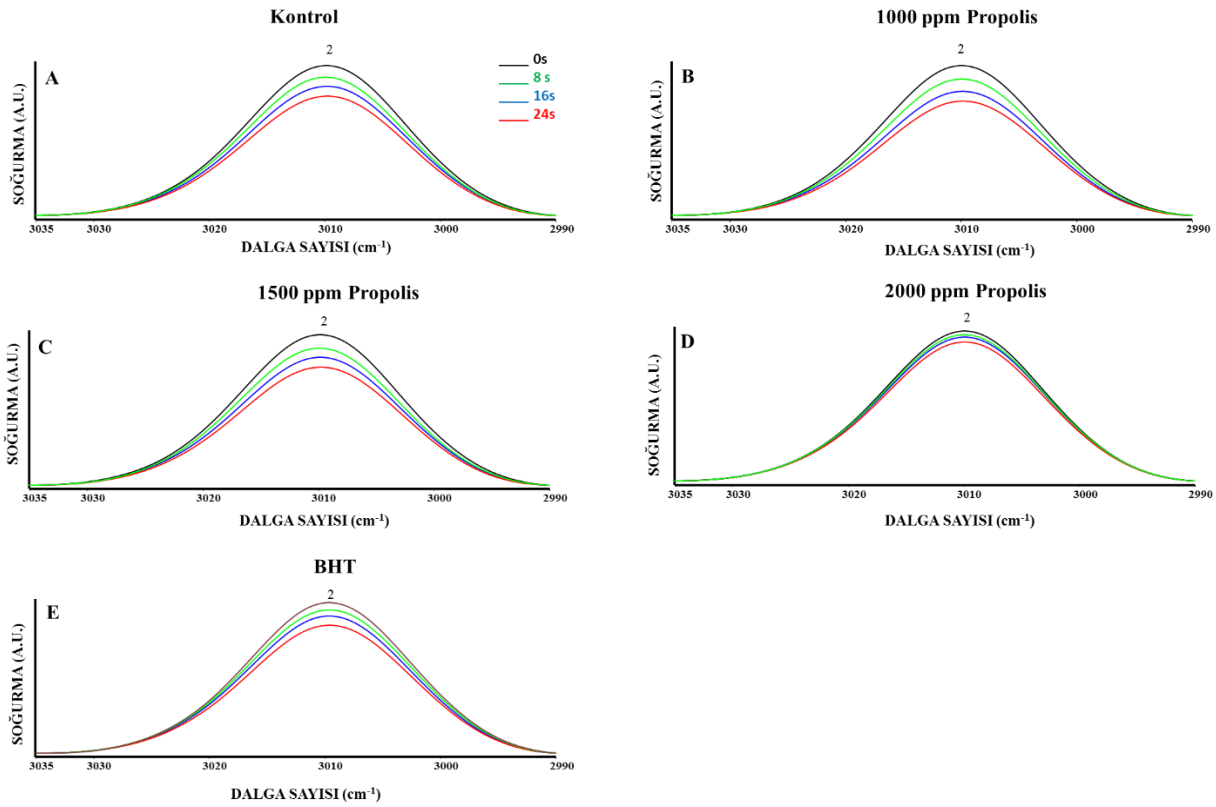
Bant No	Dalga Sayısı (cm^{-1})	Fonksiyonel Grupların Titreşim Modları
1	**3482**	Ester –C=O grubunun gerilme titreşimi
2	**3009**	Cis =C-H grubunun simetrik gerilme titreşimi
3	**2954**	Antisimetrik $–CH_3$ grubunun gerilme titreşimi
4	**2923**	Antisimetrik $–CH_2$ grubunun gerilme titreşimi
5	**2871**	Simetrik $–CH_3$ grubunun gerilme titreşimi
6	**2856**	Simetrik $–CH_2$ grubunun gerilme titreşimi
7	**1745**	Karbonil esterlerin (Trigliserit) –C=O bağındaki gerilme titreşimi
8	**1654**	Olefinlerin cis –C=C bağındaki gerilme titreşimi
9	**1462**	$-CH_2$ grubunun bükülmesi (makaslama)
10	**1418**	Cis-disübstitüe edilmiş olefinlerin –C-H bağındaki eğilme (sallanma) titreşimi
11	**1398**	Cis olefinik grupların =C-H bağındaki düzlem içi bükülme titreşimi
12	**1378**	CH_2 grubundaki –C-H bağındaki eğilme titreşimleri
13	**1238**	CH_2 grubunun ester –C-O bağındaki eğilme titreşimi ve –C-H bağındaki bükülme titreşimi
14	**1160**	CH_2 grubunun ester –C-O bağındaki gerilme ve –C-H bağındaki bükülme titreşimi
15	**1119**	Ester –C-O bağındaki gerilme titreşimi
16	**1097**	Ester –C-O bağındaki gerilme titreşimi
17	**987**	Olefinik grupların trans –C-H bağındaki eğilme titreşimi
18	**965**	İzole trans olefin gruplarının –C-H bağındaki bükülme titreşimi
19	**722**	Cis-disübstitüe olefinlerin CH_2 gruplarının salınma ve düzlem dışı titreşimi

Isıtma işlemi boyunca yağlarda meydana gelen ana bozulma süreci olan lipid oksidasyonu, ortamdaki oksijenin yağ asidi zincirinde bulunan çift bağlar ile reaksiyona girmesi sonucunda gerçekleşir. Oksidasyonun ilk aşamasında yüksek ısının etkisiyle yağ asitlerinden bir H atomu uzaklaştırılır ve sonuçta bir lipit alkil radikali oluşur. Bu H atomunu uzaklaştırmak için gerekli olan enerjinin miktarı, hidrojen atomunun molekül içindeki konumuna bağlı olarak değişir. Özellikle iki çift bağ arasındaki bir karbon atomuna bağlı olan H atomlarını molekülden uzaklaştırmak için gereken enerji daha az olduğundan bu H'ler molekülden kolaylıkla uzaklaştırılır ve C radikaline bitişik olan çift bağ, daha kararlı olan bir sonraki C atomuna kayar ve yapısını cis formdan trans forma değişitirir (Choe and Min, 2006). Dolayısıyla oksidasyon süreci ilerledikçe sistemdeki cis yağ asidi miktarı azalmakta, onunla paralel olarak trans yağ asidi miktarı artmaktadır.

Kızılötesi spektroskopi çalışmalarında, 3009 (2 no'lu bant) ve 722 (19 no'lu bant) cm^{-1} bantları analiz edilerek sistemdeki cis yağ asitleri, 987 (17 no'lu bant) ve 965 cm^{-1} (18 no'lu bant) bantları analiz edilerek trans yağ asitleri hakkında bilgi sahibi olunabilir. Kızılötesi bantların altındaki alanların analiz edilmesi ile fonksiyonel grupların temsil ettiği moleküllerin miktarı hakkında bilgi edinilebileceği bilinmektedir. Ancak son yıllarda daha güvenilir bilgi sağladığı için miktar analizinde çeşitli bantların alan oranları kullanılmaktadır (Cakmak-Arslan et al., 2020). Bu çalışmada, ısıl işlemden sonra 2923 cm^{-1} bandının sinyal şiddeti hemen hemen hiç değişmediği için, alan oranları hesaplanırken cis ve trans yağ asitlerinden kaynaklanan bantların alanları bu bantın alanına bölünmüştür.

Görsel 3.2 ısıl işlem uygulanmamış ve 8, 16, 24 saat boyunca ısıl işlem uygulanmış kontrol (katkı içermeyen), farklı propolis dozları (1000, 1500,2000 ppm propolis) ve BHT içeren ayçiçek yağlarından elde edilen spektrumların 3035-2990 cm^{-1} bölgesini göstermektedir. Çalışmamızda her iki saatte bir alınan numunelerden spektrum elde edilmesine rağmen, ısıtma sürecinin yağda meydana getirdiği değişimlerin daha net gözlemlenebilmesi için bu şekillerde sadece ısıl işlem uygulanmamış ve 8, 16 ve 24 saat boyunca ısıl işlem uygulanmış yağların spektrumları verilmiştir. Bu bölgedeki 3009 cm^{-1} bantının (2 no'lu bant) doymamış yağ asitlerinin cis-olefinik çift bağlarının C-H gerilme titreşimlerinden kaynaklandığı bilinmektedir (Poiana et al., 2013). Görsel 3.2A'dan görüldüğü gibi kontrol ayçiçek yağında ısıl işlem uygulamasından sonra bu bantın alanı ve sinyal şiddetinde oldukça belirgin bir azalma meydana gelmiştir. Bu azalma ısıl işlem uygulanmaya başlamasıyla birlikte sistemde meydana gelen lipid oksidasyonuna bağlı olarak cis konformasyonundaki çift bağların miktarının azaldığını göstermektedir. Görsel 3.2B ve C'den 1000 ve 1500 ppm propolis katkılı yağlarda da tıpkı kontrol ayçiçek yağında olduğu gibi ısıtma süresi arttıkça bu bantın alanı ve sinyal şiddetinde azalma olduğu görülmektedir. Bu sonuç, 1000 ve 1500 ppm propolis katkısının doymamış cis çift bağların miktarında meydana gelen azalmayı önlemede yeterince başarılı olamadığını göstermektedir. Görsel 3.2D'de görüldüğü gibi 2000 ppm propolis katkısı ile birlikte ayçiçek yağı spektrumlarında ısıl işlem uygulanmamış ve uygulanmış spektrumlarının birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bu sonuç, 2000 ppm propolis katkısından sonra uygulanan ısıl işlemin cis yağ asidi miktarında önemli bir azalma meydana getirmediğini yani 2000 ppm propolis dozunun cis yağ asitlerini ısı etkisinden koruduğunu göstermiştir. Görsel 3.2E'de verilmiş olan BHT katkılı yağların spektrumlarındaki değişimler incelendiğinde ısıl işlem uygulanmamış ve 8. saatte alınan spektrumlarının birbirine oldukça yakın olduğu fakat 16. saatten sonra 24. saate kadar olan değişimin daha belirgin olduğu görülmektedir. Bu sonuç,

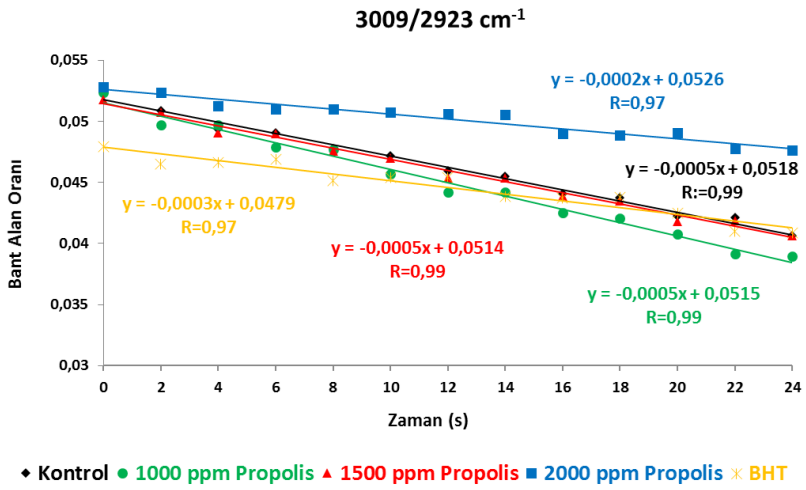
ayçiçek yağına 2000 ppm propolis katkısının BHT'den daha iyi koruma sağladığını göstermektedir.



Görsel 3.2 Isıl işlem uygulanmamış ve 8, 16, 24 saat boyunca ısıl işlem uygulanmış A) kontrol B) 1000 ppm propolis C) 1500 ppm propolis D) 2000 ppm propolis ve E) BHT katkılı ayçiçek yağlarının kızılötesi spektrumlarının 3035-2990 cm^{-1} spektral bölgesi

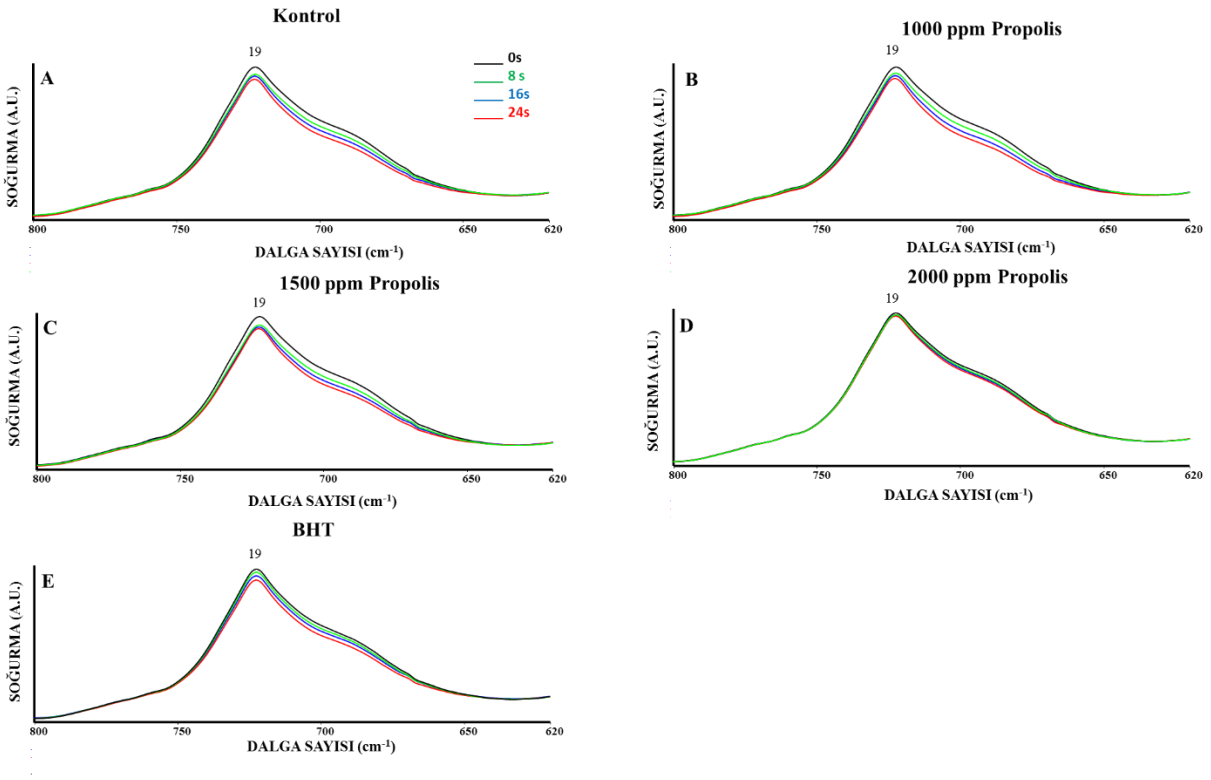
Çalışmamızda, ayrıca analiz edilen spektral parametreler ile ısıtma süresi arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için elde edilen spektral veriler kullanılarak lineer regresyon analizi yapılmıştır. Görsel 3.3'te kontrol, 1000, 1500, 2000 ppm propolis katkılı ve BHT katkılı ayçiçek yağlarının 3009/2923 cm^{-1} bant alan oranı ile ilgili regresyon grafikleri verilmiştir. Görsel 3.3'ten görüldüğü gibi ısıtma süresi ile doymamış cis çift bağ miktarındaki azalma arasındaki korelasyon tüm yağlarda %97'nin üzerindedir. Görsel 3.3'teki alan oran verilerindeki değişimleri gösteren eğrilerin eğim değerleri karşılaştırıldığında kontrol, 1000 ppm ve 1500 ppm propolis katkılı ayçiçek yağlarının eğim değerinin aynı olduğu (0,0005), en düşük eğim değerine 2000 ppm propolis katkılı ayçiçek yağının sahip olduğu (0,0002), BHT katkılı ayçiçek yağının eğim değerinin (0,0003) 2000 ppm propolis katkılı ayçiçek yağından biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuç 2000 ppm propolis dozunun doymamış cis çift bağ

miktarındaki azalmayı engellemede BHT'den bile daha iyi derecede başarılı olduğunu göstermiştir.



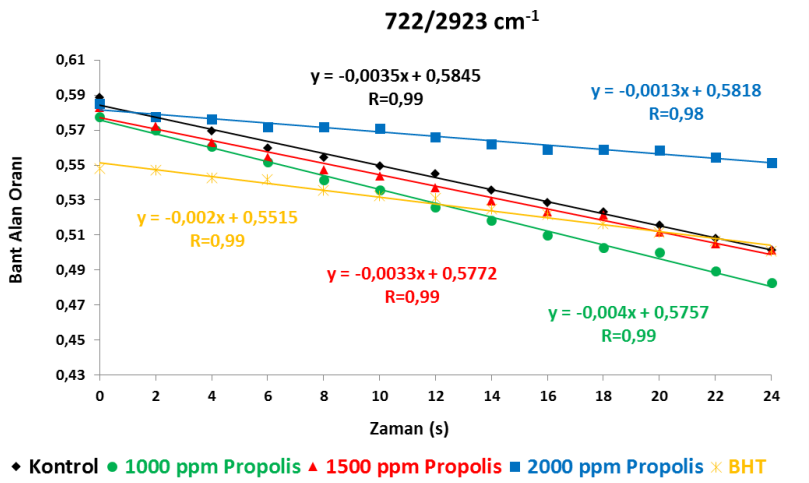
Görsel 3.3 24 saatlik ısıl işlem uygulaması boyunca 3009/2923 cm^{-1} bant alan oranı değerlerindeki değişiklikler

Çalışmamızda 3009 cm^{-1} bantının analizinden elde ettiğimiz, ısıtma işleminden sonra ayçiçek yağındaki cis yağ asidi miktarının azaldığı bulgusu, 722 cm^{-1} bantındaki (19 no'lu bant) değişimler ile kuvvetli bir şekilde desteklenmiştir. 722 cm^{-1} bantının da doymamış yağ asitlerinin cis çift bağlarından kaynaklandığı bilinmektedir (Cakmak-Arslan, 2022). Görsel 3.4 ısıl işlem uygulanmamış ve 8, 16, 24 saat boyunca ısıl işlem uygulanmış kontrol (katkı içermeyen), farklı propolis dozları (1000, 1500,2000 ppm propolis) ve BHT içeren ayçiçek yağından elde edilen spektrumların 800-620 cm^{-1} bölgesini göstermektedir. Görsel 3.4A, B ve C'den ısıl işlem uygulandıktan sonra bu bantın sinyal şiddetinde belirgin bir şekilde azalma meydana geldiği görülmektedir. Bu sonuç, ısıl işlemin cis yağ asidi miktarında azalmaya sebep olduğu ve 1000 ve 1500 ppm propolisin bu azalmayı engellemede başarılı olamadığı sonucunu doğrulamıştır. Görsel 3.4D'de 2000 ppm propolis katkılı ayçiçek yağında ısıl işlemden sonra belirgin bir fark meydana gelmemiştir ve bu spektrumlar ısıl işlem uygulanmamış ayçiçek yağı spektrumuna oldukça yakındır. Bu sonuç 2000 ppm propolis katkısının ayçiçek yağında cis yağ asidi oluşumundaki azalmayı engellediği sonucunu desteklemiştir. Görsel 3.4E'deki BHT katkılı ayçiçek yağında ise spektrumlar 2000 ppm propolis katkılı ayçiçek yağından elde edilen spektrumlardaki kadar üst üste çakışmamıştır. Bu sonuç, BHT katkısının doymamış cis yağ asidi miktarındaki azalmayı engellemede 2000 ppm propolis kadar etkili olamadığını göstermiştir.



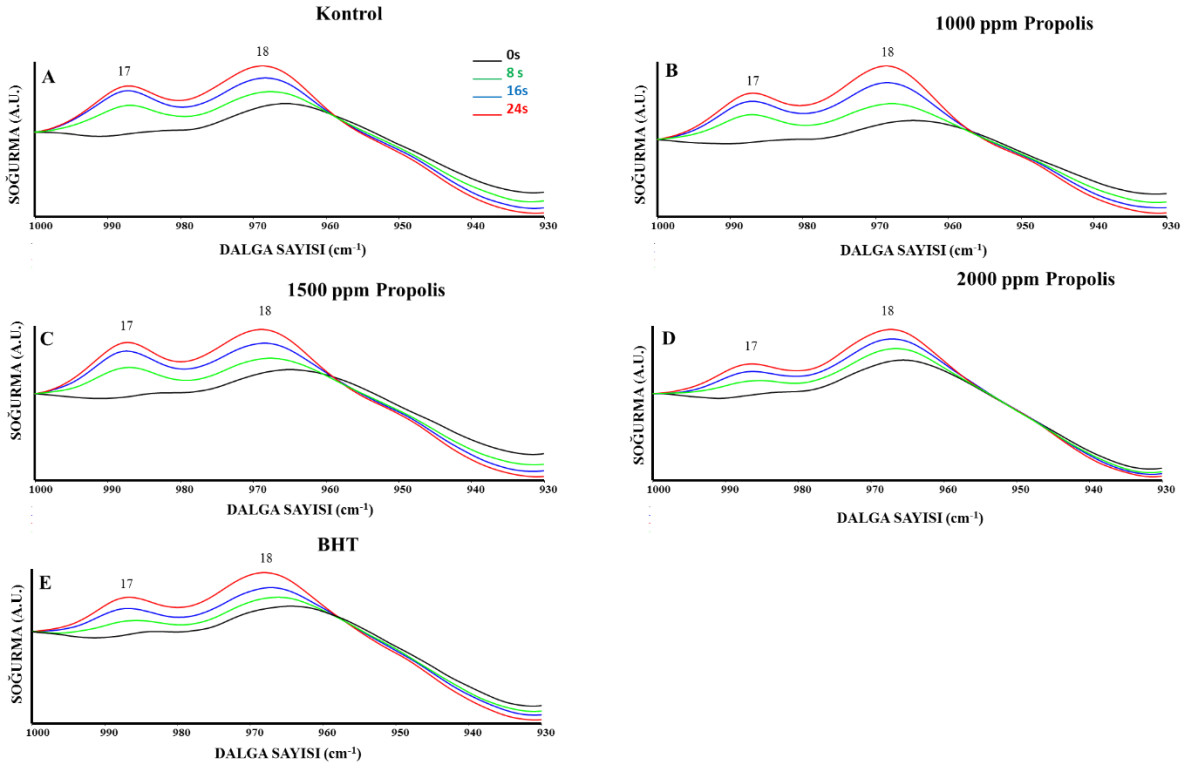
Görsel 3.4 Isıl işlem uygulanmamış ve 8, 16, 24 saat boyunca ısıl işlem uygulanmış A) kontrol B) 1000 ppm propolis C) 1500 ppm propolis D) 2000 ppm propolis ve E) BHT katkılı ayçiçek yağlarının kızılötesi spektrumlarının 800-620 cm^{-1} spektral bölgesi

Görsel 3.5 722/2923 cm^{-1} bant alan oranı verileri ile hazırlanmış regresyon eğrilerini göstermektedir. Bu görselde, doymamış cis yağ asidi miktarındaki azalmanın ısıl işlem uygulama süresine bağlı olduğu oldukça yüksek (0,98) korelasyonlarla ispatlanmıştır. Görselde bulunan eğim değerleri karşılaştırıldığında, 0,0013 ile en düşük eğim 2000 ppm propolis katkılı ayçiçek yağında ortaya çıkmıştır. Bu eğimi, 0,002 ile BHT katkılı ayçiçek yağı, 0,0033 ile 1500 ppm propolis katkılı ayçiçek yağı, 0,0035 ile kontrol ve 0,004 ile 1000 ppm propolis katkılı ayçiçek yağının takip ettiği görülmektedir. Bu sonuç, ayçiçek yağında doymamış cis çift bağ miktarındaki azalmayı BHT'den bile daha iyi engelleyen dozun 2000 ppm propolis dozu olduğunu doğrulamıştır.



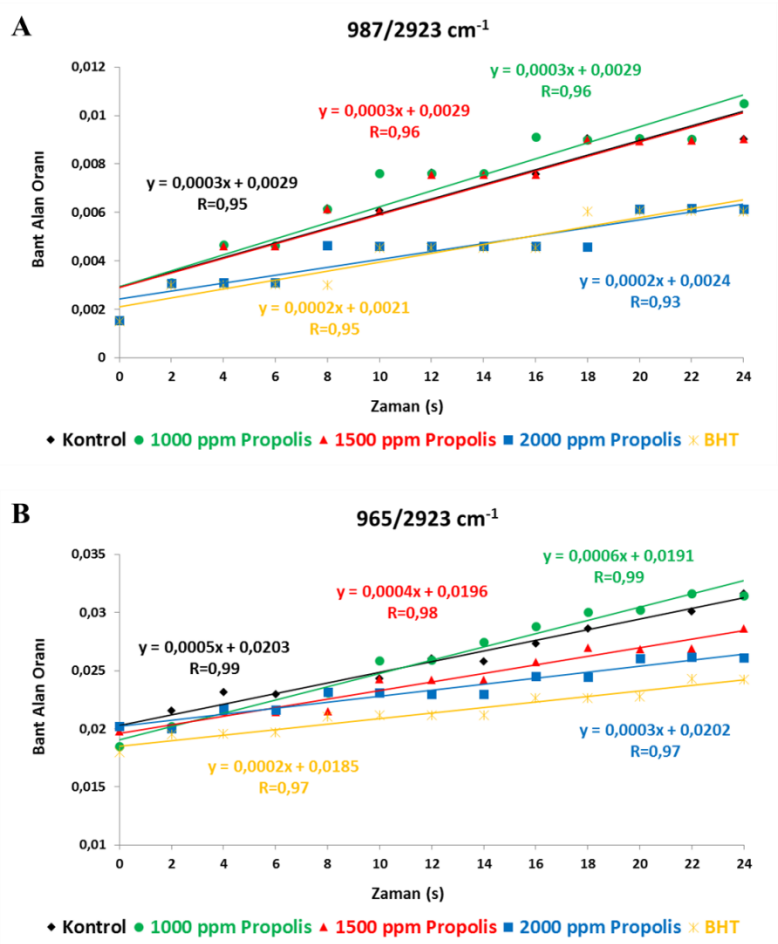
Görsel 3.5 24 saatlik ısıl işlem uygulaması boyunca 722/2923 cm^{-1} bant alan oranı değerlerindeki değişiklikler

1000-930 cm^{-1} aralığında 987 cm^{-1} 'deki bant (17 no'lu bant) hidroperoksitlerin C-H trans-konjuge dien gruplarının eğilme titreşimlerinden, 965 cm^{-1}'deki bant (18 no'lu bant) ise trans ikincil oksidasyon ürünlerindeki çift bağların titreşimlerinden kaynaklanmaktadır (Guillén and Cabo, 2000; van de Voort et al., 1994). Dolayısıyla bu iki bant analiz edilerek sistemdeki TYA'lar hakkında bilgi elde edilebilir. Görsel 3.6'dan ısıl işlem uygulanmamış ayçiçek yağında 987 cm^{-1}'de herhangi bir bant olmadığı ve 965 cm^{-1}'deki bantın sinyal şiddetinin yok denecek kadar düşük olduğu görülmektedir. Ancak ısıl işlemin uygulamaya başlanması ile birlikte bu bantların sinyal şiddetinde önemli artışlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu artış kontrol, 1000 ve 1500 ppm propolis katkılı yağlarda daha dramatik boyutta ortaya çıkmıştır (Görsel 3.6A, B, C). Görsel 3.6D ve E'de verilmiş olan 2000 ppm propolis ve BHT katkılı yağlardaki değişimler incelendiğinde ısıl işlem uygulanmamış ve ısıl işlem uygulanmış ayçiçek yağından elde edilen spektrumların birbirine daha yakın olduğu görülmektedir. Bu sonuç, ısıl işlem uygulama süresi arttıkça yağda meydana gelen TYA miktarının arttığını ve 2000 ppm propolis ve BHT'nin bu artışı engellediğini göstermiştir.



Görsel 3.6 Isıl işlem uygulanmamış ve 8, 16, 24 saat boyunca ısıl işlem uygulanmış A) kontrol B) 1000 ppm propolis C) 1500 ppm propolis D) 2000 ppm propolis ve E) BHT katkılı ayçiçek yağlarının kızılötesi spektrumlarının 1000-930 cm^{-1} spektral bölgesi

Görsel 3.7'de 987/2923 cm^{-1} (A) ve 965/2923 cm^{-1} (B) bant alan oran verilerinden elde edilmiş regresyon grafikleri yer almaktadır. Bu grafiklerde ısıl işlem uygulama süresi ile yağlardaki trans yağ asiti miktarındaki artış arasında yüksek korelasyonlar (0,93) olduğu görülmektedir. Görsel 3.7A'da en düşük eğim değerine 0,0002 ile BHT ve 2000 propolis katkılı ayçiçek yağının sahip olduğu görülmektedir. 1000 ve 1500 ppm propolis katkılı ayçiçek yağlarının eğim değerinin kontrol eğim değeri ile (0,003) aynı olması, TYA miktarındaki artışı önlemede bu dozların yeterli doz olmadığını göstermiştir. Bu sonuçlar TYA oluşumunu engellemek için uygun dozun 2000 ppm propolis dozu olduğunu göstermektedir. Görsel 3.7B'den en düşük eğim değerinin 0,0002 ile BHT katkılı ayçiçek yağında olduğu ve bu eğim değerini 0,0003 ile 2000 ppm propolis katkılı ayçiçek yağının takip ettiği görülmektedir. 2000 ppm propolis katkılı ayçiçek yağın, 0,0004 eğim değeri ile 1500 ppm propolis katkılı ayçiçek yağı, 0,0005 eğim değeri ile kontrol ayçiçek yağı ve 0,0006 eğim değeri ile 1000 ppm propolis katkılı ayçiçek yağı takip etmiştir. Bu sonuçlar, 2000 ppm propolis katkısının ısıl işlem uygulama sırasında TYA miktarını artışını önlemede, neredeyse BHT kadar etkili olduğunu doğrulamıştır.



Görsel 3.7 24 saatlik ısıl işlem uygulaması boyunca A) 987/2923 cm^{-1} ve B) 965/2923 cm^{-1} bantlarının bant alan oranı değerlerindeki değişiklikler

Yukarıda bahsedildiği gibi oksidasyon sürecinde cis çift bağlarının kaybolması ve trans yağ asitlerinin ortaya çıkması eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir. Isıtma işleminden sonra 3009/2923 ve 722/2923 cm^{-1} bant alan oran değerlerinde gözlenen azalmalar sistemdeki cis yağ asidi miktarında azalma meydana geldiğini; 987/2923 ve 965/2923 cm^{-1} bant alan oranlarındaki artışlar TYA miktarında artış meydana geldiğini göstermiştir. Bulgularımız, ısıl işlem uygulanmadan önce yağlara katılan propolisin sistemdeki doymamış cis yağ asiti miktarındaki azalmayı ve TYA miktarındaki artışı önlediğini göstermiştir. 1000 ppm'lik propolis katkısı TYA oluşumunu engellemede başarılı olamamış, 1500 ppm propolis bir dereceye kadar başarılı olmuştur. Ancak 2000 ppm propolis katkısı tüm parametrelerde başarı göstermiştir. Propolisin antioksidan potansiyeli içerdiği fenolik bileşiklerin ve flavonoidlerin bir radikal süpürücü gibi hareket etmesinden kaynaklanmaktadır (Nagai et al., 2003) Propolisin içinde bulunan polifenoller ile antioksidan etkinliğinin arasında çok güçlü bir pozitif korelasyon olduğu ve

polifenollerin ısıl işleme karşı dayanıklı antioksidanlar olduğu bilinmektedir (Andrade et al., 2017; Mouhoubi-Tafinine et al., 2016). Propolisin içerdiği yüksek miktardaki polifenoller, derin yağda kızartma işlemi sırasında ayçiçek yağının termal kararlılığını artırmış olabilir. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda yüksek miktarda polifenol içerdiği bilinen avokado ve zeytin yaprak ekstraktları gibi antioksidan maddelerin yağlarda termal stabiliteyi artırdığı rapor edilmiştir (Jiménez et al., 2017; Orozco-Solano et al., 2011).

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışmamızdan elde ettiğimiz ATR-FTIR sonuçlarımıza göre ısıl işlem ayçiçek yağında cis yağ asidi miktarının azalmasına, TYA miktarının artışına sebep olmuştur. Propolis katkısı ayçiçek yağında meydana gelen cis yağ asidi miktarındaki azalmayı ve TYA miktarındaki artışı engellemiştir. Tüm yağ grupları karşılaştırıldığında en iyi korumanın 2000 ppm'lik propolis katkılı ayçiçek yağında olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, propolis yemeklik yağlardaki TYA oluşumunun engellenebilmesi için doğal bir antioksidan madde olarak önerilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Düzce Üniversitesi, BAP (2021.05.01.1249) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

Aglago, E.K., Murphy, N., Huybrechts, I., Nicolas, G., Casagrande, C., Fedirko, V., Weiderpass, E., Rothwell, J.A., Dahm, C.C., Olsen, A., 2021. Dietary intake and plasma phospholipid concentrations of saturated, monounsaturated and trans fatty acids and colorectal cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. International journal of cancer. 149, 865-882.

Aleena, K., Divya, M., Beena, A., Rachana, C., Divya, K., 2020. Oxidative stability of sunflower oil on high temperature cooking. Oxidative Stab. Sunflower Oil High Temp. Cook. 9, 552-554.

Andrade, J.K.S., Denadai, M., de Oliveira, C.S., Nunes, M.L., Narain, N., 2017. Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity of brown, green and red propolis from Brazilian northeast region. Food Research International. 101, 129-138.

Aued-Pimentel, S., Kus-Yamashita, M.M., 2021. Analysis of the fat profile of industrialized food in Brazil with emphasis on trans-fatty acids. Journal of Food Composition and Analysis. 97, 103799.

Bankova, V.S., de Castro, S.L., Marcucci, M.C., 2000. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. Apidologie. 31, 3-15.

Bansal, G., Zhou, W., Tan, T.-W., Neo, F.-L., Lo, H.-L., 2009. Analysis of trans fatty acids in deep frying oils by three different approaches. Food Chemistry. 116, 535-541.

Brewer, M., 2011. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. Comprehensive reviews in food science and food safety. 10, 221-247.

Cakmak-Arslan, G., Haksoy, H., Goc-Rasgele, P., Kekecoglu, M., 2020. Determination of the dose-dependent toxic effects of mad honey on mouse liver using ATR-FTIR spectroscopy. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 228, 117719.

Cakmak-Arslan, G., 2022. Monitoring of Hazelnut oil quality during thermal processing in comparison with extra virgin olive oil by using ATR-FTIR spectroscopy combined with chemometrics. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 266, 120461.

Castaldo, S., Capasso, F., 2002. Propolis, an old remedy used in modern medicine. Fitoterapia. 73 Suppl 1, S1-6.

Choe, E., Min, D.B., 2006. Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 5, 169-186.

Christy, A.A., 2009. Evidence in the formation of conjugated linoleic acids from thermally induced 9t12t linoleic acid: a study by gas chromatography and infrared spectroscopy. Chemistry and physics of lipids. 161, 86-94.

Cottica, S.M., Sabik, H., Bélanger, D., Giroux, H.J., Visentainer, J.V., Britten, M., 2015. Use of propolis extracts as antioxidant in dairy beverages enriched with conjugated linoleic acid. European Food Research and Technology. 241, 543-551.

Duffy, P.E., Quinn, S.M., Roche, H.M., Evans, P., 2006. Synthesis of trans-vaccenic acid and cis-9-trans-11-conjugated linoleic acid. Tetrahedron. 62, 4838-4843.

Duman, M., Özpolat, E., 2015. Effects of water extract of propolis on fresh shibuta (Barbus grypus) fillets during chilled storage. Food Chemistry. 189, 80-85.

Guillén, M.D., Cabo, N., 2000. Some of the most significant changes in the Fourier transform infrared spectra of edible oils under oxidative conditions. Journal of the Science of Food and Agriculture. 80, 2028-2036.

Hammad, S., Pu, S., Jones, P.J., 2016. Current evidence supporting the link between dietary fatty acids and cardiovascular disease. Lipids. 51, 507-517.

Hyseni, L., Bromley, H., Kypridemos, C., O'Flaherty, M., Lloyd-Williams, F., Guzman-Castillo, M., Pearson-Stuttard, J., Capewell, S., 2017. Systematic review of dietary trans-fat reduction interventions. Bulletin of the World Health Organization. 95**,** 821.

Jiménez, P., García, P., Bustamante, A., Barriga, A., Robert, P., 2017. Thermal stability of oils added with avocado (Persea americana cv. Hass) or olive (Olea europaea cv. Arbequina) leaf extracts during the French potatoes frying. Food Chemistry. 221**,** 123-129.

Kosalec, I., Bakmaz, M., Pepeljnjak, S., Vladimir-Knezevic, S., 2004. Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. Acta pharmaceutica. 54**,** 65-72.

Lemaitre, R.N., King, I.B., Mozaffarian, D., Sotoodehnia, N., Rea, T.D., Kuller, L.H., Tracy, R.P., Siscovick, D.S., 2006. Plasma phospholipid trans fatty acids, fatal ischemic heart disease, and sudden cardiac death in older adults: the cardiovascular health study. Circulation. 114**,** 209-215.

Liu, W., Inbaraj, B.S., Chen, B., 2007. Analysis and formation of trans fatty acids in hydrogenated soybean oil during heating. Food Chemistry. 104**,** 1740-1749.

Luis-Villaroya, A., Espina, L., García-Gonzalo, D., Bayarri, S., Pérez, C., Pagán, R., 2015. Bioactive properties of a propolis-based dietary supplement and its use in combination with mild heat for apple juice preservation. International journal of food microbiology. 205**,** 90-97.

Mahboubifar, M., Hemmateenejad, B., Javidnia, K., Yousefinejad, S., 2017. Evaluation of long-heating kinetic process of edible oils using ATR–FTIR and chemometrics tools. Journal of Food Science and Technology. 54**,** 659-668.

Matta, M., Huybrechts, I., Biessy, C., Casagrande, C., Yammine, S., Fournier, A., Olsen, K.S., Lukic, M., Gram, I.T., Ardanaz, E., 2021. Dietary intake of trans fatty acids and breast cancer risk in 9 European countries. BMC medicine. 19**,** 1-11.

Mehdizadeh, T., Langroodi, A.M., 2019. Chitosan coatings incorporated with propolis extract and Zataria multiflora Boiss oil for active packaging of chicken breast meat. International journal of biological macromolecules. 141**,** 401-409.

Mencin, M., Abramovič, H., Zlatić, E., Demšar, L., Piskernik, S., Schreiner, M., Žmitek, K., Kušar, A., Pravst, I., Vidrih, R., 2021. Content of trans-fatty acid isomers in bakery products on the Slovenian market. LWT. 143**,** 111095.

Metzner Ungureanu, C.-R., Poiana, M.-A., Cocan, I., Lupitu, A.I., Alexa, E., Moigradean, D., 2020. Strategies to improve the thermo-oxidative stability of sunflower oil by exploiting the antioxidant potential of blueberries processing byproducts. Molecules. 25**,** 5688.

Micha, R., Mozaffarian, D., 2009. Trans fatty acids: effects on metabolic syndrome, heart disease and diabetes. Nature Reviews Endocrinology. 5**,** 335-344.

Mohammadzadeh, S., Sharriatpanahi, M., Hamedi, M., Amanzadeh, Y., Ebrahimi, S.E.S., Ostad, S.N., 2007. Antioxidant power of Iranian propolis extract. Food chemistry. 103**,** 729-733.

Mouhoubi-Tafinine, Z., Ouchemoukh, S., Tamendjari, A., 2016. Antioxydant activity of some algerian honey and propolis. Industrial Crops and Products. 88**,** 85-90.

Nagai, T., Inoue, R., Inoue, H., Suzuki, N., 2003. Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis. Food chemistry. 80**,** 29-33.

Neves, M., Miranda, A., Lemos, M.F., Silva, S., Tecelão, C., 2020. Enhancing oxidative stability of sunflower oil by supplementation with prickled broom (Pterospartum tridentatum) ethanolic extract. Journal of Food Science. 85**,** 2812-2821.

Orozco-Solano, M., Priego-Capote, F., Luque de Castro, M., 2011. Influence of simulated deep frying on the antioxidant fraction of vegetable oils after enrichment with extracts from olive oil pomace. Journal of agricultural and food chemistry. 59**,** 9806-9814.

Pobiega, K., Kraśniewska, K., Gniewosz, M., 2019. Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality–A review. Trends in food science & technology. 83**,** 53-62.

Poiana, M.-A., Alexa, E., Munteanu, M.-F., Gligor, R., Moigradean, D., Mateescu, C., 2015. Use of ATR-FTIR spectroscopy to detect the changes in extra virgin olive oil by adulteration with soybean oil and high temperature heat treatment. Open Chemistry. 13.

Poiana, M., Mousdis, G., Georgiou, C., Alexa, E., Moigradean, D., Cocan, I., 2013. Detection of thermal processing impact on olive and sunflower oil quality by FTIR spectroscopy. Vol., ed.^eds.

Pop, A., Berce, C., Bolfa, P., Nagy, A., Catoi, C., Dumitrescu, I.-B., Silaghi-Dumitrescu, L., Loghin, F., 2013. Evaluation of the possible endocrine disruptive effect of butylated hydroxyanisole, butylated hydroxytoluene and propyl gallate in immature female rats. Farmacia. 61**,** 202-211.

Saito, M., Sakagami, H., Fujisawa, S., 2003. Cytotoxicity and apoptosis induction by butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT). Anticancer Research. 23**,** 4693-4701.

Santos, M.S., Estevinho, L.M., Carvalho, C.A.L., Morais, J.S., Conceição, A.L.S., Paula, V.B., Magalhães-Guedes, K., Almeida, R.C., 2019. Probiotic yogurt with Brazilian Red Propolis: physicochemical and bioactive properties, stability, and shelf life. Journal of Food Science. 84**,** 3429-3436.

Shahidi, F., Janitha, P., Wanasundara, P., 1992. Phenolic antioxidants. Critical reviews in food science & nutrition. 32**,** 67-103.

Shahidi, F., 2000. Antioxidants in food and food antioxidants. Food / Nahrung. 44**,** 158-163.

Takemoto, E., Teixeira Filho, J., Godoy, H.T., 2009. Validation of methodology for the simultaneous determination of synthetic antioxidants in vegetables oils, margarine and vegetables hydrogenated fats by HPLC/UV. Química Nova. 32**,** 1189-1194.

Temple, N.J., Wilson, T., Bray, G.A., 2017. Nutrition Guide for Physicians and Related Healthcare Professionals. Vol., ed.^eds. Springer.

Tsuzuki, W., Matsuoka, A., Ushida, K., 2010. Formation of trans fatty acids in edible oils during the frying and heating process. Food Chemistry. 123**,** 976-982.

van de Voort, F.R., Ismail, A.A., Sedman, J., Emo, G., 1994. Monitoring the oxidation of edible oils by Fourier transform infrared spectroscopy. Journal of the American Oil Chemists' Society. 71**,** 243-253.

Vargas-Sánchez, R.D., Torrescano-Urrutia, G.R., Acedo-Félix, E., Carvajal-Millán, E., González-Córdova, A.F., Vallejo-Galland, B., Torres-Llanez, M.J., Sánchez-Escalante, A., 2014. Antioxidant and antimicrobial activity of commercial propolis extract in beef patties. Journal of Food science. 79**,** C1499-C1504.

Wang, Y.-Z., Fu, S.-G., Wang, S.-Y., Yang, D.-J., Wu, Y.-H.S., Chen, Y.-C., 2018. Effects of a natural antioxidant, polyphenol-rich rosemary (Rosmarinus officinalis L.) extract, on lipid stability of plant-derived omega-3 fatty-acid rich oil. LWT. 89**,** 210-216.

Wolff, R.L., 1992. trans-Polyunsaturated fatty acids in French edible rapeseed and soybean oils. Journal of the American Oil Chemists' Society. 69**,** 106-110.

World Health Organization. (2018). Policies to eliminate industrially produced trans-fat consumption. WHO/NMH/NHD/18.4.

TÜRKİYE'DEN NADİR KABUL EDİLEN BİR LİKENİKOL FUNGUS TÜRÜ *Endococcus propinquus* (Körb) D. Hawksw.

Ersoy SEVGİ
Yozgat Bozok Üniversitesi, - 0009-0003-5816-0322
Öğr. Gör. Mehmet Ünsal BARAK
Yozgat Bozok Üniversitesi, - 0000-0002-2050-149X
Doç. Dr. Mustafa KOCAKAYA
Yozgat Bozok Üniversitesi, - 0000-0003-2306-8094
Öğr. Gör. Esra Özge Aygül
Yozgat Bozok Üniversitesi, - 0000-0002-1274-8249

ÖZET

Endococcus propinquus (Körb.) D. Hawksw. türü Türkiye'den ikinci kez kayıt edilmektedir. Dothideomycetes sınıfı, Lichenotheliales takımı, Lichenotheliaceae familyası, *Endococcus* cinsi içinde bulunan bir türdür. Örnekler Aksaray ve Antalya illerinden toplanmıştır. Örneklerin toplandığı lokasyon bilgileri ve toplanma tarihleri; Aksaray, Helvadere, Hasan Dağı mesire alanı , 38°09'32.0"K, 34°12'38.9"D 1800 m. 30.09.2019; Aksaray, Helvadere, Hasan Dağı Karbeyaz Otel, 38°10'15.4"K, 34°10'44.9" D, 1630 m. 01.10.2019 ve Aksaray, Hasan Dağı zirve, 38°7'40.53"K, 34°9'59.62"D, 3260 m. 21.07.2021. Antalya, Akseki, Üzümdere köyünün doğusu, 37°07'43.2"N, 31°46'50.5"E, 1760 m., 14.09.2018; Antalya, İbradı, İbradı'nın doğusu, 37°05'24.7" N, 31°36'22.4"E, 1060 m., 14.09.2018. Bu tür *Aspicilia* sp., *Lecidea atrobrunnea* türlerinin tallusları üzerinde likenikol mantar olarak yaşamaktadır. *E. propinquus* tip örneğinde peritesyum 0.16-0.26 mm çapında, peritesyum duvarı orta kahverengi; perifizler bölmeli, kısmen jelatine gömülmüş, (15-)20-30(-40) x (1-)1,5(-2) µm; askus: klavat ile subsilindirik, sapsız veya kısa saplı, 35-50 x 13-15 µm, 8 sporlu; askosporlar: orta ile koyu kahverengi arasında, enine 1 septumlu, septum nispeten kalın bölmeli, spor uçları oval, 10-12 x 6.5-7 µm ölçülerinde; spor duvarı pürüzsüz ve kalındır. Yaptığımız bu çalışma ile Türkiye biyoçeşitliliğine katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aksaray, Antalya, Dothideomycetes, Hasan Dağı, Üzümdere

1. TÜRKİYE'DEN NADİR KABUL EDİLEN BİR LİKENİKOL FUNGUS TÜRÜ *ENDOCOCCUS PROPİNQUUS* (KÖRB) D. HAWKSW.

Ülkemizi oluşturan Anadolu büyük doğal habitatlara sahip olmasından dolayı flora ve fauna çalışmaları henüz tamamlanmamıştır [1, 2]. Bu durum ülkemiz sınırlarında bulunan liken ve likenikol fungus floraları içinde geçerlidir. Ekosistem ve süksesyon içinde önemli yerleri olan likenler başlı başına bir organizma olmayıp spesifik bazı mantarlar ile spesifik bazı alg veya siyanobakterilerin fizyolojik etkileşimler sonucu oluşturdukları birliklerdir [3-6]. Likenikol mantarlar ise likenler üzerinde liken birliğinin dışından olan bir mantarın birlikte bulunan mantarın yerini alarak liken birliğine adapte olan mantarlardır [7]. Ülkemizde liken ve likenikol

mantar flora çalışmaları yoğunlaşarak devam etmekte olup Türkiye için birçok yeni kayıt tespit edilmektedir.

2. GEREÇLER VE YÖNTEMLER

Çalışmamızı oluşturan *Endococcus propinquus* türüne ait örnekler Aksaray ve Antalya illerinden 5 farklı lokasyondan ve toplanmıştır. Örneklerin bulunduğu konak likenler ve likenikoller toplanırken örnekler bozulmadan toplanmıştır. Toplanan örnekler dikkatli bir şekilde pelür kağıtlara sarılarak herbaryum zarflarına yerleştirilmiştir. Örneklerin tür teşhisinde morfolojik incelemelerde OLYMPUS SZX16 marka stereomikroskop, anatomik incelemelerde OLYMPUS BX53 marka ışık mikroskobu ve OLYMPUS DP72 görüntüleme sistemi kullanılmıştır. Mikroskopik preperasyonlar saf su kullanılarak hazırlanmıştır. Tür ve tür altı kategorileri belirlemede oldukça önemli karakterler olan spor boyutları ve rengi, askus boyutları, peritesyum çapı ve rengi, parafizlerin genişlikleri oküler mikrometre ile belirlenmiştir.

Örnekler Aksaray ve Antalya illerinden 2018 – 2021 yılları arasında toplanmıştır.

Çizelge 1. *Endococcus propinquus* örneklerinin toplandığı lokasyonların bilgileri.

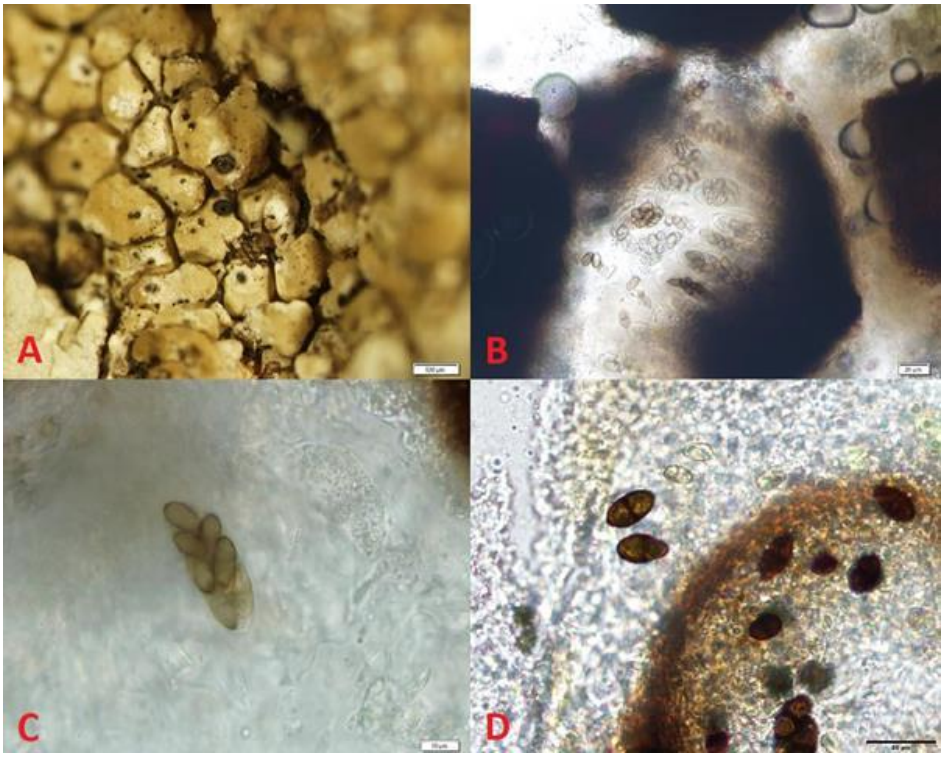
İl/İlçe/Mevkii	Koordinatlar	Yükseklik	Tarih
Aksaray, Helvadere, Hasan Dağı mesire alanı	38°09'32.0"K 34°12'38.9"D	1800 m.	30.09.2019
Aksaray, Helvadere, Hasan Dağı Karbeyaz Otel	38°10'15.4"K 34°10'44.9" D	1630 m.	01.10.2019
Aksaray, Hasan Dağı zirve	38°7'40.53"K 34°9'59.62"D	3260 m.	21.07.2021
Antalya, Akseki, Üzümdere YHGS, Üzümdere köyünün doğusu	37°07'43.2"K 31°46'50.5"D	1760 m.	14.09.2018
Antalya, İbradı, İbradı'nın doğusu, Üzümdere YHGS	37°05'24.7" K 31°36'22.4" D	1060 m.	14.09.2018

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışmamızda Türkiye için ikinci kayıt durumunda verilen *Endococcus propinquus* türü Halıcı ve arkadaşları tarafından 2007 yılında Adıyaman'dan yeni kayıt olarak bildirilmiştir [8, 9]. Bu çalışma ile tür ikinci kez kayıt altına alınmıştır.

Endococcus propinquus örnekleri; *Aspicilia* sp., *Lecidea fuscoatra* ve *Lecidea atrobrunnea* türlerinin tallusları üzerinde likenikol mantar olarak yaşamaktadır. *Endococcus propinquus* tip örneğinde peritesyum 0.16-0.26 mm çapında, peritesyum duvarı orta kahverengi; perifizler bölmeli, kısmen jelatine gömülmüş, (15-)20-30(-40) x (1-)1,5(-2) µm; askus: klavat ile

subsilindirik, sapsız veya kısa saplı, 35-50 x 13-15 µm, 8 sporlu; askosporlar: orta ile koyu kahverengi arasında, enine 1 septumlu, septum nispeten kalın bölmeli, spor uçları oval, 10-12 x 6.5-7 µm ölçülerinde; spor duvarı pürüzsüz ve kalındır [10, 11].



Görsel 1. A. *Aspicilia* sp. tallusu üzerinde peritesyumu, B. Peritesyum içinde askuslar, C. Askus içinde sporlar, D. Askustan çıkmış sporlar.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma ile *Endococcus propinquus* türünün Türkiye için ikinci kayıt olduğu belirlenmiştir. Bu türün substrat çeşitliliğinin fazlalığından dolayı ülkemizde dağılışının daha geniş olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızın Türkiye liken ve likenikol mantar biyoçeşitliliğine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi Proje Koordinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından 6601b-FBE/20-391 kodlu ve 6602c-FBE/19-330 kodlu projeler ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Şahinoğlu, E., Türkiye'nin Biyolojik Zenginlikleri, Yeni Türkiye, Yıl 1 Sayı 5, Çevre Özel Sayısı, Temmuz-Ağustos 1995.

[2] Avcı, M., Çeşitlilik Ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü, Coğrafya Dergisi, c. 0, sayı. 13, May. 2012.

[3] Hodkinson, B., Lutzoni. F., A microbiotic survey of lichen-associated bacteria reveals a new lineage from the Rhizobiales. Symbiosis, 49, 05 November 2009.

[4] Selbmann, L., Zucconi, L., Ruisi, S., Grube, M., Cardinale, M., Onofri, S., Culturable bacteria associated with Antarctic lichens: affiliation and psychrotolerance. Polar Biology, 33, 2010.

[5] Dobson, F.S., A Field Key to Common Churchyard Lichens, England: Field Studies Council., 2003.

[6] Purvis, O.W., Coppins, B.J., Hawksworth, D.L., James, P.W., Moore, D.M., The Lichen Flora of Great Britain and Ireland, London: The British Lichen Society, 1992.

[7] Wasser, S.P., Nevo, E., Lichen-forming, Lichenicolous, and Allied Fungi of Israel., Germany: A.R.G. Gantner Verlag K.G., 2005.

[8] Halıcı, M.G., Özdemir Türk, A., Candan, M., New records of pyrenocarpous lichenicolous fungi from Turkey, Mycotaxon 99, 2007.

[9] John, V., Türk, A., Türkiye Likenleri Listesi, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını, İstanbul, 2017.

[10] Ihlen, P.G. Wedin, M., An annotated key to the lichenicolous Ascomycota (including mitosporic morphs) of Sweden, Nova Hedwigia, 86, 2008.

[11] https://lichenportal.org/portal/taxa/index.php?taxon=111054&clid=1041 (Erişim tarihi: 20.05.2023)

AÇIK VE YEŞİL ALANLARDA BİTKİSEL TASARIMLARDA YAPILAN HATALARA İLİŞKİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet CAF

Bingöl Üniversitesi - 0000-0002-4295-7703

ÖZET

Açık ve yeşil alanlarda bitkisel tasarım uygulamaları yalnızca başarılı bir proje yapmak ile mümkün olamamaktadır. Başarılı bir projeyi, başarılı bir uygulama ve sonrasında doğru ve düzgün bakım onarım takip etmelidir. Peyzaj plantasyon projeleri ne kadar doğru yapılsa bile uygulama ve bakım onarıma bağlı olarak kötü sonuçlar doğurabilir. Düzgün, istenilen ve beğenilen sonuçlar için üç bileşeninde doğru bilimsel veriler ışığında ve tasarım kriterleri doğrultusunda yapılmalıdır. Yapılan çalışmada açık ve yeşil alanlarda yapılmaması gereken dikim uygulamaları, dikim sonrası yapılan hatalar, bakım ve onarımda yapılan yanlışlar ve bunlar ile ilgili görsel materyal toplanıp sunulmuştur. Unutulmamalıdır ki bitkisel tasarım bitkiler ile yani canlı materyaller ile yapılmaktadır ve bu da uzun bir süreçtir. Bitkilere istemeden verilen zararlar kötü sonuçlar doğurabilir. Bitkilerin ekolojik isteklerinin bilinmesinin yanında, tasarımda kötü sonuçların olmaması adına bakım ve onarımın önemi de yapılan çalışmada ortaya konmaktadır.

Anahtar Kelimler: Açık ve yeşil alanlar, Bakım ve onarım, Peyzaj plantasyon hataları,

GİRİŞ

Bitkiler yeryüzünde her coğrafyada farklı tür ve oranlarda yetişirler bu sebepten ötürü bitkilerin peyzaj çalışmalarında ki yeri çok önemlidir. Bitkisel tasarımlar estetik, fonksiyonel ve ekolojik amaçlar doğrultusunda yapılır. İyi planlanmış bir peyzaj projesi insanlara çevreyi kullanmalarında yardımcı olurken bitkisel tasarımda iyi bir peyzaj projesinin en temel öğesini oluşturmaktadır. (Scarfone 2007, Karaşah ve Var 2012, Sağlık ve ark. 2020, Çorbacı ve ark. 2022).

Peyzaj mimarlığı çalışmalarında en önemli yer bitkilerindir. Estetik ve fonksiyonel alanların oluşturulmasında bitkilerin önemi çok büyüktür. Peyzajda çalışmalarında kullanılan donatı elemanları, taş duvar ve sert zeminlerin yumuşatılmasında etkin rolleri vardır. Bitkiler yapısal malzemeleri yumuşatarak, onları doğala ve insana yakın duruma getirmektedir. Bitkilerin bu özellikleri bir zaman sürecinde gerçekleştiğinden dolayı peyzaja zamanı kavramını yani dördüncü boyutu kazandırmaktadır (Acar ve ark. 2003).

Peyzaj tasarımlarında en önemli rolü olan bitkiler, fonksiyonel ve estetik amaçlar ile farklı alanlara farklı anlamlar ve fonksiyonlar katmaktadır. Bitkisel tasarımlarında, renk ve form bitkilerin estetik özelliklerinin başında gelmektedir. Peyzaj Mimarisi doğal ya da yapay olarak yapılan çevreyi planlamak, tasarlamak, yönetmek, korumak ve onarmak ile sorumlu bir sanatıdır. Peyzaj mimarisi çalışma alanları arasında bulunan bitki materyali ve bitkisel tasarım yaşadığımız çevreyi en iyi şekilde nasıl kullanabileceğimiz konusunda yardım ederek, insanlar ve çevresi arasında sürdürülebilir bir alış-verişi kurulmasını sağlar. İnsan ve doğa arasındaki ilişki sonucunda bitkisel tasarım sanatı ortaya çıkmıştır ve bu sanat, insan ile doğa arasındaki dengenin onarılmasına yardımcı olmaktadır. (Dee 2001) Bitkiler, bitkisel tasarımın temel yapı taşıdır ve kullanım amacına göre kullanıldıkları mekânlara farklı

anlam, fonksiyon ve estetik katmaktadır. Bitkilerin kullanıldıkları alanlarda, yapısal ve bitkisel diğer materyallerle olan ilişkilerini istenilen şekilde düzenleyebilmek için bitkisel tasarım ilkelerini göz önünde bulundurmak gerekir(KÖSA ve ATİK 2013).

Başarılı bir peyzaj tasarımının en temel unsurunu bitkisel tasarım oluşturmaktadır. İnsanların vakit geçirdiği tüm mekânlarda önemli bir rolü vardır. Etkileyici ve sürdürülebilir bitkisel tasarım oluşturulabilmek için öncelikle bitkilerin ekolojik isteklerinin iyi bilinmesi ve uygulandıkları bölgenin ekolojik koşullarına uygun olmasının yanı sıra bitkisel tasarım ilkelerinin (tekrar, çeşitlilik, vurgu, denge vb.) de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bitkilerin kendilerinden beklenen faydaları (ekolojik, estetik, fonksiyonel vb.) ortaya koyabilmeleri için sahip oldukları özelliklerinde (renk, ölçü, form, çizgi, doku vb.) tasarımda düzgün bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

İyi tasarlanmış bir plantasyon fonksiyonel olarak kullanıcı ihtiyaçlarının uygun bir ifadesidir. Çünkü yapısal elemanlardan dolayı meydana gelen sert kenarları yumuşatmak ya da kötü bir mimariye uygulanacak estetik müdahale bitkisel tasarım ile mümkündür (Robinson 2004, Çorbacı ve ark. 2022).

Yol ağaçlandırmalarında yapılacak bitkisel tasarımlarda kullanılacak türlerin seçimi, yolun boyutu, dikim özellikleri ve bitkilerin yola göre konumları vb. gibi konular oldukça önemlidir(Akdeniz ve ark 2019). Yol ağaçlandırmalarında yapılacak yanlış tür seçimi görsel ve ekolojik ve maddi problemleri de beraberinde getirebilir. Plantasyon uygulaması öncesinde bir projesi ya da tasarımı olmayan çalışmalar, bitkilerin yanlış tercih edilmesi, bitkilerin ortam şartlarında yaşamaya elverişli olmaması, kullanılacak alana uygun olmayan bitki tercih edilmesi, bakım, hastalık ve zararlıların takibinin yapılmaması vb. gibi nedenler başarısızlara neden olabilmektedir(Yılmaz 2019).

Bitkilerin kullanım amaçlarına bakıldığında, yaşadığımız çevremizi iyileştirmek, mevcut doğayı korumak, onarmak ve desteklemek önemli görevleri vardır(Scarfone, 2007). Bitkisel tasarımların ilk hedefi mekâna fonksiyonel olarak fayda sağlamak ve bu şekilde kullanıcıların isteklerine cevap verebilmektir. Bitkiler kentsel mekanlarda, yapısal uygulamaların sert hatlarını yumuşatma, görsel kaliteyi arttırma ve binaların çevreye entegre edilmesini sağlama gibi faydaları vardır (Robinson, 1992). Bununla birlikte, yapılara fon oluşturur, trafiği kontrol eder, rekreasyonel alan potansiyeli oluşturur ve mikro klima etkisi yaratırlar (Eroğlu ve ark., 2005; Çelik ve Yazgan, 2007). Başarılı bir bitkisel tasarım uygulaması ile insanlar günlük yaşamın vermiş olduğu baskılarından kurtularak doğa ile buluşma ve vakit geçirme olanağı bulurlar (Karaşah ve Var, 2012). Bu sebeplerden ötürü kentsel açık ve yeşil alanlarda kullanılan bitkisel materyalin kentin iklim ve ekolojisine uygun bitki türlerinden seçilmesi ve bitkisel tasarım ilkeleri göz önünde bulundurularak kullanılması gerekmektedir. Bitkiler sahip oldukları dendrolojik özellikler ile estetik açıdan kentlere nitelik kazandırırken, kentlerdeki boşluk doluluk oranını da eşitlerler. Bu yüzden kentsel mekânlarda kullanılacak bitkilerin alanın işlevine uygun olarak seçilmesi ve tasarım özelliklerinin doğru bir şekilde kullanılması ile başaralı sonuçlar alabilmek mümkündür(Nemutlu 2014).

Açık ve yeşil alanlar, kentlerin vazgeçilmez doğal unsurlarıdır. Bu mekânların benliğini, iskeletini otsu ve odunsu bitki türleri oluşturmaktadır. Bu canlı varlıklardan beklenen etkiyi ve desteği tam anlamı ile alabilmek için kullanıldıkları bölgenin ekolojik şartlarını benimsemeleri ve kendi isteklerini karşılama gerekmektedir. Aksi halde istenilen başarıyı elde etmek mümkün olamamaktadır

YÖNTEM

Yapılan çalışmada Bingöl ili açık ve yeşil alanlarında yapılan gözlemler, plantasyon uygulamaları, dikim sonrasında yapılan bir takım hatalara ilişkin görüntüler fotoğraflanarak yorumlanmış ve bitkilerin ekolojik istekleri ve tasarım kriterleri ışığında önerilere yer verilmiştir.

BULGULAR

Çim alanlar üzerinde kullanılan odunsu bitkilerin, çimlerin budanması sırasında gövdesinde meydana gelen ölümcül yaralar aşağıda verilen şekillerde gösterilmiştir. (Şekil 1. *Ouercus rubra*, Şekil 2. *Betula Pendula* ve Şekil 3. *Sorbus aucuparia*)

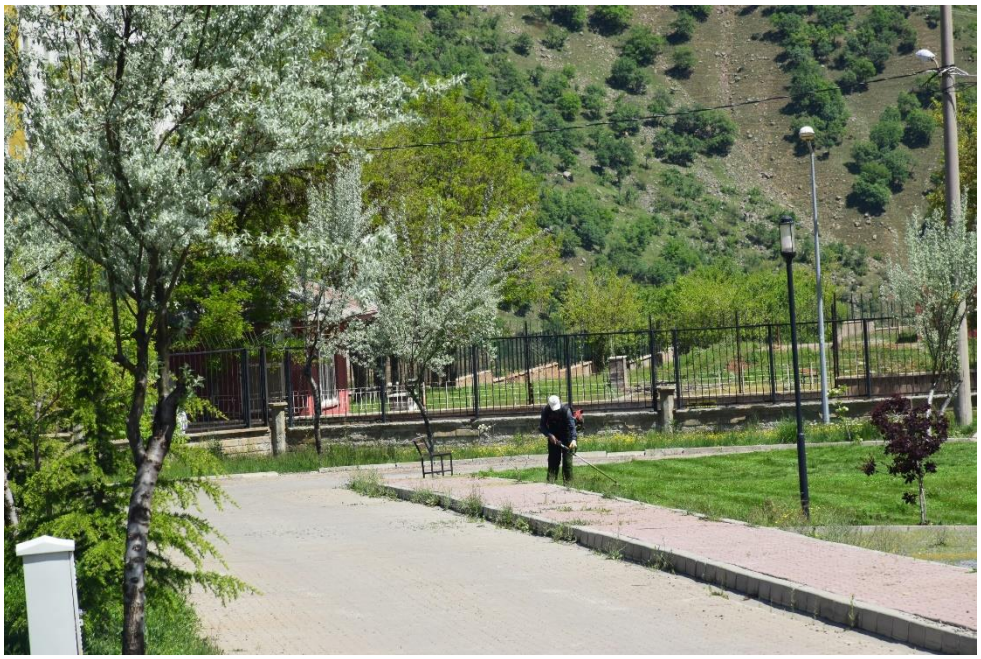
Şekil 1. *Ouercus rubra*

Şekil 2. *Betula pendula*

Şekil 3. *Sorbus aucuparia*

Şekil 4. *Acer rubrum*

Şekil 5. Alanda kullanılan farklı bir *Acer rubrum* gövdesi



Şekil 6. Sırt tipi motorlu tırpan veya misinalı çim biçme makinesi ile çimleri biçen bahçıvan

Şekil 7. ve Şekil 8. "*Thuja occidentalis"* ile alle yapılan bir yolda kendiliğinden çıkan "*Populus nigra"* ve "*Cedrus libani"*

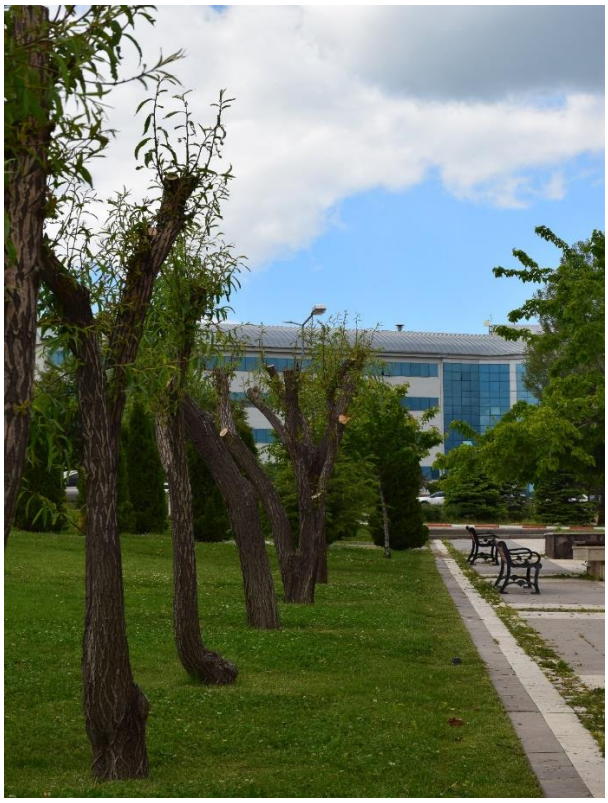
Şekil 9. Çim alanlar üzerine dikilmiş anormal bir büyüme geçiren aşılı bir "*Robinia hisbida"* ve rüzgarda devrilme tehlikesi yaşayan başka bir örneği

Şekil 9. Kaldırım üzerine dikilen ve döşemelere zarar veren genç doğu çınarları "*Platanus orientalis"*

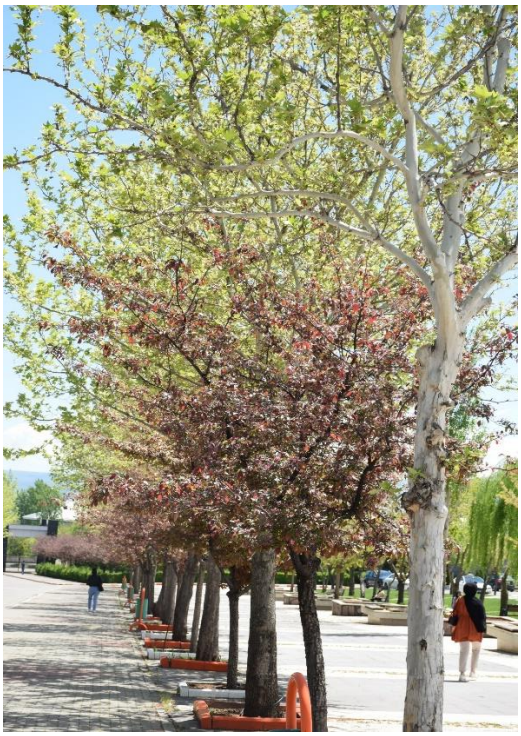
Şekil 10. Doğu çınarlarına ait farklı mekanlarda çekilen görüntüler.

Şekil 11. Kaldırımlar üzerine dikilen bir çınar ağacı ve kök boğazında sıfır mesafede döşenmiş kilit taşları

Şekil 12 ve Şekil 13. Kaldırım üzerine dikilmiş ve *normal büyümesini gerçekleştirdiğinden dolayı sert bir şekilde budanmaya maruz kalmış* bir "*Ulmus glabra" ve "Robinia pesudoacacia" ağaçları.*



Şekil 14 ve Şekil 15. Çok sık dikimden dolayı sert budanmış "*Salix babylonica"* ve "*Platanus orientalis*" ağaçları



Şekil 16 ve Şekil 17. Işık isteği yüksek olan *Malus atropurpurea* (süs elması) ve *Prunus ceracifera* (süs eriği) ağaçlarının kendisinden çok daha hızlı büyüyen *Platanus orientalis* ve *Morus alba* ağaçlarının altında kalması nedeni ile yaşadıkları form bozukluğu, zayıflık ve yaşam mücadelesi.

Şekil 18. 3 metre aralıklar ile dikilen geleceği olmayan "*Platanus orientalis"* genç fidanları

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmada, elde edilen fotoğraflarda görüldüğü üzere bitkisel tasarım yapılırken bitki türü seçimi, dikim hataları, uygulama sonrası yapılan yanlışlar görülmemektedir. Literatür taramasında da belirtildiği gibi, bitkisel tasarım peyzajın ana bileşenini oluşturmaktadır. Bitkiler canlı materyaller olduğu için zaman kavramı çok önemlidir. Dikildikten sonraki yıllarda büyüme oranları ve ekolojik istekleri de düşünülmelidir. Plantasyon projesi yapım aşamasında tasarımda özenle seçilen ve konumlandırılan bitkiler uygulama aşamasında doğru aplike edildiği hallerde bile sonrasında dikkat ve özveri ile alanın bakımı ve onarımı gerçekleştirilmelidir. Kuruyan bireylerin yerine aynı türden yenisi dikilmeli ve alanda kendiliğinden çıkan bazı istilacı bitkilerin henüz fidan halindeyken alandan uzaklaştırılması gerekmektedir. Aksi halde yapılan projede istenilen manzara ve doğal olarak başarıyı elde etmek güçtür.

Çalışmada görsel materyaller incelediğinde, kaldırımlara dikilen çınar ağaçlarının (Platanus orientalis) köklerinin kaldırım döşemelerine zarar verdiği bir gerçektir. Buda hem maddi hem de görsel açıdan sorunlar yaratmaktadır. Yine dikim aralıklarına dikkat edildiğinde 3 metre aralıklarla dikilen çınar fidamları dikkat çekmektedir. Unutulmamalıdır ki çınarlar görsellikleri ile ön plana çıkan büyük ve ulu ağaçlardır. 20 metre gibi bir çapa kolaylıkla ulaşabilecek bir çınar ağacı için bu mesafe mutlak suret ile arttırılmalıdır. Bazı ağaçların ekolojik isteklerine bakıldığında ışık ihtiyacının yüksek olduğu bilinmektedir ve ışık ağacı olarak adlandırılırlar. Bu tür ağaçların kendisinden hızlı büyüyen başka türlerin altında kalması yaşam mücadelesi vermelerini ve ışığa ulaşmak için çaba sarf etmelerine sebep olur buda bitkinin formunun bozulması küçük kalması ve kendisinden beklenen estetik özelliklere sahip olmamasını sağlar. Görsel materyallerde süs eriği (Prunus ceracifera) ve süs elması (Malus atropurpurea) gibi ışık isteği yüksek olan türlerin çınar (Platanus orientalis) ve dut (Morus alba) ağaçlarının altında kullanılmasından dolayı zayıf kaldığı büyüyemediği ve formlarının bozulduğu görülmektedir. Pembe çiçekli yalancı akasya (Robinia hisbida) ağacı kurağa dona ve soğuklara karşı dayanıklı kanaatkâr bir türdür aynı zamanda azot bağlayıcı kökleri ile toprağı zenginleştiren öncü bir tür olarak bilinir. Çim alanların içerisinde kullanılmasından dolayı fazla su alması sebebi ile bitki çok çabuk gelişim gösterirken kökleri gövdesini taşıyacak kadar büyüyemediğinden sert rüzgârlarda devrilme tehlikesi ile karşı karşıya kalabilmektedir. Yine şehir içinde bina önünde kaldırımlara dikilen bazı ağaçların doğası gereği büyüyüp dallanmalarından ötürü sert budamaya maruz kaldığı ve istenmeyen manzaraların ortaya çıktığı görülmektedir.

Bazı bitkiler istilacı türler olarak adlandırılır. Bu tür bitkilerin tohumları düştükleri yerlerde kolayca çimlenme özelliğine sahiptir. Fotoğraflarda sedir ve kavak ağaçlarının yapılan alle çalışmalarını bozduğu tespit edilmiştir. Bu tür kontrolsüz çoğalan bitki türlerinin yapılan bitkisel tasarımı bozmamasına dikkat edilmelidir. Unutulmamalıdır ki peyzaj mimarisi sanatı bir yeri gelişi güzel ağaçlandırmak demek değildir. Ağaçların tüm özelliklerinin bilinerek, etkileyici görsel ve zihinsel açıdan zevk veren insanları rahatlatan mutlu eden manzaraları, görsel şöleni inşa eden bir meslek disiplinidir. Bitkilerin fonksiyonel ve estetik olmak üzere iki amacı vardır. Fonksiyonel amaçlarından biri insanlar üzerinde ki psikolojik etkileridir. Bitkiler gövde, dal yaprak çiçek ve meyveleri ile insanlar üzerinde psikolojik açıdan farklı etkiler uyandırırlar. Yapılan tasarımları bu açıdan da değerlendirmek gerekir.

KAYNAKLAR

Acar, C., E. Demirbaş, P. Dinçer, H. Acar. (2003). Anlamsal Farklılaşım Tekniğinin Bitki Kompozisyonu Örneklerinde Değerlendirilmesi. S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Yıl: 1, ISSN:1302-7085, s: 15-28. Isparta.

Çelik, D., Yazgan, M.E., (2007). Kentsel peyzaj tasarımı kapsamında tarihi çevre korumaya yönelik yasa ve yönetmeliklerin irdelenmesi. ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Dergisi. (9)11:7–8.

Çorbacı, Ö.L., Oğuztürk, T., Ekren, E., (2022). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ahmet Erdoğan Cami peyzaj projesinin bitkisel tasarım açısından değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X Yıl: 2022, Cilt: 23, Sayı:2, Sayfa: 63-78

Dee, C., (2001) Form and Fabric in Landscape Architecture. Spon Press, London.
Eroğlu, E., Akıncı, G., Müderrisoğlu, H., (2005). Düzce Kenti Açık ve Yeşil Alanlarındaki Bitkilerin Tespiti ve Bazı Bitkisel Tasarım İlkeleri Yönünden Değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 2005, 11 (3) 270-277 DOI: 10.1501/Tarimbil_0000000583

Karaşah, B., Var, M., (2012)., Trabzon ve bazı ilçelerinde kent dokusundaki bitkilendirme tasarımlarının ölçü–form açısından irdelenmesi. Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi. 14 (özel sayı): 1–11.

Kaya, B., Aladağ, C., (2009). Konya Şartlarında Yağış, Sıcaklık ve Bitki Örtüsü İlişkisi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 22/2009: 265-278.

Kösa, S., Atik, M., (2013). Bitkisel Peyzaj Tasarımında Renk ve Form; Çınar (Platanus orientalis) ve Sığla (Liquidambar orientalis) Kullanımında Peyzaj Mimarlığı Öğrencilerinin Tercihleri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi ISSN:2146-1880, e-ISSN:2146-698X Cilt: 14, Sayı:1, Sayfa: 13-24, Nisan 2013.

Nemutlu, F.E., (2014). Kentsel Koruma Alanında Bitkisel Tasarım: Çanakkale (Türkiye) Örneği. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU Journal of Agriculture Faculty) 2014: 2 (1): 91–99

Robinson N (2004) The planting design handbook. Ashgate Publishing, Aldershot

Robinson, N., (1992). The Planting Design Handbook. Gower Publishing Company Limited Gower House Craft Road Aldershot Hampshire Gu11 3HR, 271p. England.

Sağlık A, Ekiz N, Bayram S, Temiz M (2020) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi kavşağı peyzaj düzenlemesinin incelenmesi. PEYZAJ – Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi 2(2):78-85

Scarfone, S.C., (2007). Professional Planting Design An Architectural and Horticultural Approach for Creating Mixed Bed Plantings, John Wiley&Sons. Inc.,Hoboken: 272p. New Jersey.

Yılmaz, S., (2019). Bursa İlindeki Kentiçi Karayollarının Bitkisel Tasarım İlkeleri Yönünden Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. T.C. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

AKALAZYA TEDAVİSİNDE CERRAHİ DENEYİMLERİMİZ; İKİ OLGU SUNUMU

Dr. Kürşat YEMEZ

SBÜ. Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi Genel Cerrahi Kliniği

ORCİD NO:0000-0002-8875-1049

Dr. Mehmet Alperen AVCI

SBÜ. Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi Genel Cerrahi Kliniği

ORCİD NO:0000-0003-3911-2686

GİRİŞ: Akalazya özofagusun nadir görülen motor disfonksiyonu olup,alt özefagial sfinkterinde basınç artışı ve yetersiz relaksasyon sonucu gelişen hastalıktır. İlk olarak 1927'de Sir Arthur Hurst tarafınca akalazya olarak adlandırılmıştır. Etyolojisi kesin olarak aydınlatılamayan hastalığın tanısında baryumlu grafiler, manometrik çalışmalar ve üst gastrointestinal sistem endoskopisi kullanılmaktadır. Tedavi seçenekleri klinik duruma göre medikal, endoskopik girişimler veya cerrahidir. Çalışmamızda akalazya nedeniyle opere ettiğimiz iki vakanın demografik verileri, cerrahi yöntemlerini sunmayı amaçladık.

YÖNTEM: SBÜ Samsun Eğitim Araştırma Hastanesinde ağustos 2020-aguğtos 2022 tarihleri arasında heller myotomi+dor fundoplikasyonu yapılan iki hasta retrospektif olarak hasta dosyaları ve operasyon notları incelenerek değerlendirildi.

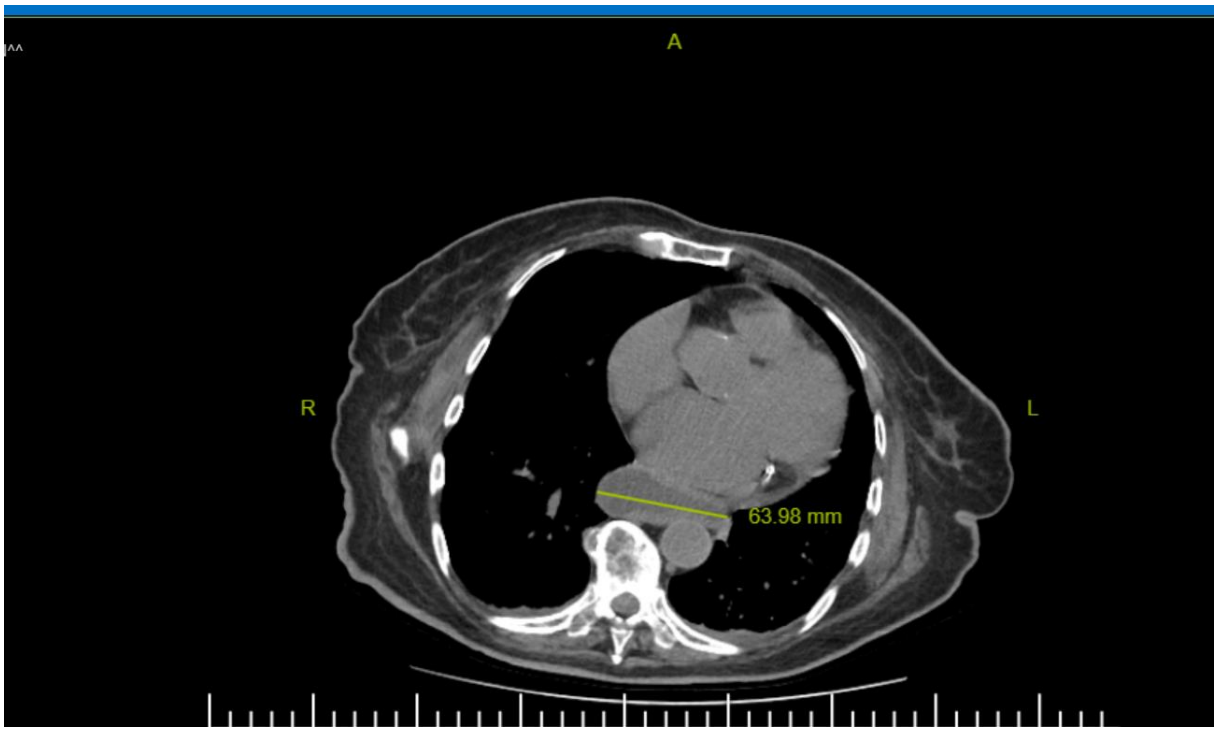
BULGULAR:

OLGU 1; 78 yaşında kadın hasta 1 ay önce vaginal prolapsus operasyonu sonrası başlayan yutma güçlüğü nedeniyle başvurdu. Diabetes mellitus ve hipertansiyon nedeniyle takipte olan hastanın anemnezinde 1 yıl önce akalazya nedeniyle dış merkezde POEM (Peroral endoskopik myotomi) hikayesi mecvuttu.Yapılan üst GİS endsokopide özofagus distalde geçişi zorlaştıran darlık saptandı.Radyolojik görüntülemede ÖGB (özofagogastrik bileşke) de darlık ve proksimalinde dilatasyon saptandı (Resim 1). Hastaya laparoskopik heller myotomi+dor fundoplikasyonu uygulandı.Postoperatif 1. Günde oral başlanan hasta, 5.günde taburcu edildi. 9.ay kontrolünde nüks izlenmedi.

OLGU 2; 55 yaşında erkek hasta son 6 aydır devam eden yemeklerle artan karın ağrısı ve yutma güçlüğü ile başvurdu. Bilinen anksiyete ve hipertiroidi hikayesi mevcut.Yapılan endoskopik ve radyolojik görüntülemeler sonucu akalazya tanısı konan hastaya balon dilatasyon uygulanmış. Yetersiz cevap alınması üzerine cerrahi önerildi. Hastaya laparoskopik heller myotomi+dor fundoplikasyonu uygulandı.Postoperatif 1. Günde oral başlanan hasta, 4.günde taburcu edildi. 2.yıl kontrolünde nüks izlenmedi.

SONUÇ: Akalazya tedavisinde minimal invaziv girişimler (Botulinum enjeksiyonu,Balon dilatasyon,POEM) daha yaygınlaşmakta olup; deneyimli endoskopist, yeterli ekipman eksikliği ve nüks vakalar nedeniyle cerrahi myotomi sık olarak uygulanan yöntemdir.

Resim 1:



INTRODUCTION: Achalasia is a rare motor dysfunction of the esophagus that develops as a result of increased pressure and insufficient relaxation in the lower esophageal sphincter. It was first called achalasia by Sir Arthur Hurst in 1927. Barium radiographs, manometric studies, and upper gastrointestinal system endoscopy are used in the diagnosis of the disease, the etiology of which cannot be definitively elucidated. Treatment options are medical, endoscopic interventions, or surgery depending on the clinical situation. In our study, we aimed to present the demographic data and surgical methods of the two cases we operated on for achalasia.

METHODS: Two patients who underwent Heller myotomy+Dor fundoplication at SBU Samsun Training and Research Hospital between August 2020 and August 2022 were evaluated retrospectively by patient files.

RESULTS: CASE 1; A 78-year-old female patient was admitted 1 month ago due to swallowing difficulties that started after a vaginal prolapse operation. The patient, who was on follow-up due to diabetes mellitus and hypertension, had a history of POEM (Peroral endoscopic myotomy) in the external center 1 year ago due to achalasia in her anamnesis. In the upper GIS endoscopy, stenosis was detected which made it difficult to pass through the esophagus. Radiological imaging revealed stenosis and proximal dilation in the ESGB (esophagogastric junction) (Figure 1). The patient underwent

laparoscopic Heller myotomy+Dor fundoplication. The patient who started orally on postoperative day 1, was discharged on postoperative day 5. There was no recurrence during a 9-month follow-up.

CASE 2; A 55-year-old male patient presented with abdominal pain and difficulty in swallowing increased with the meals that have been going on for the last 6 months. There was a known history of anxiety and hyperthyroidism. The patient was diagnosed with achalasia as a result of endoscopic and radiological imaging and balloon dilatation was applied. Upon receiving an inadequate response, surgery was recommended. The patient underwent laparoscopic Heller myotomy+Dor fundoplication. The patient who started orally on postoperative day 1, was discharged on postoperative day 4. There was no recurrence during a 2-year follow-up.

CONCLUSION: Minimally invasive interventions (Botulinum injection, Balloon dilatation, POEM) are becoming more common in the treatment of achalasia. However, a lack of experienced endoscopists, lack of adequate equipment, and also for recurrent cases, surgical myotomy is a frequently performed method.

RUHSAL HASTALIKLARDA MANEVİYATIN YERİ

Dr. Öğr. Üyesi, Tülay YILDIRIM ÜŞENMEZ

Dicle Üniversitesi, ORCID ID:0000-0002-9979-9654

ÖZET

Bu derleme ruhsal hastalıklarda maneviyatın yerini irdelemek amacıyla yapılmıştır. Farklı şekillerde meydana gelen birçok farklı ruhsal hastalık bulunmaktadır. Bu ruhsal hastalıklar, genellikle anormal düşüncelerin, algıların, duyguların, davranışların ve başkalarıyla ilişkilerin birleşiminden oluşmaktadırlar. Ruhsal hastalıkların yaşam boyu sürmesi ve tedaviye hızlı bir şekilde cevap alınamaması bireylerde çaresizlik düşüncelerinin oluşmasına yol açabilmektedir. Ruhsal hastalığı olan bireyler de bu durumun üstesinden gelebilmek için maneviyata yönelebilmektedirler. Maneviyat (spiritualite) dini de kapsayan bireyin yaşama arzusu, hayata bağlılık gibi içsel kaynaklarının tümüdür. Maneviyatın ruhsal hastalıklar da dahil olmak üzere diğer birçok hastalıkta sağlık üzerine olumlu etkileri olduğu gösterilmiş durumdadır. Bütüncül bakımı temel alan hemşirelikte, ruhsal hastalığı olan bireylerin bakımında manevi gereksinimlerin belirlenmesi ve maneviyatı geliştirmeye yönelik müdahalelerin yapılması verilecek bakımın kalitesini arttırmaya katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Ruhsal Hastalıklar, Maneviyat, Hemşirelik, Bakım

1. GİRİŞ

DSÖ'nün verilerine göre; dünyada ve ülkemizde ruhsal hastalıkların, yeti yitiminin en önemli sebeplerinden biri olduğu belirtilmektedir (Abay&Çölgeçen, 2018; Binbay et al., 2014). Farklı şekillerde meydana gelen birçok farklı ruhsal hastalık bulunmaktadır. Bu ruhsal hastalıklar, genellikle anormal düşüncelerin, algıların, duyguların, davranışların ve başkalarıyla ilişkilerin birleşiminden oluşmaktadırlar (WHO, 2013). Ruhsal hastalıkların yaşam boyu sürmesi ve tedaviye hızlı bir şekilde cevap alınamaması bireylerde çaresizlik düşüncelerinin oluşmasına yol açabilmektedir. Ruhsal hastalığı olan bireyler de bu durumun üstesinden gelebilmek için maneviyata yönelebilmektedirler (Krägeloh et al., 2015; Sawatzky et al., 2009). Maneviyat (spiritualite) dini de kapsayan bireyin yaşama arzusu, hayata bağlılık gibi içsel kaynaklarının tümüdür (Arslan&Konuk-Şener, 2009; Balboni et al., 2009). Maneviyatın ruhsal hastalıklar da dahil olmak üzere diğer birçok hastalıkta sağlık üzerine olumlu etkileri olduğu gösterilmiş durumdadır. Ruhsal hastalığı olan bireyler tedavi planlarında maneviyatın yer almasını istedikleri belirtmişlerdir (Miles, 2002). Maneviyatın ruhsal hastalığı olan bireylerin hastalıklarıyla başa çıkmada ve iyileşme sürecine yardım etmede merkezi bir rol oynadığı belirtilmiştir (Hodge, 2004). Yapılan çalışmalar din ve maneviyatın şizofrenili bireylerin tıbbi tedaviye yönelik tutumlarını etkileyebileceğini göstermektedir (Borras et al., 2007; Mohr, 2004). Bütüncül bakımı temel alan hemşirelikte, ruhsal hastalığı olan bireylerin bakımında manevi gereksinimlerin belirlenmesi ve maneviyatı geliştirmeye yönelik müdahalelerin yapılması verilecek bakımın kalitesini arttırmaya katkı sağlayabilir.

2. TARTIŞMA VE SONUÇ

Mitchell&Romans bipolar affektif bozukluk tanılı bireylerle yaptığı çalışmada bireylerin çoğunun güçlü dini ya da manevi inançlara sahip olduğunu belirlemişlerdir (Mitchell&Romans, 2003). Hastaların hastalıklarıyla ve stresli durumlarla başa çıkmada din ve maneviyatı yaygın bir şekilde kullandığı belirtilmiştir (Koenig, 2012). Bunun yanı sıra, ruhsal hastalığı olan birçok bireyin stresli durumlarla başa çıkmada maneviyatı ve dini kaynak olarak kullandığı da belirtilmiştir (Verghese, 2008). Şizofrenili bireylerin çoğu maneviyatın günlük yaşamlarında önemli bir yeri olduğunu ve yaşamın anlamını, amacını bulmada gerekli olduğunu belirtmişlerdir (Huguelet et al., 2011; Mohr et al., 2012). Bazı çalışmalarda şizofrenili bireylerin psikozla baş etmede maneviyatın ve dindarlığın önemli bir yerinin olduğu belirtilmiştir (Danbolt et al., 2011; Mohr et al., 2007). Yine başka bir çalışmada dindarlık/maneviyat ile baş etme becerileri arasında önemli bir ilişki olduğu vurgulanmıştır (Das et al., 2018). Corrigan ve ark. ciddi ruhsal hastalığı olan bireylerle yaptığı çalışmada, dindarlık ve maneviyatın iyi oluş ve psikiyatrik semptomlarla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (Corrigan et al., 2003). Yüksek maneviyatın depresyonu olan bireylerin tedavi yanıtlarına olumlu katkısı olduğu bildirilmiştir (Kim et al., 2015). Türkiye'de hastalıkla baş etmede inancın, dua etmenin, kutsal birinin varlığına inanmanın önemli bir yeri bulunmaktadır. Maneviyatın olumlu etkileri hastalığın sadece ruhsal sonuçlarına değil aynı zamanda hastalığın sebep olduğu zorlukların üstesinden gelebilmeye de etki etmektedir. Ruhsal hastalıkların semptomları ve kronik hale gelen hastalıklarla başa çıkmada maneviyatın önemli bir role sahip olduğu ve olumsuzluklara karşı koruyucu bir mekanizma görevi gördüğü söylenebilir. Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında manevi bakım kavramının modern hemşirelikteki bütüncül bakım içerisinde önemli bir rolü üstlendiği görülmektedir. Sağlık ekibi içerisinde hastalarla en fazla etkileşim halinde ve hastaların bakımından primer sorumlu olan hemşirelere bu konuda önemli sorumluklar düşmektedir. Öncelikle hemşirelerin bakımları altındaki hastalar üzerinde doğrudan etkileri olduğu için kendi maneviyatlarını değerlendirmeleri daha sonra da hastaların manevi bakım gereksinimlerini saptayarak buna yönelik bakım vermeleri gerekmektedir. Hemşirelerin hemşirelik bakımını sadece tıbbi bakımla sınırlandırılmayıp aynı zamanda sosyal, psikolojik ve maneviyatı da içeren bütüncül bakımı içermelidir. Hemşirelerin bakım verirken ruhsal hastalığı olan bireylerin manevi ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Bu sebeple, hemşirelere ruhsal hastalığı olan bireylerin bakımında maneviyatın öneminin vurgulanması, bununla ilgili eğitimler verilmesi ve maneviyatın hemşirelik bakımına entegre edilmesi gerektiği önerilebilir.

KAYNAKÇA

Abay, A. R., & Çölgeçen, Y. (2018). Psychiatric social work-duties and responsibilities of social workers in preventive, therapeutic and rehabilitative mental health. *International Journal of Society Researches*, *9*(16), 2147-2185. https://doi.org/10.26466/opus.484950

Arslan, H., & Konuk Şener, D. (2009). Stigma, spiritüalite ve konfor kavramlarının Meleis' in kavram geliştirme sürecine göre irdelenmesi. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, *2*(1), 51-58.

Balboni, T. A., Paulk, M. E., Balboni, M. J., Phelps, A. C., Loggers, E. T., Wright, A. A., ... & Prigerson, H. G. (2010). Provision of spiritual care to patients with advanced cancer: associations with medical care and quality of life near death. *Journal of Clinical Oncology*, *28*(3), 445. https:// doi.org/10.1200/JCO.2009.24.8005

Binbay, T., Direk, N., Aker, T., Akvardar, Y., Alptekin, K., Cimilli, C., ... & Ulaş, H. (2014). Psychiatric epidemiology in Turkey: main advances in recent studies and future directions. *Turkish Journal of Psychiatry*, *25*(4), 264-281. https://doi.org/10.5080/u7463

Borras, L., Mohr, S., Brandt, P. Y., Gilliéron, C., Eytan, A., & Huguelet, P. (2007). Religious beliefs in schizophrenia: Their relevance for adherence to treatment. *Schizophrenia Bulletin*, *33*(5), 1238-1246. https://doi.org/10.1093/schbul/sbl070

Corrigan, P., McCorkle, B., Schell, B., & Kidder, K. (2003). Religion and spirituality in the lives of people with serious mental illness. *Community Mental Health Journal*, *39*, 487-499. https://doi.org/10.1023/B:COMH.0000003010.44413.37

Das, S., Punnoose, V.P., Doval, N., & Nair, V. Y. (2018). Spirituality, religiousness and coping in patients with schizophrenia: A cross sectional study in a tertiary care hospital. *Psychiatry Research*, 265,238–243. https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.04.030

Hodge, D. R. (2004). Spirituality and people with mental illness: Developing spiritual competency in assessment and intervention. *Families in Society*, *85*(1), 36-44.

Huguelet, P., Mohr, S., Betrisey, C., Borras, L., Gillieron, C., Marie, A.M., Rieben, I., et al. (2011). Randomized trial of spiritual assessment of outpatients with schizophrenia: patients' and clinicians' experience. *Psychiatr Serv*, 62(1),79-86. https://doi.org/10.1176/ps.62.1.pss6201_0079

Kim, N. Y., Huh, H. J., & Chae, J. H. (2015). Effects of religiosity and spirituality on the treatment response in patients with depressive disorders. *Comprehensive Psychiatry*, *60*, 26-34. https://doi.org/10.1016/j.comppsych.2015.04.009

Koenig, H. G. (2012). Religion, spirituality, and health: the research and clinical implications. *ISRN Psychiatry*, 2012, 278730. https://doi.org/10.5402/2012/ 278730

Krägeloh, C. U., Henning, M. A., Billington, R., & Hawken, S. J. (2015). The relationship between quality of life and spirituality, religiousness, and personal beliefs of medical students. *Academic Psychiatry*, *39*, 85-89. https://doi.org/10.1007/s40596-014-0158-z

Miles, J. (2002). Treatment combines spirituality with psychiatry. *American Academy of Pediatrics, USA.*

Mitchell, L., & Romans, S. (2003). Spiritual beliefs in bipolar affective disorder: Their relevance for illness management. *Journal of Affective Disorders*, *75*(3), 247-257. https://doi.org/10.1016/s0165-0327(02)00055-1

Mohr, S. (2004). The relationship between schizophrenia and religion and its implications for care. *Swiss Medical Weekly*, *134*(2526), 369-369.

Mohr, S., Borras, L., Nolan, J., Gillièron, C., Brandt, P.Y., Eytan, A., Leclerc, C., et al. (2012). Spirituality and religion in outpatients with schizophrenia: A multi-site comparative study of Switzerland, Canada, and the United States. *Int J Psychiatry Med*, 44,29–52. https://doi.org/10.2190/PM.44.1.c

Sawatzky, R., Gadermann, A., & Pesut, B. (2009). An investigation of the relationships between spirituality, health status and quality of life in adolescents. *Applied Research in Quality of Life*, *4*, 5-22. https://doi.org/10.1007/s11482-009-9065-y

Verghese, A. (2008). Spirituality and mental health. *Indian Journal of Psychiatry*, 50(4), 233–237. https://doi.org/10.4103/0019-5545.44742

World Health Organization. (2013). Mental Health Action Plan 2013-2020. https://apps.who.int/iris/handle/10665/89966 (Erişim tarihi: 01.04.2023)

YOL AYDINLATMASINDA KULLANILAN LED LAMBALAR İLE YÜKSEK BASINÇLI SODYUM BUHARLI LAMBALARIN KARŞILAŞTIRMASI

Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ
Bitlis Eren Üniversitesi, 0000-0002-4957-1782
Elektrik-Elektronik Mühendisi, Suat AVCİL
Bitlis Eren Üniversitesi, - 0009-0001-3173-300X

ÖZET

Elektrik enerjisine olan talebin her geçen gün artması nedeniyle elektrik enerjisinin verimli ve daha tasarruflu kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Ülkemizde enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için, enerjinin kullanıldığı alanları mercek altına alıp, mevcut sistemleri teknoloji ile daha iyi bir düzeye getirmek için çeşitli adımlar atılmaktadır. Bu çalışma alanlarından birisi de enerjinin tüketildiği aydınlatmadır. Ülkemizde tüketilen enerjinin yaklaşık % 20'si aydınlatmada kullanılmaktadır. Aydınlatmada, yol aydınlatmasının payı yüksektir. Ayrıca dış aydınlatmanın içinde yol aydınlatmasının kontrol ve gözlene bilirliği kolay olduğundan bu alanda çalışma yapmak ülkeler açısından daha kolaydır. Ülkemizde yeni nesil teknolojiler hızla benimsenmekte, takip edilmekte ve uygulanmaktadır. Yol aydınlatmalarında kullanılan lambalar ve armatürler teknoloji ile birlikte sürekli değişim göstermiştir.

Yapılan çalışmada, yol aydınlatmasında kullanılan lambaların karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır. Yol aydınlatmasında kullanılan lambalar yeni nesil teknolojik lambalar ile sürekli değişip günümüze kadar gelmiştir. Ülkemizde yol aydınlatmasında en çok kullanılan yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalardır. Ayrıca yeni nesil teknolojik lambalar olarak kabul edilen LED lambalar da aydınlatma piyasasında geniş kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Bu çalışmada aydınlatma tesislerinde en fazla tercih edilen yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar ile LED lambaların analizi yapılmıştır. Bu analizleri kıyas etmede DIALüx programı kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yol Aydınlatması, Lambalar, Armatürler, LED, DIALüx

1. GİRİŞ

Ülkelerin artan nüfus yoğunlukları ve toplumsal ihtiyaçlar, ticari ilişkiler ve ulaşım ihtiyaçları neticesinde kara yollarındaki trafik yoğunluğu artmakta, risksiz taşımacılık daha önem kazanmaktadır. Ülkemizde yol aydınlatmalarında tüketilen elektrik enerjisi, toplam tüketilen elektrik enerjisinin %3'ne denk gelmektedir. Ülkemizde üretilen elektrik enerjisinin %55,86'sı yenilenemeyen enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Ayrıca bu enerjinin %39,66'sı dışarıdan ithal edilen kömür ve doğalgazdan üretilmektedir. Bu da elektrik enerjisi tüketen mevcut ve yapılacak aydınlatma tesisatlarının gözden geçirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Karayollarında hem gündüz hem de geceleri trafik yoğun olarak devam etmektedir. Güneş battıktan sonra arabanın kendi ışığı ile sürücülerin aydınlatma ihtiyacı kısmen karşılansa da yolların trafik yoğunluğu ve araçların hızları düşünüldüğünde söz konusu aydınlatmayı araç farları ile sağlamak mümkün değildir. Yerleşim yerlerinin yoldan geçen araç farları ile aydınlatılması düşünülemez. Bunun sürücülere ve yayalara; konforlu, güvenli ve görme koşulları için gerekli kriterler sağlanarak aydınlatma yapılmalıdır. Ayrıca yerleşim yerlerinin halka açık, umumi yerlerin aydınlatılması güvenlik açısından çok önemlidir.

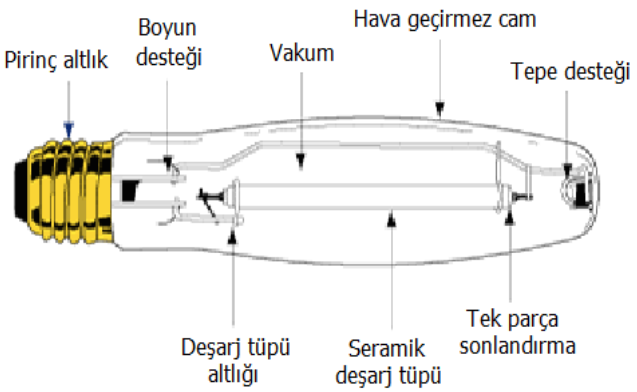
Aydınlatma sayesinde yerleşim yerlerinde suç oranları ciddi şekilde düşmektedir. Yol aydınlatmasında kullanılan lambalar ve armatürler teknolojik gelişmeler ile sürekli değişerek bu güne gelmiştir. Son zamanlarda aydınlatma ve enerji verimliliği giderek daha önemli hale gelmiştir [1, 2, 3]. Rüstemli vd. tarafından tünel aydınlatmasında LED aydınlatma uygulaması yapılmıştır [1].

Yol aydınlatmalarında hâlihazırda uygulama projelerinde aktif bir şekilde uygulanan ışık kaynakları, yüksek basınçlı civa buharlı lambalar, metal halinde lambalar, alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar, yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar ve LED (ışık yayan diyot) lambalardır. Ülkemizde yol aydınlatmasında hali hazırda en çok kullanılan yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar ve LED (ışık yayan diyot) lambalardır.

2. DENEYSEL UYGULAMALAR

2.1. Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambalar

Ticari olarak 1946 yılından bu yana dış mekânların aydınlatılmasında kullanılan yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar (YBSBL) dünyada en çok kullanılan sokak lambalarıdır. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın iç yapısı görsel 1'de gösterilmiştir.



Görsel 1. Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambanın İç Yapısı

Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambanın güç değerleri 35 W-1000 W, etkinlik değeri ise balast kaybı dâhil olmak üzere 70-150 lm/W arasındadır. Lambanın ömürleri 10000-24000 saattir [4]. Aşağıda yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların avantaj ve dezavantajları belirtilmiştir.

Avantajları; Verimleri yüksektir ve yenileme yoluna gidilirse civa buharlı lamba uygulamalarının yerini rahatlıkla alabilir, Lamba ömrü alçak basınçlı sodyum buharlı lambalardan daha uzundur, Boyut olarak floresan ve alçak basınçlı sodyum buharlı lambalardan daha küçüktür, çok bağlantı tipine uyum gösterir.

Dezavantajları; Alçak basınçlı sodyum buharlı lambalar kadar olamasa da renksel geriverimleri yine kötüdür, Sodyumun yanında civa da içerdiğinden, ömürlerinin sonuna gelindiğinde imha edilmeleri, alçak basınçlı sodyum buharlı lambalarınkinden daha zahmetlidir, 52-100 V'luk düşük bir gerilimden sorumlu olan ve dolayısıyla da bir miktar güç kaybına sebeb olan balast ile kullanılırlar. Bu da tüm lambanın gerçek veriminin düşmesine neden olan bir durumdur.

2.2. LED Lambalar

LED'in açılımı İngilizce'de " Light Emitting Diode'' kelime grubunun baş harflerinden gelmektedir ve Türkçe'ye çevirirsek "ışık yayan diyot" demektir [4]. Uyarılan atomlar,

uyarılma konumundan normal konuma geçtiğinde enerji ortaya çıkar ve bu olay bir yarı iletkende gerçekleştiğinde, uyarılan atomlar bir miktar enerji ortaya çıkarırlar. Bu durumda normal silikonda açığa çıkan bu enerji görülmez. Örneğin Galyum, Arsenik, Fosfat gibi farklı bileşiklerde üretilen ışık görüle bilinmektedir. LED lambalar görsel 2'de, 150 W LED sokak lambası ise görsel 3'te gösterilmiştir.

Görsel 2. LED Lambalar **Görsel 3. 150 Watt LED Sokak Lambası**

İlk üretildiklerinde genel aydınlatmalar için kullanımı pek uygun olmayan LED'lerin son yıllarda teknolojinin ilerlemesinden yerleşim alanında, cadde, sokak, kaldırımlar, bisiklet yolları, park ve bahçe gibi araba hızlarının zorunlu olarak sınırlandırıldığı alanlarda kullanımı uygun duruma gelmiştir. LED lambaların avantaj ve dezavantajları aşağıda belirtilmiştir.

Avantajları; Küçük boyutludurlar (Soğutucu büyük olabilir), Fiziksel olarak sağlam ve darbelere karşı dayanıklıdırlar, Uzun ömürlüdürler (50000-100000 saat arasındadır), Kesme bağlama elemanlarının LED'lerin ömürleri üzerinde etkisi çok azdır, Ortamın sıcaklığı düştüğünde daha iyi çalışırlar, Etkinlik faktörü değerleri büyüktür, LED'ler çok seri bir şekilde geliştirildiklerinden etkinlik faktörü değerleri de yükselmektedir, Farklı renk oluşturma imkânı vardır, Işınım olduğunda optiksel olarak ısınma oluşmaz, Çevre dostudur. Civa gibi zararlı gazlar içermez.

Dezavantajları; Yüksek fiyatlıdırlar ve kurulum maliyetleri fazladır, Düşük ışık akısına sahiptirler (10 W LED için 1250 lümendir). Bu nedenle birkaç LED paket dizinine ihtiyaç vardır, Renksel geriverimleri küçük değer olabilir, Lamba boyutu küçülürse yüksek ışık akısından dolayı kamaşma olabilir, Isı yönünden iyi tasarlanmalıdır. Lamba çalışırken oluşan ısının sistemden uzaklaştırılması problemleri vardır, Standardizasyon eksiklikleri vardır, Piyasada üretilen LED'lerin katalog değerleri ile gerçekte ölçülen değerler arasında değer farkları vardır. Bu değer farklarının akrediteli laboratuarda teyit edilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

2.3. LED ve Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambaların Karşılaştırılması

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar 1968 yılından beri yol, cadde, sokak ve benzeri dış mekânların aydınlatılmasında kullanılmaktadır [4]. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar ülkemizde sokak aydınlatmaları için en çok kullanılan aydınlatma kaynağıdır. Etkinlik değerleri Watt başına 12 lümendir. LED'lerin aydınlatma verimliliğindeki kayda değer gelişmeleri, sokak aydınlatmaları için alternatif bir kaynak olarak görülmektedir. LED

teknolojisindeki gelişmeler sayesinde, LED'lerin verimliliği Watt başına 160 lümene kadar çıkmış ve laboratuvar ortamında 240 lümen seviyelerine kadar geliştirilmiştir. LED'lerin yüksek kurulum maliyetlerinden dolayı sokak lambaları için kullanılmasında bir çekimserlik vardır. TEDAŞ'ın uyguladığı yeni aydınlatma projelerinde hala yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılmaktadır. Bazı illerin kendi bünyelerinde yaptıkları cadde ve bulvar aydınlatmalarında LED lamba kullanmaktadırlar. Çizelge 1'de yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba ile LED lambanın fotometrik değerleri karşılaştırılmıştır [4].

Çizelge 1. LED ve Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lambaların Karşılaştırması

	Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lamba	LED (Piyasa)	LED (Laboratuvar)
Işık Etkinliği (Lm/W)	110	150	240
Isı Verimliliği (%)	100	9	9
Elektrik Verimliliği (%)	85	9	9
Armatür Verimliliği (%)	75	9	9
Armatür Etkinliği Lm/W)	70.1	72.9	109.4

Bu verilere göre LED lambaların tipik ışık etkinliği piyasadaki yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalardan yüksektir. Ayrıca yıllardır kullanılan yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların verimliliklerini artırmak oldukça zordur. Sokak aydınlatmalarında daha küçük boyutlara sahip LED'ler çok noktalı ışık kaynağı olması ve yönlü ışık yaymalarından dolayı yol boyunca daha düzgün aydınlık sağlamaktadır. Ayrıca LED lambalar çevre dostudurlar çünkü sağlığa zararlı herhangi bir gaz içermezler [4].

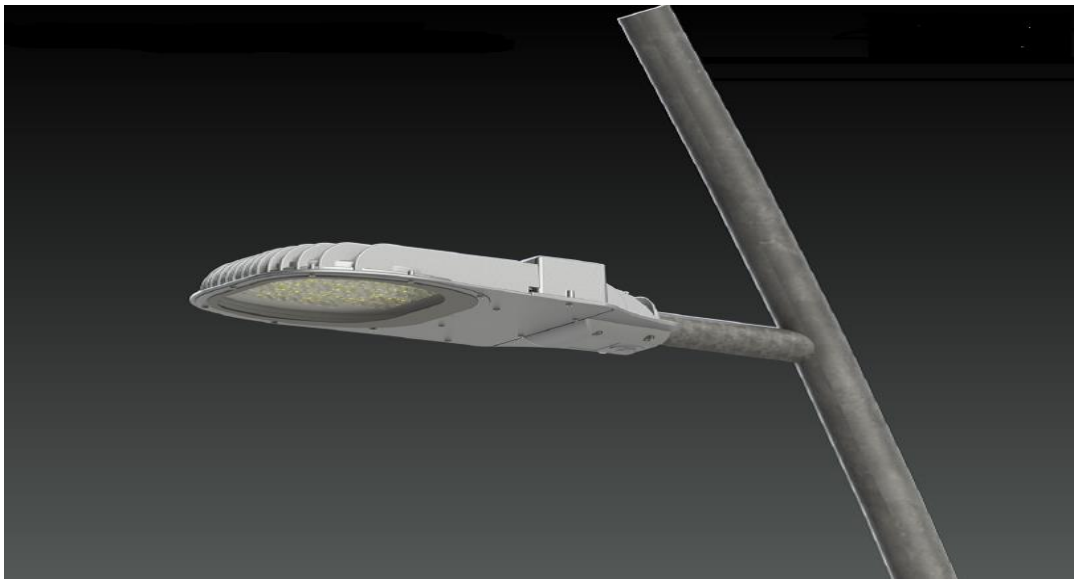
Temininde büyük güçlükler yaşanılan elektrik enerjisini tüketen sistemlerden biri de aydınlatma tesisatlarıdır. Enerji verimliliği kapsamında yoğun olarak yürütülen çalışmalar arasında, kolay uygulanabilir ve izlenebilir olduğu için yol ve sokak aydınlatmalarında LED'li armatürlerin kullanılması sürekli gündemdedir. Aydınlatma sektöründe kullanımı yaygınlaşmaya başlayan LED lambalar, il-ilçe belediyeleri ve enerji dağıtım şirketleri tarafından kullanılmaya başlanmıştır.

LED dönüşüm uygulamasının yapıldığı saha, Muş İli'nin en işlek ve yoğun trafiğe sahip olan İstasyon Caddesi'dir. Dönüşüm için seçilme nedeni Muş Belediyesi'nin bu sahada alt-üst yapı çalışması yapmasıdır.

LED aydınlatmadan sonra İstasyon Caddesi görünümü görsel 4'teki gibi olmuştur. Resim aydınlatma tesisinin yapıldığı yaz mevsiminde çekilmiştir.

Görsel 4. LED Dönüşümü Yapıldıktan Sonra Muş İli İstasyon Caddesi

Bu aydınlatma sahasında mevcut aydınlatma orta refüj santrifüj betonarme direklerden oluşmaktaydı. Kullanılan lambalar ise 250 W yüksek basınçlı sodyum buharlı armatürlerden oluşmaktaydı. Aydınlatma yapılan toplam mesafe 3.2 kilometredir. Muş İstasyon Caddesi yeni aydınlatma armatürleri görsel 5'da verilmiştir.



Görsel 5. Muş İstasyon Caddesi Yeni Aydınlatma Armatürleri

Mevcut çalışma sahasında 98 adet direk, 196 adet armatürde yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba kullanılmakta idi. LED dönüşümü yapıldığında 195 adet direk, 195 adet de LED lamba kullanılmıştır. Kullanılan armatür (HPS1Y-144S-150 AC) 150 W gücünde 18000 (lm) ışık akısına sahiptir [1].

Aydınlatmada kullanılan lambalar elektriğin kullanılmasından bugüne kadar sürekli değişerek ve gelişerek günümüze ulaşmıştır. TEDAŞ'ın sorumluluğunda olan sokak, cadde, bulvar, şehirlerin giriş çıkışlarındaki yollar ve halka açık umumi yerlerin aydınlatılmasında uzun süreden beridir yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılmaktadır. Yeni nesil teknoloji olarak değerlendirilen LED lambaların dış mekân aydınlatmalarda kullanımı ve kullanım sonucu elde edilecek enerji tasarrufu ve bu enerji tasarrufu ile yapılacak maliyet analizi ve sistemin kendini amorti etme süresi hesaplanarak çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bölgedeki aydınlatma direk ve armatürlerin çeşidi, sayısı, güçleri, coğrafi konumları ile ilgili veriler VEDAŞ (Vangölü Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) Muş İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Dönüşümde kullanılacak olan LED lambalar ise Muş Belediyesi tarafından seçilmiştir.

Toplam direk sayıları toplam yol uzunluğunun direk ara mesafelerine bölünmesi ile elde edilmiştir. Mevcut aydınlatma tesisi dönüşümünde, 196 adet 250 W armatür 98 adet santrifüj betonarme aydınlatma direği (12/3) demontaj edilecekti. Bunun yerine 195 adet LED armatür, 195 adet alüminyum aydınlatma direği, 1950 metre 2*2,5 nym kablo, 195 adet 6 A anahtarlı otomatik sigorta, 6790 metre 4*10 nyy kablo ve 6790 metre 1*35 örgülü bakır, 360 metre 1*50 kablo ve 30 adet topraklama kazığı kullanılmıştır. Ayrıca 1075 metreküp kablo kanalı yapılmıştır. Yukarıda belirtilen tüm malzemelerin TEDAŞ 2018 Elektrik Proje ve Tesis Birim Fiyat Kitabı'na göre keşfi çıkarılıp kurulum maliyeti hesaplanmıştır. Ayrıca çizelge 2'de tüm direk tiplerine göre LED armatür ile oluşan maliyet ve çizelge 3'te tüm direk tiplerine göre YBSB armatür ile oluşan maliyet verilmiştir.

Çizelge 2. Tüm Direk Tiplerine Göre LED Armatür ile Oluşan Maliyet

Aydınlatma direk tipi	Maliyet (TL)
Alüminyum direkli LED aydınlatma	2.513.961,52
Beton direkli LED aydınlatma	958.888,05
Galvaniz direkli LED aydınlatma	892.430,33

Çizelge 3. Tüm Direk Tiplerine Göre YBSB Armatür ile Oluşan Maliyet

Aydınlatma direk tipi	Maliyet (TL)
Beton direkli YBSBL aydınlatma	773.326,47
Galvaniz direkli YBSBL aydınlatma	706.868,75

Aydınlatma tesislerinde kullanılan direk ve armatür haricinde diğer malzemeler aynıdır. Çizelge 2 ve çizelge 3'deki maliyet farklarının nedeni armatür ve direk tiplerinin farklı olmasıdır. Çizelge 2'den görüldüğü gibi LED aydınlatma sisteminin kurulum maliyeti YBSB aydınlatma sisteminden fazladır. Eğer aydınlatma direkleri alüminyum değil de galvaniz veya beton direk olarak seçilse kurulum maliyeti azalırdı. LED aydınlatma yapılsa bile çelik galvaniz aydınlatma direklerinin statik hesapları LED armatüre göre yapılmalı. Alüminyum aydınlatma direklerinin birim fiyatları çok yüksektir. Bu nedenle sadece aydınlatma armatürünü taşıyacak sade direkler tercih edilmelidir. Genel aydınlatma yönetmeliğine göre ülkemizde aydınlatma armatürlerinin günlük 11,5 saat çalıştığı kabul edilmektedir. Bu durumda, şebekeden çekilen toplam güç, saatlik olduğundan, bir günde çekilen toplam güç 11,5 ile çarpılır. Böylece günlük aydınlatma için tüketilen yük bulunur. Günlük Enerji Tüketimi = Şebekeden Çekilen Güç (saatlik)*11.5 olarak yazılabilir. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba ile LED armatürlerin yıllık tüketim bedelleri hesaplanıp çizelge 4'de, YBSB ile LED lambanın farklı direk tipine göre kullanıldığında oluşan maliyet farkı ve amorti süreleri ise çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lamba ile LED Lambanın Yıllık Tüketim Bedelleri

Kullanılan sistem	Çekilen güç (saatlik) (kW)	2018yılı Ağustos Dönemi 1kWh bedeli (TL)	Günlük enerji tüketim bedeli (TL)* (11.5 saat)	Aylık enerji tüketim bedeli (TL)	Yıllık enerji tüketim bedeli (TL)
YBSBL ile aydınlatma	56,957	0,26033	170,5175848	5115,527454	61386,32945
LED aydınlatma	27,69	0,26033	82,89818355	2486,945507	29843,34608
YBSBL aydınlatma ile LED aydınlatma arasındaki fiyat farkı (TL)			Günlük enerji tüketim farkı (TL)	Aylık enerji tüketim farkı (TL)	Yıllık enerji tüketim farkı (TL)
			87,61939827	2628,581948	31542,98338

Çizelge 5. YBSB ile LED Lambanın Farklı Direk Tipine Göre Kullanıldığında Oluşan Maliyet Farkı ve Amorti Süreleri

Aydınlatma tipleri	Maliyet farkı (TL)	Amorti süresi (yıl)
Beton direkli LED ile beton YBSBL maliyet farkı	185561,58	5,88
Galvaniz direkli LED- ile galvaniz direkli YBSBL maliyet farkı	185561,58	5,88
Alüminyum direkli LED İle beton direkli YBSBL maliyet farkı	1740635,05	55,18
Alüminyum direkli LED ile galvaniz direkli YBSBL maliyet farkı	1807092,77	57,29

Yukarıda belirtilen 3 durumda farklı amorti süreleri çıkmıştır. Bu nedenle LED dönüşümü yapılacak bölgeler hassasiyetle seçilmelidir. Başta sadece LED armatürün değişeceği alanlar seçilmelidir. Eğer direk ve armatür değiştirilip LED dönüşüm yapılacaksa bunun da maliyeti çok fazladır. Eski direk yerlerine montaj edilmesi gerekir. Bu da beraberinde birçok problem getirir. Eğer sistem tümüyle komple dönüştürülecek ise, zorunlu haller dışında bu yapılması uygun değildir. Çünkü maliyeti yeni tesisat yapmaktan daha fazladır.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde enerjide tasarrufa yönelik çalışmalar sürekli yapılarak ve yapılan çalışmalar revize edilerek dünya genelinde uygulanmaktadır. Yol aydınlatma tesisleri için de son yıllarda enerjiyi verimli kullanma gereksinimi doğmuştur. Yol aydınlatma tesisatlarında verimlilik ve tasarrufu arttırmak için en kolay yöntem olarak verimsiz olan armatürlerin daha verimli olanlarla değiştirilmesi düşünülebilir. Tabi bu aynı sistemle çalışan deşarj lambalar için geçerlidir. Fakat yeni teknolojik LED lambalar ile mevcut şebekedeki tüm aydınlatma parametreleri kıyaslanmaya ve özellikle direklerin statik hesapları yeniden yapılmalıdır.

Yol aydınlatmasının temel kriterlerine uygun olarak, sürücülere konfor sağlamalı ve trafikte güvenlik şartlarını sağlamalıdır. Bunun için tesis edilen aydınlatma tesisleri, yol yüzeyinde belirlenen aydınlatma kriterlerini sağlamak zorundadır. Ülkemizde hâlihazırda yol

aydınlatmasında kullanılan armatürlerin çoğu yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalardır. Yaklaşık 10 yıldır yeni nesil teknolojik lamba olarak adlandırılan LED lambalar da kullanılmaya başlandı.

Yapılan çalışmada yol aydınlatmasında kullanılan lambaların detaylı bir şekilde avantaj ve dezavantajları belirtilmiş, LED dönüşümü yapılan Muş İli İstasyon Caddesi için veriler alınmıştır. Alınan veriler incelendiğinde; Ayrıca yapılan kurulum maliyetleri ve amorti süreleri kıyaslandığında yapılan yol aydınlatması için çok iyi bir LED aydınlatma tasarımı yapılmadığında amorti süreleri olumsuz etkilenmektedir.

Muş İli İstasyon Caddesi'ne yapılan çalışmada 250 W yüksek basınçlı sodyum buharlı orta refüj aydınlatma ile 150 W LED'li karşılıklı düzende yapılan aydınlatmada bariz görünen farklar bulunmaktadır. 150 W LED'li armatür ile toplam 448 metre kare alan aydınlatılırken. 250 W yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba ile toplamda 576 metre kare alan aydınlatılmıştır. LED lambaların ömürleri ortalama 12-15 yıl olarak düşünüldüğünde bu süre zarfını aşacak dönüşümler kesinlikle yapılmamalıdır. Ayrıca yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların ortalama kullanım süresi 5 yıldır. Bu değerler baz alınmalıdır. Aydınlatma sistemlerinde dönüşüm yapılacaksa, aydınlatma sisteminde sadece ekonomik ömrünü tamamlayan armatürler seçilmelidir. Aksi halde aydınlatma tesisatını besleyen kabloları, direkler LED dönüşüm için değiştirilmemelidir. Bütün bunlar kurulum maliyetini artırmaktadır. Yeni yapılacak LED aydınlatma tesisatları içinde uygun değer tasarım yapılmalıdır. Aydınlatma amacının dışına çıkılmamalıdır. Ayrıca yol aydınlatmasında kullanılan alüminyumdan yapılan direklerinin maliyeti çok fazladır. Mümkün oldukça orta refüj sistemi seçilmelidir. Direklere eklemler ve logolar azaltılmalıdır. Ayrıca belediyelerin kullandığı tüm direklerin TEDAŞ tarafından tip projeleri olmalıdır. Maliyeti artıran tasarımlardan kaçınılmalıdır. Kurulum maliyeti sadece lamba düzeyinde hesaplanmamalıdır. Aydınlatma sisteminin tümü göz önünde bulundurularak keşifleri yapılmalıdır. Yapılan keşiflere göre sonuçları değerlendirilmelidir.

4. KAYNAKLAR

[1] Rüstemli, S., Avcil, S., "Tünel Aydınlatmasında LED Armatür Kullanımı", Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt: 23, Sayı: 2, s. 168–181, Van, 2018.

[2] Kocaman, B., Rustemli, S., "Comparison of LED and HPS Luminaires in Terms of Energy Savings at Tunnel Illumination", Light & Engineering Vol. 27, No. 3, pp: 67 – 74, 2019.

[3] Kocaman, B., "Energy Efficiency in Lighting For Historical Buildings: Case Study of the El Aman Caravanserai in Province of Bitlis, Turkey", Light & Engineering Vol. 28, No. 4, pp: 68 – 76, 2020.

[4] Demir, Y., Yol Aydınlatmasında Kullanılan Lambaların Karşılaştırmalı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitlis, 2020.

TÜNEL AYDINLATMASINDA KULLANILAN LED AYDINLATMA ARMATÜRLERİ İLE YÜKSEK BASINÇLI SODYUM BUHARLI ARMATÜRLERİN ANALİZİNİN YAPILMASI

Prof. Dr. Sabir RÜSTEMLİ
Bitlis Eren Üniversitesi, - 0000-0002-4957-1782
Elektrik-Elektronik Mühendisi, Suat AVCİL
Bitlis Eren Üniversitesi, - 0009-0001-3173-300X

ÖZET

Günümüzde ulaşımı sağlayan karayolu, demiryolu ve yaya yolu gibi yolların yapımında gerek teknik yetersizlik gerekse ekonomik maliyetin yüksek olmasından dolayı yolun bir kısmı yer altından, tünellerden geçer. Sürücüyü zorlayacak, rahatsız edecek, doğa koşullarının durumuna göre sürüş güvenliğini tehlikeye atabilecek rampaları azaltmak ve seyahat mesafelerini kısaltmak için yol güzergâhındaki engeller tüneller açılarak geçilmektedir. Bu şekilde yol güzergâhındaki tüneller artmakta ve bu farklı özelliklerdeki tünellerin gece, gündüz aydınlatma yöntemleri değişmektedir. Ayrıca tünel teknolojisinin gelişmesi ile tünel içinde ve dışında birçok donanımın kullanılmakta olup bu donanımların çeşitlerine göre elektrik ihtiyaçları çeşitlilik göstermektedir.

Yapılan çalışmada; Tünel aydınlatmasının öneminden bahsedilerek Bitlis ilindeki 8 Ağustos Tünel'inin aydınlatılması ve aydınlatmanın karşılaştırılmalı analizi yapılmıştır. Bitlis 8 Ağustos Tünel'inin mevcut durumdaki aydınlatması yüksek basınçlı sodyum buharlı armatürlerle yapılmakta olup gereken enerjinin tümü şebekeden sağlanmaktadır. Bu çalışma kapsamında Bitlis 8 Ağustos Tünel'inin mevcut durumda aydınlatma için harcadığı enerji gerçek verilerle elde edilmiş ve daha sonra aynı sistemin LED aydınlatma ekipmanları kullanılarak yapıldığında alınan sonuçlar ilk durumla karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tünel, Tünellerde Aydınlatma, Aydınlatma Verimliliği

1. GİRİŞ

Kara yolu, demir yolu, deniz yolu, yaya yolu vb. gibi bir yolun bir kısmının yeryüzünden geçirilmesi teknik ya da ekonomik nedenlerden dolayı mümkün olmadığı durumlarda, yolun bu kesiminin yerin altından geçirilmesiyle oluşan yapıları tünel olarak da adlandırabiliriz. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte açılan tünellerin sayısı da artmıştır. Bu tünellerden güvenli bir şekilde seyahat edebilmek için tünel aydınlatılması ayrı bir önem arz etmektedir. Tünel aydınlatılmasındaki amaç; tünelden geçen araçların, tünel yaklaşım bölümlerinde var olandan daha az olmayan bir emniyet ve rahatlık ile tünele yaklaşmasını, tünelden geçmesini ve tünelden çıkmasını sağlamaktır.

Aydınlatılması gereken bir tünel aydınlatılmadığında veya yanlış bir şekilde aydınlatılması yapıldığında, yaklaşan sürücü için 'karanlık delik' izlenimi vereceğinden hayati kazalara neden olabilirler. Tünele doğru yaklaşan sürücü tünel girişini karanlık bir delik gibi görmemesi ve tünel içinde rahat bir yolculuk yapması için gözün karanlık adaptasyon kabiliyetini göz önüne alarak, tünellerde kademeli aydınlatma yapılması gereklidir. Literatürde tünel aydınlatma sistemleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Enerji verimliliği, birim enerjinin doğru yöntemler ve cihazlarla daha çok hizmet ve ürüne dönüştürülmesidir. Enerji verimliliği; aynı koşullar altında kaliteden ödün vermeden enerji tüketiminin azaltılması, enerji

kaynaklarının en etkin bir şekilde kullanılması anlamına gelmektedir. Enerji verimliliği, ülkelerin enerji politikalarında mühim bir yere sahip olmuştur. Enerji maliyetlerinin ve enerjiye olan ihtiyacın artması, enerji tasarrufunu mecburi hale getirmiştir. Enerji verimliliğinin artırılması, ek yeni enerji kaynakların kullanılması için yapılacak yatırımlardan daha ekonomiktir [1].

Aydınlatmada enerji tasarrufu, aydınlatmanın kalitesini düşürmeden ve iyi bir aydınlatmanın şartları yerine getirilerek yapılmalıdır. İyi bir aydınlatma, daha verimli aydınlatma elemanları ile sağlanacağı için, aynı aydınlatma seviyesinin daha az enerji tüketimi ile sağlanması mümkündür. Kullanılmayan alanların aydınlatılması ya da kullanılan alanlarda gereğinden fazla aydınlatma yapılması enerji sarfiyatına neden olmaktadır. Yetersiz aydınlatma emniyet ve konfor açısından sakıncalıdır. Aynı şekilde aşırı aydınlatma da kamaşma problemi nedeni ile görüş koşullarını tamamen bozmaktadır [2].

LED'lerin aydınlatmada kullanımı her geçen gün artmaktadır. Beyaz ışığın LED'lerde kullanımının başlamasıyla birlikte iç mekân aydınlatmasında, yol aydınlatmasında kullanılmaya başlamıştır. İlk yatırım maliyetinin LED'lerde yüksek olmasına rağmen etkinlik faktörlerinin 90-100 Lm/W, ekonomik ömürlerinin 35000-50000 saat gibi diğer lambalara kıyasla çok yüksek olması nedeniyle tercih edilmektedir [3].

Enerji Verimliliği Kanunu'nun doğru ve etkin bir şekilde uygulanabilmesi ancak gerekli yönetmelik, standart ve şartnamelerin uygun düzenlenmeleri ile mümkün olabilecektir. Lamba seçimi yapılır iken, etkinlik faktörünün yüksek verimlilik sınıflandırmasına sahip olmasına dikkat edilmelidir. LED ile yapılacak aydınlatma sistemlerinde % 75 ile % 93 arasında bir enerji tasarrufu sağlamak mümkün hale gelmiştir. LED teknolojisi iç mekân ve dış mekân aydınlatma uygulamalarında kullanıcı ve tasarımcılara sayısız çözümler sunmaktadır [4].

Yapılan bir çalışmada tren yolu tünellerinde flüoresan lamba yerine LED armatür kullanılmasının enerji tasarrufu, bakım kolaylığı sağladığı tespit edilmiştir [5].

Tünel aydınlatması ile iliği yapılan bir çalışmada, tünel girişinden fren mesafesi kadar uzağa, tünel ağzının merkezine yönlendirilecek şekilde parıltı ölçerler (luminansmetre) yerleştirilmesi uygun olacaktır. Parıltı ölçerlerle saptanan dış bölge parıltı düzeylerine göre tünel eşik ve geçiş bölgesi aydınlatmaları %100, %83,4, %66,6, %33,3, %16,6 olacak şekilde sadece armatürlerin yakılıp söndürülmesi ile kademelendirilecektir. Bu sayede armatürlerde maliyet ve bakım koşullarını da olumsuz yönde etkileyen dimmerleme (loşlaştırma) olasılığı kullanılmadan çözüm getirilmiş olacaktır [6].

Bir tünel aydınlatılmasında tünelin uzunluğuna bakılmaksızın yapılacak gece aydınlatması ile kritik uzunluktan daha uzun tüneller için yapılacak gündüz aydınlatması arasında bir ayrım yapmak gerekir [7]

Yapılan çalışmanın önemi, teorik çalışmalara ek olarak gerçek bir sistemin verilerini elde ederek bu veriler ışığında detaylı analiz yapılacak olmasıdır. Bu çalışmada Bitlis 8 Ağustos tünelinin aydınlatma tasarımında kullanılmak üzere Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı (YBSL) armatür ve LED armatür kullanılmıştır. Kullanılan bu armatürlerle ilgili bilgi verilerek bu armatürlerin kendi aralarında ve diğer aydınlatma elemanları ile kıyaslamaları yapılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Tünel Aydınlatmasında Kullanılan Işık Kaynaklarının Karşılaştırılması

Şebekeden çekilen enerjinin ışığa dönüşüm oranı o ışık kaynağının etkinliğinin bir ölçüsüdür. Enerjinin ışığa dönüşümü sırasında enerjinin bir kısmı ısıya dönüşür. Buradan hareketle ışığa dönüşüm oranı bir ışık kaynağından elde edilen etkinlik faktörü olarak tanımlanır. Etkinlik faktörünün birimi (lm/W)' tır. Çizelge 1' de bazı lambaların etkinlik

faktörleri gösterilmiştir [6].

Çizelge 1' den de görüleceği üzeri LED lambalar, Flüoresan lambalar, yüksek ve alçak basınçlı sodyum buharlı lambaların etkinlik faktörleri daha iyidir. Aynı zamanda bu lambalar ömür bakımından da diğer lambalara üstünlük sağlamaktadırlar. Bu nedenle tünel aydınlatmasında daha çok tercih edilmektedirler [8].

Bu armatür grupları içinde en çok tercih edilen ise Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Armatür' dür [9].

Çizelge 1. Lambaların Etkinlik Faktörleri

Lamba Tipi	Güç (W)	Işık Akısı (lm)	Etkinlik Faktörü (lm/W)
LED Lamba	8	470	59
Akkor Telli Lamba	75	900	12
Flüoresan (TL) Lamba	58	5200	90
Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lamba	100	10500	105
Alçak Basınçlı Sodyum Buharlı Lamba	180	32000	178
Yüksek Basınçlı Cıva (HPI) Lamba	1000	58000	58
Metal Halojen Lamba	2000	190000	95

Tünel aydınlatmasında kullanılan yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba Görsel 1'de gösterilmiştir.

Görsel 1. Tünel Aydınlatmasında Kullanılan Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lamba

2.2. Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Lamba

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların (YBSL) ark tüpünde sodyum, cıva ve ksenon gazı bulunun bu deşarj lambaların çalışma prensibi; 20 kPa basınçtaki ksenon gazının deşarjı ile başlar. Cıva buharı basıncın artmasını sağlar. Sonunda da sodyum buharının uyarılması ile ışık yayarlar. Ark tüpü çapı küçük olduğundan elektrotları yoktur. Ayrıca ateşlenme gerilimi transformatörden sağlanamayacak kadar büyük olduğundan bu lambaların ateşlenmesi için "ateşleyici-balast" adı verilen cihazlar kullanılır. Balastlardan elde edilen yüksek gerilimli (2250 – 4000 V) ve düşük enerjili darbeleri ksenon gazını iyonlaştırarak ateşlemeye başlatır. Sodyum gazının da buharlaşmasından sonra lambanın ışığı 2-6 dakika arasında hafif ve pembemsi sarı olan kararlı ışığa dönüşür. Bu ışımalar sonucu oluşan az

miktarda ultraviyole ışınımı lambanın iç yüzeyinin fosforla kaplanması ile filtre edilir. Ark tüpleri, seramik yapıya sahip dayanıklı, şeffaf, "polikristalin alüminyum oksit" ten yapılırlar. Kuvars yerine seramik yapının kullanılmasının nedeni, yüksek ısı derecelerinde sodyum buharının aşındırıcı etkileridir.

YBSL lambaların etkinlik faktörü balast kaybı dahil 70 lm/W ile 150 lm/W arasındadır. Ömürleri ise 10000 ile 24000 saat arasındadır. Yüksek ışık verimi ve ömrü; kahverengi ve gri renklere yani karayolları ve dolayındaki yapılara ilişkin iki ana renge yeterince iyi uyum, bu lambayı yol ve tünel aydınlatmalarında istenilir kılmıştır. Bu çalışmada da 8 Ağustos tünelinin bu lamba çeşidi ile aydınlatıldığı görülecektir [10, 11]. Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambanın dış görünüşü Görsel 2' de gösterilmiştir.

Görsel 2. Yüksek basınçlı Sodyum Buharlı Lambanın Dış Görünüşü

2.3. LED Lambalar

İngilizce "Light Emitting Diode" ifadesinin baş harflerinden oluşan LED kelimesi, ışık yayan diyot anlamındadır. Uyarılmış atomlar, uyarılmış durumdan normal duruma geçerken enerji açığa çıkmaktadır. Eğer bu olay bir yarı iletkende gerçekleşirse, uyarılan atomlar bir miktar enerji açığa çıkaracaktır. Silikon' da açığa çıkan bu enerji görülebilir ışık üretemezken, Galyum Arsenik Fosfat gibi farklı bileşiklerde bu mümkün olabilmektedir. Başlangıçta genel aydınlatma kullanımı için uygun olamayan LED'lerin gelişen teknoloji ile aydınlatmanın her alanında kullanılabilir hale gelmiştir. Aynı zaman da loşlaştırma yapılabilen LED'ler ışık kirliliği yaratmamakta ve bakım masrafları da düşüktür [12]. Görsel 3'te LED lambalar Görsel 4'te ise 150 Watt LED Sokak lambası gösterilmiştir.

Görsel 3. LED Lambalar

Görsel 4. 150 Watt LED Sokak Lambası

Görsel 5'te Bitlis Delikli Taş (T2) tünelinin LED armatürlerle aydınlatılması gösterilmiştir.

Görsel 5. Bitlis Delikli Taş (T2) tünelinin LED armatürlerle aydınlatılması

LED'lerin yüksek etkinlik faktörleri ve 50.000 saati geçen ömürleri bu lamba türünün diğer lamba türlerine karşı daha avantajlı bir duruma getirmiştir. Bu çalışmanın amacı daha önce yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba ile aydınlatılmış olan Bitlis 8 Ağustos Tünelinin, LED lamba ile aydınlatmasında çıkacak sonuçları ortaya koymaktır. Yüksek basınçlı sodyum buharlı (YBSL) armatürlerinin zamana bağlı akım, gerilim ve güç değerleri çizelge 2' de verilmiştir [13].

Çizelge 2. YBSL Armatüre Enerji Verildikten Sonra Belirli Zaman Aralıklarındaki Ölçüm Değerleri

Sure	Akım1	Akım 2	Gerilim 1	Gerilim 2	Güç 1	Güç 2
	(A)*	(A)**	(V) *	(V) **	(W)*	(W)**
30 sn	1,537	3,654	225,1	38,4	180	131
2 dk	1,378	3,151	225	79	264	208
5 dk	1,391	2,713	225,6	114,5	299	255
8 dk	1,405	2,588	255	121,8	301	259

Süre	THD_I (%)	THD_V (%)	PF
30 sn	24	2,4	0,52
2 dk	29,1	2,3	0,85
5 dk	30,7	2,2	0,95
8 dk	29	2,3	0,95

2.4. Tünel Aydınlatması Açısından Lambaların Kıyaslanması

Yüksek basınçlı sodyum buharlı lambaların (YBSL) ölçüleri küçültülerek, basınçları yükselttirilmiştir. Bundan dolayı da lambanın çalışma sıcaklığı yükselmiştir. Ayriyeten YBSL' nın içerisinde cıva da mevcuttur.

Çizelge 2 incelendiğinde zaman ilerledikçe lamba uçlarındaki gerilim 2 değeri artmakta, akım 2 değerinde ise azalma görülmektedir. Güç değerlerindeki farklılığın nedeni kullanılan transformatörün kayıplarından dolayı oluşmaktadır. Transformatör, ateşlemeden sonra balast görevi görmektedir. Bu nedenle transformatör üstünden geçen akım ile kayıp bir güç oluşur.

Balastın verimi kalkış esnasında %72 olmasına rağmen, kararlı duruma geçtiği zaman verimi, %86'ya kadar yükselir. Balast çıkışındaki gerilim 2 değeri, lambanın çalıştığı andan sekizinci dakikaya kadar olan sürede şebeke geriliminin altında bir değerdir. Bunun nedeni; balastın, çalışmaya başladığı ilk anda gerilimin büyük kısmını kendi üzerine almasından kaynaklanır. Bununla birlikte balastın bir diğer etkisi de akım değerlerini sınırlandırmak ve belirli bir zaman sonunda düzenli hale getirmektir [13]. Çok sayıda yüksek harmonikli yükler kullanılması durumunda trafoda ve aynı şebekeden beslenen diğer elektronik elemanlara ciddi biçimde zarar verirler. Aktif güç filtreleri kullanılarak yüksek akım ve gerilim harmoniklerinin zararları azaltılabilir. Akım harmoniklerinin değerleri (THD_i) %15, gerilim harmoniklerinin değerleri ise (THD_V) %5'in altında olması beklenir. LED armatürlerin zamana bağlı akım, gerilim ve güç değerleri ise çizelge 3'te verilmiştir [14].

Çizelge 3. LED Armatüre Enerji Verildikten Sonra Belirli Zaman Aralıklarındaki Ölçüm Değerleri

Sure	Akım1	Akım 2	Gerilim 1	Gerilim 2	Güç 1	Güç 2
	(A)*	(A)**	(V) *	(V) **	(W)*	(W)**
30 sn	0,57	0,501	226	228,2	123	115
2 dk	0,57	0,501	226	228,2	123	115
5 dk	0,57	0,501	226	228,2	123	115
8 dk	0,57	0,501	226	228,2	123	115

Süre	THD_I (%)	THD_V (%)	PF
30 sn	13,2	2,2	0,97
2 dk	13,2	2,2	0,97
5 dk	13,2	2,2	0,97
8 dk	13,2	2,2	0,97

(*): balast öncesi yapılan ölçümler; (**): balast sonrası yapılan ölçümler; (PF): güç faktörü

Çizelge 3'te görüldüğü üzere LED lambalı armatürün, akım ve gerilim değerleri zamanın her diliminde sabittir. Sürücünün verimi %93'tür. Aynı çizelgeye bakıldığı zaman gerilim harmoniklerinin değeri %15'in altında, akım harmoniklerinin değeri de %5'in altında olduğu görülür [14]

Sokak lambası için gerekli ışık akısı, tek bir LED'in gücü düşük olduğundan, 20-50 LED'den oluşan LED modülleri ile sağlanmaktadır. [15, 16]. Bütün bu karşılaştırmalar değerlendirildiğinde LED lambaların diğer lamba türlerine karşı bir üstünlüğü olduğunu göstermektedir.

2.5. Bitlis 8 Ağustos Tünelinin YBSL Armatür ile Aydınlatılması

Bitlis İlindeki 8 Ağustos tünelinin boyu 1958 metre uzunluğundadır. Tünel aydınlatması hesaplanırken Karayolları Genel Müdürlüğünün özel teknik şartnamesinde vermiş olduğu

değerler baz alınıştır. Özel teknik şartnamede aydınlatma ile ilgili verilen değerler şu şekildedir [17].

Yolda müsaade edilen hız değeri: 70 km/saat; Tasarım hızı: 80 km/saat; Yolun eğimi: %4;

Fren mesafesi: 100 metre; Dış bölge parıltısı: 3000 cd/m^2 ; Eşik bölgesi parıltısı: 150 cd/m^2 ;

Yol kaplaması: Asfalt sınıfı R3, q0= 0,07(cd/m^2)/lx; Tünel içi duvar kaplaması: Beton (yansıtma katsayısı 0,4); Bakım faktörü: 0,7

Karayolları Genel Müdürlüğü bu verilen değerlere göre tünelin aydınlatmasında istenen ışık şiddeti gereksinimlerini ve nasıl aydınlatma istediğini bölgelere göre şu şekilde belirtilmiştir [17]. Çizelge 4' de Bitlis 8 Ağustos tünelinde kullanılacak olan armatürlerin dizilimleri gösterilmiştir.

Çizelge 4. Bitlis 8 Ağustos Tünelinin Kademelere Göre Armatür Sayıları (YBSL)

Kademeler	400 W armatür sayısı (Sodyum Buharlı)	250 W armatür sayısı (Sodyum Buharlı)	150 w armatür sayısı (Sodyum Buharlı)	70 w armatür sayısı (Sodyum Buharlı)
1. Kademe (Gece Kademesi)	0	0	0	278
2 Kademe (% 25)	14	0	0	414
3. Kademe (% 50)	30	4	2	414
4. Kademe (% 75)	44	8	8	414
5. Kademe (% 100)	58	10	14	414
6. Kademe (Acil durum Kademesi)	0	0	0	134

Yapılan tasarımda Karayolları Genel Müdürlüğünün isteği doğrultusunda aydınlatma kademelere ayrılmıştır. Çizelge 4'den de görüleceği üzere bazı kademelerde aydınlatma armatür sayılarında artış gözükmektedir. Bu durumun sebebi gün ışığının fazla geldiği saatlerde göz adaptasyonun sağlanması için tünel içindeki aydınlatma seviyesinin artması gerektiğindedir. Geceleyin yolculuk yapan bir sürücü karanlık bir ortamdan tünele giriş yapacağından göz adaptasyonu için gerekli olan aydınlatma seviyesi daha düşüktür. Bu durumdan dolayı da 1. kademe (Gece kademesinde) armatür sayısı daha azdır. 6. kademenin (Acil durum kademesi) armatür sayısındaki azalmanın sebebi ise; tünele herhangi bir şekilde şebekeden enerji verilemeyeceği durumlarda kesintisiz güç kaynağından beslenebilecek maksimum armatür sayısının beslenerek eşik bölgesi parıltı değerinin 75 cd/m^2 olması durumundan kaynaklanmaktadır. Tünelde kullanılan toplam armatür sayısı ise 5. Kademedeki toplam armatür sayısı olan 496 adettir [18].

Burada önemli olan hangi kademenin hangi saatlerde devreye gireceğidir. Bunu da Luminansmetre cihazları belirlemektedir. Bu luminanasmetre cihazından gün içinde alınan değerler şu şekildedir [8].

1. kademenin devrede kalma süresi: 17 saat

2. kademenin devrede kalma süresi: 1 saat

3. kademenin devrede kalma süresi: 1 saat 30 dakika

4. kademenin devrede kalma süresi: 2 saat

5. kademenin devrede kalma süresi: 2 saat 30 dakika

6. kademenin devrede kalma süresi: 0 saat 0 dakika

Bu bilgiler ışığında sodyum buharlı armatürlerin kademelere göre devreye giren armatür sayısı, bu kademelerdeki toplam harcadıkları güç, armatür ve balast güçleri çizelge 5'de gösterilmiştir. Çizelge 6'da ise kademelerdeki armatürlerin günlük devreye girme saatleri, günlük ve yıllık harcanan toplam tüketim gösterilmiştir [8]

Çizelge 5. Bitlis 8 Ağustos Tünelinin Kademelere Göre Armatür Sayıları Ve Çekilen Güç (YBSL)

Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Armatür			
Kademe	**Armatür Sayısı**	**Armatür ve Balast Gücü (W)**	**Toplam Harcanan Güç**
1.Kademe (Gece Kademesi)	278	(70+13)W	23074 W
2. Kademe (%25)	(14+414)=428	(400+50)W+(70+13) W	40662 W
3. Kademe (%50)	(30+4+2+414)=450	(400+50)W+(250+35)W+ (150+26)W+(70+13)W	49354 W
4. Kademe (%75)	(44+8+8+414)=474	(400+50)W+(250+35)W+ (150+26)W+(70+13)W	57850 W
5. Kademe (%100)	(58+10+14+414)=496	(400+50)W+(250+35)W+ (150+26)W+(70+13)W	65776 W
6. Kademe (Acil Durum Kademesi)	134	(70+13)W	11122 W
Toplam			247838 W

Çizelge 6. Bitlis 8 Ağustos Tünelinin Kademelere Göre Enerji Tüketim Miktarı (YBSL)

Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Armatür				
Kademe	**Toplam Harcanan Güç (W)**	**Günlük Çalışma Saati (H)**	**Günlük Tüketim (kWh)**	**Yıllık Tüketim (kWh)**
1.Kademe (Gece Kademesi)	23074 W	17 H	392,258 kWh	143.174,17 kWh
2. Kademe (%25)	40662 W	1 H	40,662 kWh	14.841,63 kWh
3. Kademe (%50)	49354 W	1,5 H	74,031 kWh	27.021,315 kWh
4. Kademe (%75)	57850 W	2 H	115,7 kWh	42.230,5 kWh
5. Kademe (%100)	65776 W	2,5 H	164,44 kWh	60.020,6 kWh
6. Kademe (Acil Durum Kademesi)	11122 W	0 H	0 kWh	0 kWh
Toplam	247838 W		713,06 kWh	287.288,215 kWh

Çizelge 5 ve çizelge 6 incelendiğinde Bitlis 8 Ağustos tünelinde kullanılan YBSL armatürün günlük ve yıllık enerji tüketimleri görülmektedir. Bu armatürlerin ilk kurulum ve bakım maliyetleri ise çizelge 7'de gösterilmektedir.

Çizelge 7. Bitlis 8 Ağustos Tüneli YBSL Armatür İlk Kurulum Ve Bakım Maliyeti

Yüksek Basınçlı Sodyum Buharlı Armatür				
Armatür Adı	**Adedi**	**Birim Fiyatı (TL)**	**Toplam Tutar (TL)**	**Yıllık Bakım Masrafı (TL)**
400 W YBSL	58	1.200 TL	69.600 TL	1.450 TL
250 W YBSL	10	1.165 TL	11.650 TL	250 TL
150 W YBSL	14	1.130 TL	15.820 TL	280 TL
70 W YBSL	414	900 TL	372.600 TL	6.210 TL
Toplam	496		469.670 TL	8.190 TL

Çizelge 7'deki veriler Bitlis 8 Ağustos tünelinin yüklenici firması olan Savronik A.Ş' ye malzeme tedarik eden Schreder firmasından alınmıştır. Armatürlerin fiyatlarına lambalarda dâhildir [18, 19].

2.6. Bitlis 8 Ağustos Tünelinin LED Armatür ile Aydınlatma Tasarımının Yapılması

Bitlis 8 Ağustos tünelini Karayolları Genel Müdürlüğünün özel teknik şartnamesine uygun bir şeklide, istenilen aydınlatma seviyelerinin LED armatürlerle tasarımı yapıldığında kademelere göre kullanılacak armatür sayıları ve bu armatürlerin güç değerleri çizelge 8' deki gibi oluşmaktadır. LED armatürlerin tasarımı Schreder firması tarafından yapılmış ve yapılan

çalışmada kullanılan armatür sayıları ve güçleri ile istenilen CIE adaptasyon eğrisine ulaşılmıştır.

Çizelge 8. Bitlis 8 Ağustos Tünelinin LED Armatürle Tasarımın Yapılması

Kademeler	213 W armatür sayısı (LED)	153 W armatür sayısı (LED)	75 W armatür sayısı (LED)
1. Kademe (Gece Kademesi)	0	0	184
2 Kademe (% 25)	40	184	0
3. Kademe (% 50)	84	184	0
4. Kademe (% 75)	130	184	0
5. Kademe (% 100)	174	184	0
6. Kademe (Acil durum Kademesi)	0	0	184

Çizelge 8 incelendiğinde; tıpkı YBSL tasarımda olduğu gibi 1. Kademede ve 6. Kademede armatür sayılarının, diğer kademelerdeki armatür sayılarına göre daha az olduğu görülmektedir. LED armatür tasarımında iki farklı özelliğe sahip armatür kullanılmıştır. Bunlar; 500 mA 153 W 96 LED ve 700 mA 213 W 96 LED özelliğine sahiptir. 153 W güce sahip olan armatür dimmerleme özelliği ile ışık şiddetini yarıya düşürerek 75 W güç çekmektedir. YBSL armatürlerde olduğu gibi LED armatürlerde de hangi kademenin devreye gireceğini belirleyen luminansmetre cihazı yardımı ile bu kademlerdeki toplam harcanan güç ve armatür güçleri çizelge 9'de verilmiştir.

Çizelge 9. Bitlis 8 Ağustos Tünelinin Kademelere Göre Armatür Sayıları Ve Çekilen Güçler (LED)

LED Armatür			
Kademe	**Armatür Sayısı**	**Armatür ve Balast Gücü (W)**	**Toplam Harcanan Güç**
1.Kademe (Gece Kademesi)	184	75 W	13800 W
2. Kademe (%25)	(40+184)=224	(213)W+(153) W	36672 W
3. Kademe (%50)	(84+184)=268	(213)W+(153) W	46044 W
4. Kademe (%75)	(130+184)=314	(213)W+(153) W	55842 W
5. Kademe (%100)	(174+184)=358	(213)W+(153) W	65214 W
6. Kademe (Acil Durum Kademesi)	184	75 W	13800 W
Toplam			231309 W

Devreye girme süreleri YBSL armatürlerde alınan değerlerle aynıdır. LED armatürlerde balast olmadığı için sadece armatürün çektiği güç çizelge 10'da bulunmaktadır.

Çizelge 10. Bitlis 8 Ağustos tünelinin kademelere göre enerji tüketim miktarı (LED)

LED Armatür				
Kademe	**Toplam Harcanan Güç (W)**	**Günlük Çalışma Saati (H)**	**Günlük Tüketim (kWh)**	**YıllıkTüketim (kWh)**
1.Kademe (Gece Kademesi)	13800 W	17 H	234,600 kWh	85.629 kWh
2. Kademe (%25)	36672 W	1 H	36,672 kWh	13.385,28 kWh
3. Kademe (%50)	46044 W	1,5 H	69,066 kWh	25.209,09 kWh
4. Kademe (%75)	55842 W	2 H	111,684 kWh	40.764,66 kWh
5. Kademe (%100)	65214 W	2,5 H	163,035 kWh	59.507,775 kWh
6. Kademe (Acil Durum Kademesi)	11122 W	0 H	0 kWh	0 kWh
Toplam	228694 W		615,057 kWh	224.495,805 kWh

Çizelge 9 ve çizelge 10 incelendiğinde LED armatürle tasarımı yapılan tünelde toplam 358 adet LED armatür kullanıldığı, bu armatürlerin kademelere göre çektiği gücün toplam 231309 W olduğu, günlük ve yıllık tükettim miktarları görülmektedir. 6. kademede herhangi bir tüketim olmamasının nedeni tünelin gün boyunca şebekeden beslenmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Bitlis 8 Ağustos tünelinin LED armatürlerle tasarımı yapıldığında oluşacak kurulum ve bakım maliyetleri ise çizelge 11'de gösterilmiştir.

Çizelge 11. Bitlis 8 Ağustos Tüneli LED Armatür İlk Kurulum Ve Bakım Maliyeti

LED Armatür				
Armatür Adı	**Adedi**	**Birim Fiyatı (TL)**	**Toplam Tutar (TL)**	**Yıllık Bakım Masrafı (TL)**
213 W LED	174	1900TL	330.600 TL	0 TL
153 W LED	184	2100 TL	386.400 TL	0 TL
Toplam	358		717.000 TL	0 TL

Çizelge 11'deki veriler YBSL armatürde olduğu gibi Schreder firmasından alınmıştır. 153 W armatürün 213 W armatürden daha yüksek fiyatlı olmasının nedeni 153 W' lık armatürün dimleme özelliğine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. LED armatürlerin yıllık bakım maliyetleri çok düşük olduğu için sıfır kabul edilmiştir.

2.7. Bitlis 8 Ağustos Tünelinin YBSL ve LED Armatürlerle Yapılan Aydınlatma Tasarımının Karşılaştırma Analizi ve Sonuçların Matlab/Simulink Programında Uygulanması

Bitlis 8 Ağustos tünelinin YBSL ve LED armatürle tasarımı yapıldığında elde edilen verileri matlab/simulink programına yüklendiğinde sistemlerin kademelerde çektikleri güçleri ve toplam çekilen gücün karşılaştırılması yapılmıştır. Aynı zamanda matlab/simulink programında bu veriler sayesinde ne kadar bir tasarruf sağlandığı da gösterilmiştir. Bitlis 8 Ağustos tüneli LED ve YBSL armatür sistem karşılaştırılması çizelge 12' de gösterilmiştir.

Çizelge 12. Bitlis 8 Ağustos Tüneli LED ve YBSL Armatür Sistem Karşılaştırılması

	LED Armatür (358 adet)	**Sodyum Buharlı Armatür (496 adet)**	**İki Sistem Arasındaki Fark**
Yıllık Tüketim	224.495,805 kWh	287.288,215 kWh	– 62.792,41 kWh
İlk Kurulum Maliyeti	717.000 TL	469.670 TL	247.330 TL
Yıllık Enerji Tüketim Fiyatı	103.531,404 TL	132.489,568 TL	– 28.958,16 TL
Bakım Masrafı	0 TL	8.190 TL	– 8.190 TL

Çizelge 12 incelendiğinde LED armatürlerin YBSL armatürlere göre yıllık 62.792,41 kWh daha az bir tüketim gerçekleştirirken ilk kurulum ve bakım masrafında LED armatür sisteminin YBSL armatür sistemine göre 239.140 TL daha fazla bir maliyeti vardır. Ancak yıllık enerji tüketim fiyatlarına bakınca LED armatürün yılda 28.958,19 TL gibi bir avantaj sağladığı görülmektedir. Bu avantajda LED armatürlerin ilk kurulumdaki 239.140 TL fazla harcanan parayı yaklaşık olarak 8 yılda amorti edeceğini göstermektedir. Aynı zamanda YBSL armatürlerin ömürleri maksimum 24000 saat iken LED armatürlerin ömürleri 50000 saatten fazladır [3]. Bu 8 yıllık amorti süresi armatür ömürlerinden dolayı hemen hemen yarı yarıya düşecektir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tünel aydınlatmasının amacı; tünelden geçen araçların, yolun tünel dışındaki yakın bölümlerinde var olandan daha az olmayan bir emniyet ve rahatlık ile tünele yaklaşmasını, tünelden geçmesini ve tüneli terk etmesini sağlamaktır. Yapılan çalışmada YBSL armatürle aydınlatılması yapılmış olan Bitlis 8 Ağustos tünelinin, LED armatürle tekrar tasarımı yapılarak ortaya çıkan sonuçlar analiz edilmiştir. Aynı zamanda mevcut durumdaki YBSL armatür aydınlatması ile LED armatür aydınlatmasında ortaya çıkan veriler matlab/simlink programına aktarılarak çıkan sonuçları daha net bir şekilde analiz etme imkânı sağlanmıştır.

Aydınlatması YBSL armatürle yapılan Bitlis 8 Ağustos tüneli 1958 metre uzunluğundadır. Aydınlatma yapılırken Karayolları Genel Müdürlüğünün özel teknik şartnamesinde verilen değerler kullanılarak istenilen parıltı değerlerine ulaşılmıştır. Özel teknik şartnamede tünel aydınlatması yapılırken aydınlatma altı kademeye ayrılmıştır. Bu kademelere göre hangi armatürün ne zaman yanacağı belirlenmiştir. Tünelde toplam 496 adet çeşitli güçlerde armatür kullanılmıştır. Aynı tünelin LED armatürle istenilen parıltı değerlerine ve kademelere göre tasarımı yapılmıştır. Çıkan sonuçlarda hangi kademede kaç adet ve güçte armatür kullanılacağı tespit edilmiştir. Her iki sistemin karşılaştırılması yapıldığında LED armatürün ilk kurulum masrafının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak yıllık tüketime bakıldığında LED armatürlerin 62.792,41 kWh daha az bir tüketimi olduğu tespit edilmiştir. LED ve YBSL armatürlerin ömürlerine bakıldığında da LED armatürün YBSL armatüre göre 2 kat daha fazla ömrü olduğu tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında enerji piyasasının tek zamanlı

elektrik kwh birim fiyatları baz alınarak hesaplamalar yapıldığında LED armatürün kendini 8 yıl gibi bir sürede amorti edildiği görülmüştür. Ayrıca armatür ömürlerine bakıldığı zaman bu amorti süresinin yarı yarıya düştüğü söylenebilir. Her iki sistemin karşılaştırma sonucu LED armatürlerin avantajlarını şu şekilde sıralayabiliriz.

• LED armatürlerin enerji verimliliğin yüksek olması.

• Yüksek ışık verimliliği 25ºC'de minimum 130 lm/W,

• LED armatürlerde kullanılan çipin küçük boyutlarda olması sayesinde istenilen tasarımın kolayca yapılması.

• LED armatürlerde ışık çıkışının yüksek olması.

• LED armatürler kırılgan malzemeden yapılmadığı için montajı ve bakımı kolaydır.

• Doğrusal akımla çalıştıkları için diğer armatürler gibi insan kulağı ile duyulacak ses titreşimlerine neden olmamaları.

• İçeriğinde cıva gibi ağır maddeler ve halojen gazlar olmadığından çevreci olması

• Çalışma esnasında LED armatürler titreşimsiz yanma özelliğine sahiptirler.

• Diğer aydınlatma armatürleri gibi çok yüksek ısı vermediklerinden güvenli kullanıma imkân sağlamaları.

• LED armatürlerin ömrü daha uzun olduğu için diğer aydınlatma ürünlerindeki gibi sürekli bakım gerektirmez. LED armatür içindeki lamba sayısının belirli bir miktarı bozulmayana kadar aydınlatmadaki homojenlikte çok büyük bir değişiklik olmaz.

•LED optik tasarımındaki gelişmelerle (LED-lens uyumu) tünel aydınlatma sistemlerine uyum sağlayabilmesi.

• LED lambaların Color Rendering Index (CRI) değerlerinin >70 'te olması sebebiyle cisimleri kendi renklerinde algılanabilmesini sağlar [20].

Bütün bu bilgiler ışığında sonuç olarak; kurulum aşamasında LED armatürler daha maliyetlidir. Ancak LED lambalı armatürlerin bakımının kolay olması ve daha az enerji harcaması sebebiyle, yüksek güç tüketimli aydınlatma elemanlarına alternatif olacaktır. Dünyada enerjinin büyük önem kazandığı bu dönemde düşük güç tüketimli, merkezi bir sistemden kontrol edilebilen, armatür tasarımı geliştirilmelidir. Tasarımı böyle yapılmış bir armatür tüm tünellerde yüksek oranda enerji tasarrufu sağlar. Aynı zamanda sürücü güvenli bir şekilde ışık verimliliği yüksek bir tünelden geçmiş olur.

4. KAYNAKLAR

[1] Perdahacı, C., Hanlı. U. ve Karaca, S., Led Technology, The 10th International Conference on Sustainable, 12-23, İstanbul, September 2011.

[2] Gençoğlu, M.T. ve Özbay, E., Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri. XII. Elektrik, Elektronik, Bilgisayar, Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi, 28-29, Eskişehir, Kasım 2007.

[3] Çelebi, F. ve Karatekin, C., İstanbul Halit Ulukurt Tünelinde Eşik Parıltı Değeri ve Fren Mesafesine Göre LED Armatür ile Aydınlatma Tasarımı, Eleco 2014 Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu, 27–29, Bursa, 2014.

[4] Perdahcı, C. ve Hanlı, U., Verimli Aydınlatma Yöntemleri. III. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, 323-327, 21-22, Kocaeli, Mayıs 2009.

[5] Cengiz, M.S., Rüstemli, S., The relationship between height and efficiency and solution offerings in tunnel and sub-sea tunnels, Light & Engineering, (22)2: 76-83, 2014.

[6] Akbulut, A., Tünel Aydınlatması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.

[7] Sucugil, R.M., Tünel Aydınlatma Sistemlerinde Enerji Tasarrufu ve Aydınlatma Teknolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000.

[8] Rüstemli, S., Avcil, S., Tünel Aydınlatmasında LED Armatür Kullanımı, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(2): 168-181, 2018.

[9] Özkaya, M., Aydınlatma Tekniği, İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi, Değiştirilmiş 5. Baskı, İstanbul, 1985. (Kitap)

[10] Büyükkınacı, B., Tünel Aydınlatması Otomasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul, 2008.

[11] Simpson, R.S., Lighting Control. Technology and Applications, Robert S. Simpson, Focalpress, Italy, 2003. (kitap)

[12] http://www.lighting.philips.com (Erişim tarihi: 05.06.2019)

[13] Durak M, 2013. Tünel Aydınlatma Sistemlerinde LED Teknolojisi.

[14] Perdahcı, C. ve Dursun, F., Güvenli Sürüş İçin Tünel Aydınlatılmasının Önemi, Karayolu Akıllı Ulaşım Sistemleri Kongresi ve Sergisi, İstanbul-Türkiye, 2014

[15] Kılıç, A., Kentsel Dış Mekânlarda LED Aydınlatma Sistemlerinin Değerlendirilmesi Üzerine Örnek Bir Çalışma, 2013.

[16] Rüstemli, S., Gültaç, V. ve Avcil, S., The Systems and Applications of Led Roadway Lighting, International Engineering, Science and Education Conference, 1236-1241, Diyarbakir, December 2016.

[17] Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Van 11. Bölge Müdürlüğü Bitlis ve Çukurca Tünellerinin Elektrik, Elektronik, Elektromekanik ve Çeşitli Kontrol Sistemleri Yapım İhalesi Teknik Şartnamesi, Haziran 2014.

[18] http://www.savronik.com.tr (Erişim tarihi: 08.08.2019)

[19] https://www.schreder.com/tr-tr (Erişim tarihi: 08.08.2019)

[20] Farsakoğlu, O.M., Atık, İ., Hasırcı, H.Y., LED Aydınlatma Sistemlerinin Çevre Kirliliğini Azaltmadaki Etkileri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19:(1-2) 94-103, 2014.

GÜÇ SİSTEMLERİNDE AŞIRI UYARTIM SINIRLANDIRICI MODELİN SEKONDER GERİLİM KONTROLÜ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU

Düzce Üniversitesi, kenandosoglu@duzce.edu.tr - 0000-0001-8804-7070

Arş. Gör. Enes KAYMAZ

Düzce Üniversitesi, eneskaymaz@duzce.edu.tr - 0000-0002-4774-0773

ÖZET

Çok makineli güç sistemlerinde kullanılan senkron generatörler geçici kararlılık durumlarından çok etkilenmektedir. Senkron generatörlerin geçici kararlılık çalışma durumlarında çeşitli denetleyici modelleri kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi de Otomatik Gerilim Regülatörü (OGR)'dür. Ancak OGR modelinin kullanılmasında uyartım akımı seviyesinin uygun bir değerde olması istenmektedir. Bunun için de aşırı uyartım sınırlandırıcı modeli OGR ile birlikte tercih edilmektedir. Yapılan bu çalışmada aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin OGR ile birlikte kullanılması durumunda sekonder gerilim kontrolünün üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde çok makineli güç sisteminde incelenmiştir. Bu çalışma için Güç Sistemleri Analizi Programı (PSAT) kullanılmıştır. 3 makineli 9 baralı güç sisteminde gerçekleştirilen analizde sekonder gerilim kontrolü için öncelikle pilot bara belirlenmiştir. Daha sonra sekonder gerilim kontrolü için 2 tane senkron generatörde merkezi alan kontrolü ve küme kontrolü kullanılmıştır. Diğer senkron generatörde OGR modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modeli kullanılmıştır. Bu çalışmada çeşitli parametreler üzerinde sekonder gerilim kontrolü, OGR modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin etkileri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar için senkron generatörlerin açısal hızı, senkron generatörlerin bağlı olduğu bara gerilimleri, senkron generatörlerin aktif güç değişimleri ve senkron generatörlerin reaktif güç değerleri kullanılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda sekonder gerilim kontrolü, OGR modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin kullanılması ile karşılaştırmalarda kullanılan parametrelerin kısa süre içerisinde kararlı hale geldiği görülürken, salınımların da sönümlendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: OGR, Aşırı uyartım sınırlandırıcı modeli, sekonder gerilim kontrolü, PSAT, geçici kararlılık.

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE OVER-EXCITATION LIMITER MODEL ON SECONDARY VOLTAGE CONTROL IN POWER SYSTEMS

ABSTRACT

Synchronous generators used in multi-machine power systems are highly affected by transient stability. Various controller models are used against the transient stability operating conditions of synchronous generators. One of them is the Automatic Voltage Regulator (AVR). However, when using the AVR model, it is desired that the excitation current level is at an appropriate value. In this, the over-excitation limiter model is preferred together with the AVR. In this

study, the effects on secondary voltage control in the case of using the over-excitation limiter model with AVR are investigated in detail in a multi-machine power system. Power Systems Analysis Program (PSAT) was used for this study. In the analysis carried out in the power system with 3 machines and 9 buses, the pilot bus was determined first for the secondary voltage control. Then, central area control and cluster control are used in 2 synchronous generators for secondary voltage control. In the other synchronous generator, the AVR model and the over-excitation limiter model are used. In this study, the effects of secondary voltage control, the AVR model, and the over-excitation limiter model on various parameters were compared. For comparisons, synchronous generator angular speed, bus voltages to which synchronous generators are connected, active power changes of synchronous generators, and reactive power values of synchronous generators are used. As a result of this study, it was observed that the parameters used in the comparisons became stable in a short time, while the oscillations were damped with the use of secondary voltage control, OGR model, and over-excitation limiter model.

Keywords: AVR, over-excitation limiter model, secondary voltage control, PSAT, transient stability.

1. GİRİŞ

Güç sistemlerinde iletim hattında kesicilerin açması ve arızalar gibi çeşitli geçici kararlılık durumlarında senkron generatörün denetimi için OGR kullanılmaktadır. Güç sistemlerinin kararlılığı için OGR'nin koordineli çalışmasında sekonder gerilim kontrolü yaygın olarak tercih edilen yöntemlerden bir tanesidir. OGR ile sekonder gerilim kontrolü ile ilgili olarak literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur. Güç sistemlerinin geçici kararlılık esnasındaki sistem güvenliğini, kalitesini ve verimliliğini arttırmak için sekonder gerilim kontrolü kullanılmaktadır. Güç sistemlerinin maliyet, verimlilik analizi, fayda analizi ve alternatif gerilim kontrol çözümlerinde sekonder gerilim kontrolünün etkili olduğu görülmektedir [1]. Çok makineli güç sistemlerinde reaktif gücün uygun bir biçimde yönetimiyle genel olarak yük barası gerilim profillerini iyileştiren sekonder gerilim kontrolü, gerilim çökmesine karşı etkili önlemlerden başında kabul edilmektedir. Yük barasında gerilim kontrolünün sağlanması ile sistemin gerilim kararlılığının iyileştirilmesinde, sekonder gerilim kontrolü başarılı olmaktadır [2,3]. Güç sistemlerinde sekonder gerilim kontrolünün sağlanmasında pilot baranın optimal yerleşim yerinin belirlenmesi de önemli konulardan birisidir. Özellikle de çok makineli güç sistemlerinde kullanılan sekonder gerilim kontrolünde, pilot baranın uygun yeri sistemde geçici kararlılık durumlarının kısa süre içerisinde ortadan kaldırılmasında ve salınımların sönümlenmesinde etkili olmaktadır [4,5]. Güç sistemlerinde sekonder gerilim kontrolünün performansını arttırmak için fazör ölçüm birimlerinin de optimum yerleşim yerlerinin belirlenmesi ile ilgili olarak çalışmalar yapılmaktadır. Sekonder gerilim kontrolünün performansını iyileştirmek için sistemin tam olarak gözlemlenebilirliğine ve pilot baraların izlenmesine tabi olan fazör ölçüm birimlerinin kurulumları gerçekleştirilmektedir. Fazör ölçüm birimlerinin yerleşimi ile güç sistemlerinde durum kestirimleri sağlanmaktadır [6,7]. Sekonder gerilim kontrolünün koordineli bir şekilde sağlanmasında, esnek AC iletim sistemi elemanları da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Güç elektroniği tabanlı olarak tercih edilen esnek AC iletim sistemi elemanlarından Statik Senkron Kompanzatör (STATCOM) ve Statik Var

Kompanzatör (SVC) dinamik sistem çalışmalarında reaktif güce bağlı olarak bara gerilim kontrolünü sekonder gerilim kontrolü ile birlikte hızlı bir şekilde sağlamaktadır [8-10].

Bu çalışmada yukarıda belirtilen literatür çalışmalardan farklı olarak, sekonder gerilim kontrolü ile birlikte kullanılan OGR modelinin uyartım akımını sistem çalışma koşullarına göre belirlemek amacıyla aşırı uyartım sınırlandırıcı modeli sisteme entegre edilmiştir. Sekonder gerilim kontrolü, OGR ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin 3 makineli 9 baralı güç sisteminde birlikte kullanılması ile sistemin kısa süre içerisinde kararlı hale geldiği ve salınımların sönümlendiği görülmüştür.

2. SEKONDER GERİLİM KONTROLÜ

Sekonder gerilim kontrolü, merkezi alan kontrolü ve küme kontrolünden oluşmaktadır. Pilot bara direkt olarak merkezi alan kontrolüne bağlı iken, merkezi alan kontrolünün diğer bağlantıları küme kontrolü ve sekonder gerilim kontrolüne bağlıdır [11]. Bunların çıkış uçları doğrudan senkron generatöre bağlıdır. Senkron generatörlerde geçici kararlılık durumu için OGR modeli tercih edilmiştir. Bu çalışmada 3 makineli 9 baralı güç sistyeminde 2 numaralı generatör barası pilot bara olarak seçilmiştir. Küme kontrol kısmında oransal integral denetleyici modeli kullanılmaktadır. 3 makineli 9 baralı güç sisteminde iki senkron generatörde sekonder gerilim kontrolü sağlanırken, diğer senkron generatörde OGR ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modeli kullanılmıştır. Bu çalışmada sekonder gerilim kontrolünün sağlanmasında kullanılan matematiksel ifadeler Denklem 1 ile Denklem 4 arasında gösterilmiştir.

$$\frac{dq}{dt} = K_I (V_{\Pr ef} - V_P) \tag{1}$$

$$q = q_1 + K_P (V_{\Pr ef} - V_P) \tag{2}$$

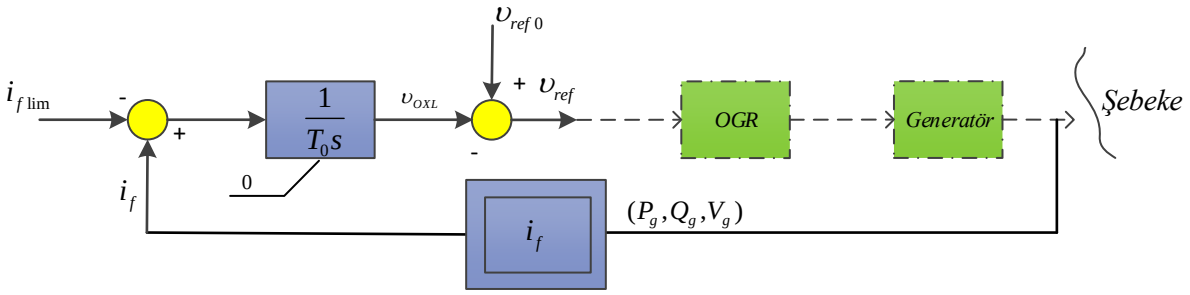
$$\frac{dv_{Sg}}{dt} = \frac{1}{T_g}(x_{tg} + x_{eqg}) \times (Q_{gr} q - Q_g) \tag{3}$$

$$\frac{dv_{SVC}}{dt} = \frac{1}{T_{SVC}} x_{eqg\,SVC} (Q_{SVCr} q - Q_{SVC}) \tag{4}$$

Burada, v_{sg} ve v_{sSVC} OGR ve sekonder gerilim kontrolü için çıkış sinyali, x_{tg} generatöre bağlanan transformatör reaktansı x_{eqg} ve x_{eqSVC} generatör ve pilot baranın hesaplanan eşdeğer reaktansı, V_{Pref} referans pilot bara gerilimi, V_P pilot bara gerilimi, K_I ve K_P denetleyici kazancı ve kontrol kazancı, q maksimum ve minimum çıkış sinyali, q_1 durum depişkeni, T_g ve T_{SVC} generatör ve sekonder gerilim kontrol katsayılarıdır. MAK ve KK modelde anti wind-up sınırlandırıcı kullanılmaktadır.

3. AŞIRI UYARTIM SINIRLANDIRICI MODELİ

Aşırı uyartım sınırlayıcı modeli senkron generatörde OGR modeli ile birlikte kullanılarak uyartım kontrolünü sağlamaktadır. Senkron generatörde uyartım kontrolü OGR üzerinden sağlanmaktadır. Aşırı uyartım sınırlayıcı modelin devresi Görsel 1'de yer almaktadır.

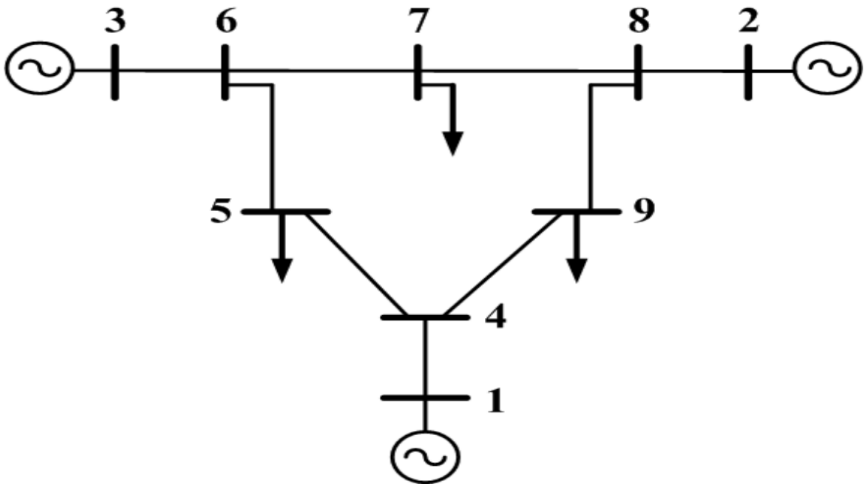


Görsel 1. Aşırı Uyartım Sınırlandırıcı Model devresi

Uyartım akımının değeri ve referans uyartım akımının değerinin farkı zaman sabiti üzerinden aşırı uyartım gerilimi ifadesini oluşturmaktadır. Elde edilen bu değer referans aşırı uyartım gerilimi farkı alınarak OGR devresine girmektedir. OGR modeli senkron generatöre bağlanmaktadır. Aşırı uyarım sınırlayıcı modeli OGR için ilave bir çıkış sağlamaktadır. Aşırı uyartım sınırlayıcı modeli limitleri olan anti-wind up ve saf bir integratör olarak modellenmiştir [12,13].

4. BENZETİM ÇALIŞMASI

Bu çalışmada 3 makineli 9 baralı test sistemi kullanılmıştır. Kullanılan test sistemi Görsel 2'de yer almaktadır.

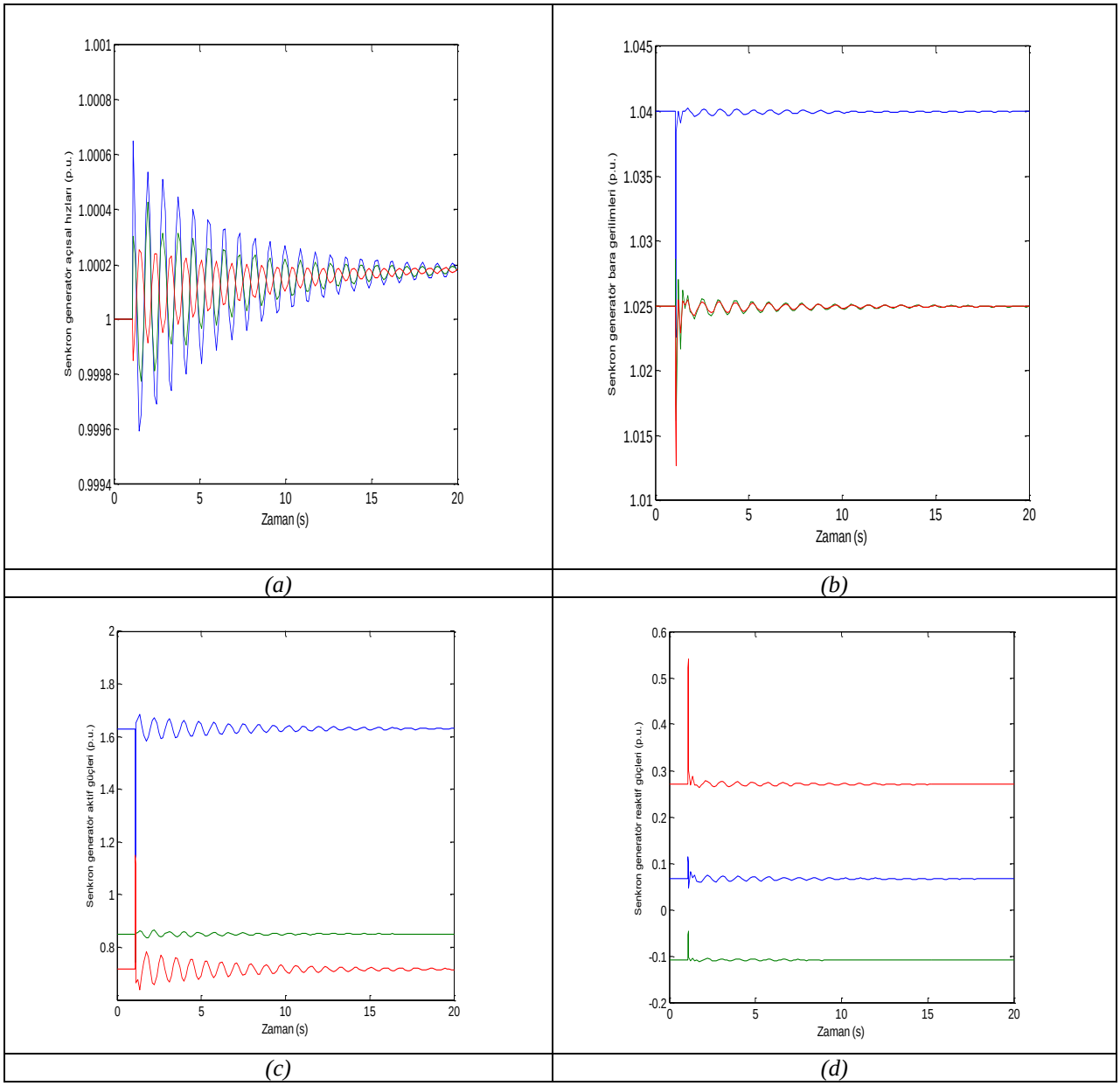


Görsel 2. 3 makineli 9 baralı test sistemi

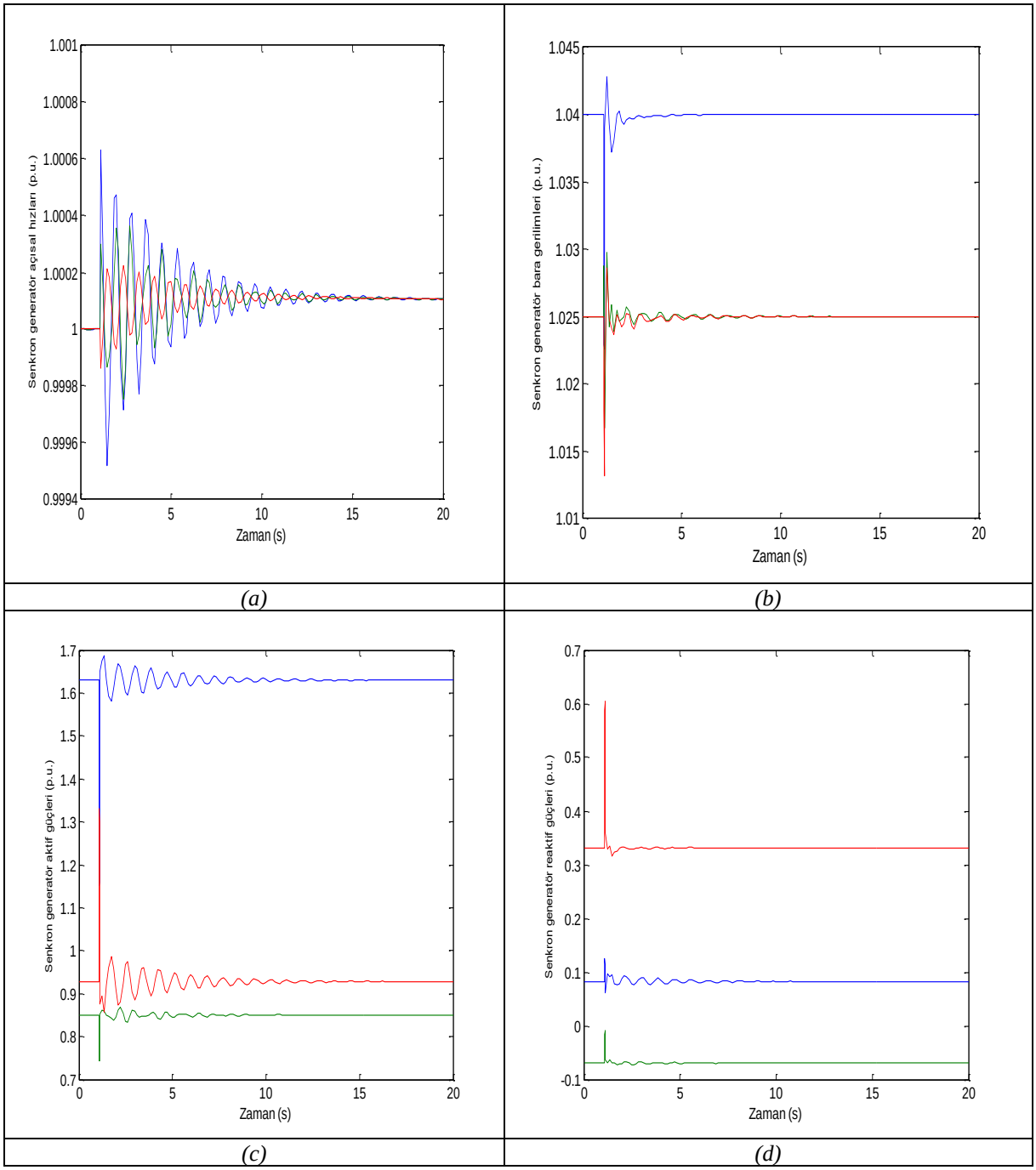
PSAT programında analizi yapılan 9 baralı test sisteminde 2 ve 3 numaralı baralar generatör barası, 1 numaralı bara salınım barası ve diğerleri ise yük barası olarak kullanılmaktadır. 2 ve 3 numaralı baralarda sekonder gerilim kontrolü sağlanırken, bu baralarda kullanılan OGR modellerinde aşırı uyartım sınırlandırıcı modeli kullanılmıştır [14]. Bu çalışmada OGR 3 modeli tercih edilmiştir. 6 ile 7 numaralı iletim hatları arasında kesicinin açılıp kapanması ile geçici kararlılık durumu detaylı olarak incelenmiştir. Sistemde sekonder gerilim kontrolü, OGR ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin 3 makineli 9 baralı güç sisteminde birlikte kullanıldığı ve birlikte kullanılmadığı durumlardaki analizler detaylı bir şekilde yorumlanmıştır. Senkron generatörün açısal hızı, senkron generatörlerin bağlı olduğu bara gerilimleri, senkron generatörlerin aktif güç değişimleri ve senkron generatörlerin reaktif güç değerlerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

5. BENZETİM ÇALIŞMASI SONUÇLARI

Bu çalışmada, sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin birlikte kullanıldığı ve birlikte kullanılmadığı durumdaki senkron generatörün açısal hızı, senkron generatörlerin bağlı olduğu bara gerilimleri, senkron generatörlerin aktif güç değişimleri ve senkron generatörlerin reaktif güç değerleri karşılaştırılmıştır. Sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin kullanılmadığı durum sonuçları Görsel 3a ile Görsel 3d arasında gösterilirken, sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelin birlikte kullanıldığı durumun sonuçları Görsel 4a ile Görsel 4d arasında gösterilmiştir.



Görsel 3. Sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelin kullanılmadığı durum sonuçları



Görsel 4. Sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelin kullanıldığı durum sonuçları

Görsel 3a ve 3d'de sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin kullanılmadığı durumda senkron generatörün açısal hızlarının yaklaşık olarak 20 saniyede kararlı hale geldiği, senkron generatörlerin bağlı olduğu bara gerilimlerinin yaklaşık olarak 18 saniyede, senkron generatörlerin aktif güç değişimlerinin yaklaşık olarak 20 saniyede ve senkron generatörlerin reaktif güç değişimlerinin yaklaşık olarak 15 saniyede kararlı hale geldiği görülmüştür. Sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin kullanılmadığı durumda parametrelerde meydana gelen salınımların da zamanla

sönümlendiği görülmüştür. Görsel 4a ve 4d'de sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin kullanıldığı durum sonuçları kararlılık ve salınımların sönümlenmesi açısından detaylı olarak değerlendirildiğinde, sekonder gerilim kontrolünün, OGR 3 modelinin ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin kullanıldığı durumda senkron generatörlerin açısal hızlarının yaklaşık olarak 15 saniyede kararlı hale geldiği, senkron generatörlerin bağlı olduğu bara gerilimlerinin yaklaşık olarak 10 saniyede, senkron generatörlerin aktif güç değişimlerinin yaklaşık olarak 17 saniyede ve senkron generatörlerin reaktif güç değişimlerinin yaklaşık olarak 11 saniyede kararlı hale geldiği görülmüştür. Sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin kullanıldığı durumda parametrelerde meydana gelen salınımların sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin kullanılmadığı duruma göre daha kısa süre içerisinde sönümlendiği görülmüştür.

6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, sekonder gerilim kontrolü ile birlikte kullanılan OGR modeline ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin ilave edilmesi ile çok makineli güç sisteminde geçici kararlılık analizi incelenmiştir. Sistemde sekonder gerilim kontrolü, OGR 3 modeli ve aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin kullanılmadığı ve kullanıldığı durumdaki analizler incelenmiştir. Analizlerde parametreler olarak senkron generatör açısal hızı, senkron generatörün bağlı olduğu bara gerilimleri ve senkron generatör aktif-reaktif güçleri tercih edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin sekonder gerilim kontrolüne ve OGR modeline ilave edilmesiyle sistemin daha kısa süre içerisinde kararlı hale geldiği ve salınımların daha çok sönümlendiği görülmüştür. Parametreler içerisinde en çok etkilenen ifade senkron generatörlerin aktif güçleri olurken, en az etkilenen ifade ise senkron generatörlerin açısal hızları olmuştur. Bu çalışma ile farklı senkron generatör denetleyici modellerinde aşırı uyartım sınırlandırıcı modelinin ilave edilmesi ile farklı test sistemlerinin detaylı bir şekilde incelenmesine zemin hazırlanmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Corsi, S., Pozzi, M., Sabelli, C., Serrani, A. The coordinated automatic voltage control of the Italian transmission grid-part I: reasons of the choice and overview of the consolidated hierarchical system. IEEE Transactions on power systems, 19 (4), 1723-1732, 2004.

[2] Su, H. Y., Kang, F. M., Liu, C. W. Transmission grid secondary voltage control method using PMU data. IEEE Transactions on Smart Grid, 9 (4), 2908-2917, 2016.

[3] Wen, J. Y., Wu, Q. H., Turner, D. R., Cheng, S. J., Fitch, J. Optimal coordinated voltage control for power system voltage stability. IEEE Transactions on Power Systems, 19 (2), 1115-1122, 2004.

[4] Al-Majed, S. I., *Secondary voltage control: Enhancing power system voltage profile*. In 2008 IEEE 2nd International Power and Energy Conference, 1218-1221, 2008.

[5] Döşoğlu M.K. ve Dursun M., *Çok Makinalı Güç Sisteminde Geçici Kararlılık Durumunda Merkezi Alan ve Küme Kontrolünün Optimal Yerleşim Noktasının*

Belirlenmesi, International Scientific Research Congress Dedicated to the 30th Anniversary of Bakü Eurasia University, 332-340, Bakü, Azerbaijan, 2023.

[6] Mohammadi-Ivatloo, B., Hosseini, S. H., *Optimal PMU placement for power system observability considering secondary voltage control.* In 2008 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, 365-368, IEEE, 2008.

[7] Musleh, A. S., Muyeen, S. M., Al-Durra, A., Khalid, H. M., *PMU based wide area voltage control of smart grid: A real time implementation approach.* In 2016 IEEE Innovative Smart Grid Technologies-Asia (ISGT-Asia), 365-370, IEEE, 2016.

[8] Paserba, J. J., *Secondary voltage-VAr controls applied to static compensators (STATCOMs) for fast voltage control and long-term VAr management*. In IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, 2, 753-761, 2002.

[9] Benabid, R., Berizzi, A., Bovo, C., Ilea, V., Boudour, M. A new modeling and placement of shunt FACTS devices in the secondary voltage regulation environment. Electrical Engineering, 96, 359-366, 2014.

[10] Nguyen, T. T., & Nguyen, V. L. *Application of wide-area network of phasor measurements for secondary voltage control in power systems with FACTS controllers.* In IEEE Power Engineering Society General Meeting, 2927-2934, 2005.

[11] Pillai, A. G., Thomas, P. C., Sreerenjini, K., Baby, S., Joseph, T., Srecdharan, S. *Transient stability analysis of wind integrated power systems with storage using central area controlle*r. In 2013 Annual International Conference on Emerging Research Areas and 2013 International Conference on Microelectronics, Communications and Renewable Energy (pp. 1-5), IEEE, 2013.

[12] Chompoobutrgool, Y., Li, W., Vanfretti, L. *Development and implementation of a Nordic grid model for power system small-signal and transient stability studies in a free and open source software.* IEEE In Power and Energy Society General Meeting, 1-8, 2012.

[13] Milano, F. (2005). Documentation for PSAT version 1. 3. 4., Retrieved from http://www.Power.uwaterloo.ca/fmilano/archive/psat-1.3.4.pdf.

[14] Milano, F. An open source power system analysis toolbox. IEEE Transactions on Power Systems, 20, 3, 1199-1206, 2005.

SSSC-YAKIT HÜCRESİ KULLANILARAK GÜÇ SİSTEMLERİNDE STATİK GERİLİM KARARLILIĞININ İNCELENMESİ

Doç. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU

Düzce Üniversitesi, kenandosoglu@duzce.edu.tr - 0000-0001-8804-7070

Arş. Gör. Enes KAYMAZ

Düzce Üniversitesi, eneskaymaz@duzce.edu.tr - 0000-0002-4774-0773

ÖZET

Güç sistemleri çeşitli çalışma durumlarından dolayı kararsız olabilmektedir. Özellikle de bara çalışma limitlerindeki değişimler ve sistemin güvenli olarak çalışması en önemli kararsızlık durumlarıdır. Sistemin sürekli talepler karşısındaki çalışma limitlerini belirli bir değerde tutma ve sistem güvenliğinin sağlanması gerilim kararlılığı konusudur. Gerilim kararlılığı konularının analizinde Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) elemanları kullanılmaktadır. Bu çalışmada, sistemin gerilim kararlılığı analizi için FACTS elemanlarından bir tanesi olan Statik Senkron Seri Kompanzatör (SSSC) kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, sisteme olan talebin gerilim kararlılığına etkisini azaltmak ve iletim hatlarında güç kapasitesini arttırmak için SSSC'ye ilave olarak enerji depolama sistemi elemanlarından yakıt hücresi kullanılmıştır. Öncelikli olarak SSSC'nin yerleşim yeri için yük akışı analizi yapılarak bara gerilim profilleri en düşük olan baralar belirlenmiştir. 100 MVA gücündeki SSSC bara gerilim profilleri en düşük olan 2 ile 3 numaralı baralar arasındaki iletim hattına bağlanırken, 50 MVA gücündeki yakıt hücresi ise 3 numaralı baraya bağlanmıştır. Gerilim kararlılığı analizi incelenen bu çalışma için Güç Sistemleri Analizi Programı (PSAT) kullanılmıştır. Bu analiz 6-baralı güç sisteminde incelenmiş olup, sistemin yüklenme parametresi ve bara gerilim profilleri detaylı bir şekilde yorumlanmıştır. Gerilim kararlılığı üç aşamada incelenmiştir. İlk aşamada, sistemde SSSC ve yakıt hücresinin kullanılmadığı durumdaki sonuçlar, ikinci aşamada sistemde SSSC'nin kullanıldığı durumdaki sonuçlar, üçüncü aşamada sistemde SSSC'nin ve yakıt hücresinin birlikte kullanıldığı durumdaki sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde, SSSC ve yakıt hücresinin 6-baralı sistemde kullanılmasının maksimum yüklenme parametresi değerini arttırdığı ve bara gerilim profillerini iyileştirdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: SSSC, Yakıt hücresi, gerilim kararlılığı, PSAT

INVESTIGATION OF STATIC VOLTAGE STABILITY IN POWER SYSTEMS USING SSSC-FUEL CELL

ABSTRACT

Power systems can be unstable due to various operating conditions. In particular, changes in bus operating limits and safe operation of the system are the most important instability situations. Keeping the operating limits of the system against continuous demands at a certain value and ensuring system security is the issue of voltage stability. Flexible AC Transmission System (FACTS) elements are used in the analysis of voltage stability issues. In this study, the

Static Synchronous Series Compensator (SSSC), which is one of the FACTS elements, is used for the voltage stability analysis of the system. In addition to SSSC, fuel cell, one of the energy storage system elements, has been used in order to reduce the effect of the demand on the system on the voltage stability and to increase the power capacity in the transmission lines. First of all, the load flow analysis for the location of the SSSC was made and the bus voltage profiles were determined at the lowest bus. While the 100 MVA power SSSC bus voltage profiles are connected to the transmission line between the 2 and 3 busbars, which are the lowest, the 50 MVA power fuel cell is connected to the 3 bus. Power Systems Analysis Program (PSAT) was used for this study, whose voltage stability analysis was examined. This analysis has been examined in the 6-bus power system, and the loading parameter and bus voltage profiles of the system have been interpreted in detail. Voltage stability was investigated in three stages. In the first stage, the results when SSSC and fuel cell are not used in the system, the results when SSSC is used in the system in the second stage, and the results when SSSC and fuel cell are used in the system in the third stage are compared. As a result of the obtained results, it was seen that the use of SSSC and fuel cell in the 6-bus system increased the maximum load parameter value and improved the bus voltage profiles.

Keywords: SSSC, fuel cell, voltage stability, PSAT

1. GİRİŞ

Çok baralı güç sistemlerinde sürekli olan talepleri karşılamak için sistemin kararlı durumda çalışması istenmektedir. Bunu sağlamak için ise iletim hatlarındaki güç transferinin sağlanması gerekmektedir. Bunun için FACTS cihazlarından SSSC tercih edilmektedir. Güç sistemlerinde SSSC'nin kullanılması ile ilgili olarak literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur. SSSC'nin iletim hattına seri bağlanması ile güç akışı analizi gerçekleştirilmektedir. Sürekli çalışma koşullarına göre yapılan yük akışında iletim hattının aktif-reaktif güç, bara gerilimi ve iletim hattının tam olarak empedans ayarlanması SSSC ile sağlanmaktadır [1]. Yük akışının yanı sıra SSSC, optimal güç akışı çalışmalarında da başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Optimal güç akışında sistem parametrelerinin en uygun şekilde belirlenmesi ile güç sistemi çalışma koşulları sürekli duruma bağlı olarak iyileştirilmektedir [2]. Sürekli durumda etkin bir şekilde kullanılan SSSC geçici durumlar için de sıklıkla tercih edilmektedir. SSSC geçici kararlılık durumlarında hattın aktif ve reaktif güç kontrolünü sağlamaktadır. Hattın aktif ve reaktif güç kontrolünü sağlarken sistemde meydana gelen salınımların sönümlenmesinde de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [3,4]. Geçici kararlılık durumları için hem sonsuz makineli hem de çok makineli güç sistemlerine entegre edilen SSSC'nin doğrusallaştırılmış modeli oluşturulmuştur. Oluşabilecek salınımlara karşı SSSC'nin sönüm kontrolörünü tasarlamak için çeşitli yöntemler önerilmektedir [5]. Tek alanlı olarak sönümleme durumları için kullanılan SSSC'nin çok alanlı kullanım durumları da bulunmaktadır. Güç sistemleri kararlı kılıcısı ile birlikte kullanılan SSSC'nin optimum parametrelerinin belirlenmesi ile güç sistemindeki bozunum durumlarına karşı iyi sonuçlar verdiği ilgili çalışmalarda görülmektedir [6,7]. SSSC'nin küçük sinyal kararlılığı çalışmalarında analizi ve tasarımları yapılmaktadır. Güç sistemlerinde model analiz, doğrusal olmayan benzetim çalışmaları, kutup yerleştirme tekniği, zaman ve frekans tepkisi teknikleri SSSC ile incelenmektedir. Parametrelerin kararlılık durumlarının SSSC'nin kullanılması ile etkili bir şekilde kullanıldığı görülmektedir [8]. İletim hatlarının kapasitif

etkisinden dolayı aşırı kompanze olması durumu söz konusudur. Aşırı kompanze olan sistemlerde kapasitif durumdan dolayı salınımlar artmaktadır. Bu durum alt-senkron rezonans problemini ortaya çıkarmaktadır. Alt-senkron rezonans dolayısıyla oluşan salınımların bastırılmasında SSSC etkili olmaktadır [9,10]. SSSC'nin en yaygın kullanılan kararlılık alanlarından bir tanesi de gerilim kararlılığıdır. SSSC farklı test sistemlerindeki çalışma koşullarındaki değişimlere karşı hattın empedans kontrolünü yaparak iletim hattının güç kapasitesini arttırmaktadır. SSSC'nin kullanımı ile bara gerilim profillerinin iyileştiği ve sistemlerin maksimum yüklenme parametre değerlerinin arttığı görülmektedir [11-13].

Ancak sistem çalışma koşullarındaki sürekli olan değişimler, sistemin güvenli çalışmasında bazı problemler ortaya çıkarabilmektedir. Bunun için SSSC'nin yanı sıra sistemdeki yüklenebilirliği arttırmak ve sistem gerilim profilini iyileştirmek için ek donanımların kullanılmasına ihtiyaç vardır. Bunu gerçekleştirmek için SSSC'ye ek olarak bu çalışma için enerji depolama sistemi elemanlarından yakıt hücresinin kullanımı hedeflenmektedir. Yapılan çalışma sonucunda 6-baralı güç sisteminde SSSC-yakıt hücresinin beraber kullanımının etkili sonuçlar verdiği görülmüştür.

2. GERİLİM KARARLILIĞI

Güç sistemlerinde sistem yüklenebilirliğini hesaplamak için gerilim kararlılığı analizi yapılmaktadır. Bu hesaplama reaktif güce bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Güç sistemindeki hesaplanan reaktif güç değeri ile yük barasının uygun çalışma durumları tespit edilmiş olur. Talep edilen reaktif güç değerinin, hesaplanan değerin altında kaldığı durumda gerilim düşmeye başlayacaktır. Bu durum, güç sisteminin çökmesine neden olacaktır. Gerilim çökme durumunu ortadan kaldırmak için reaktif gücün ilave edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Statik gerilim kararlılığı analizi, gerilim ile sistemin maksimum yüklenme parametresi arasındaki ilişkiye bağlı olarak hesaplanmaktadır. Güç sisteminde statik gerilim kararlılığının hesaplanmasında baranın aktif ve reaktif güç arasındaki denge durumu Denklem 1 ve Denklem 2'de gösterilmiştir [14].

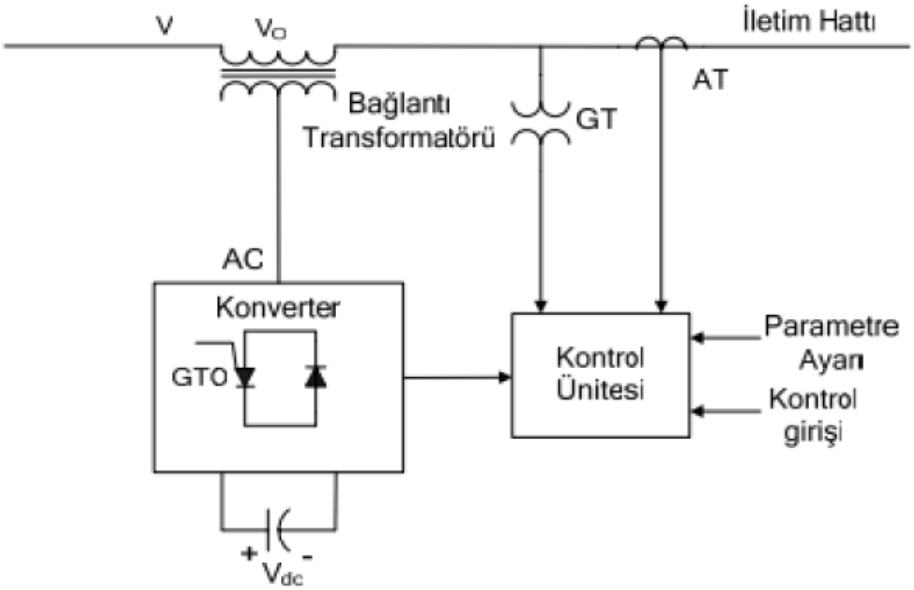
$$P_L = P_{L0}(1+\lambda) \tag{1}$$

$$Q_L = Q_{L0}(1+\lambda) \tag{2}$$

Burada, P_L ve Q_L yükün aktif güç ve reaktif güç değeri, P_{L0} ve Q_{L0} yükün başlangıç aktif güç ve reaktif güç değerleri, λ maksimum yüklenme parametre değeridir [14].

3. STATİK SENKRON SERİ KOMPANZATÖR (SSSC)

SSSC'nin devre modeli Görsel 1'de yer almaktadır. SSSC gerilim kaynaklı konverter, DC kapasitör, kontrol ünitesi ve bağlantı transformatöründen oluşmaktadır. İletim hattına seri olarak empedans kontrolünü yapmaktadır. Empedans kontrolünü, aktif ve reaktif güç kontrolü üzerinden sağlamaktadır. SSSC, sisteme seri kapasitör veya seri reaktör ekleyerek sistemin gerilim ve açı değerlerini ayarlayabilmektedir.



Görsel 1. SSSC'nin devre modeli

AC sistem geriliminin hat akımından ileride olduğu durumda sistem endüktif çalışırken, AC sistem geriliminin hat akımından geride olduğu durumda ise sistem kapasitif olarak çalışmaktadır. Sistem kapasitif durumda iken, çıkış gerilimi ifadesi ve sisteme ilave edilen gerilim ifadeleri Denklem 3 ve Denklem 4'te gösterilmiştir.

$$V_c = jkXI \tag{3}$$

$$V_q = \pm V_q(\zeta) I / i \tag{4}$$

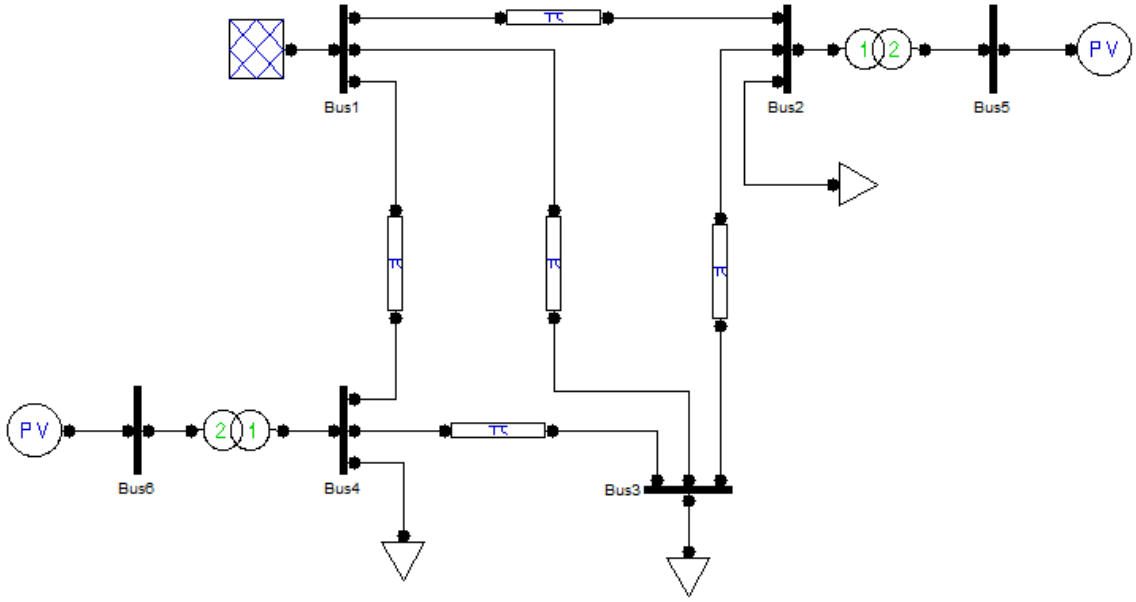
Burada, I akım, X hat reaktansı, k seri kompanzasyon katsayısı, V_q ilave edilen gerilim, ζ gerilim açısı, i kompanzasyon esnasında hattan akan akım olarak tanımlanmaktadır [15].

4. YAKIT HÜCRESİ

Yapılan bu çalışmada enerji depolama elemanları arasında en yaygın olarak kullanılan yakıt hücresi tercih edilmiştir. Yakıt hücresi modeli, PSAT programı içerisinde bulunmaktadır. Kullanılan yakıt hücresi üç kısımdan oluşmaktadır. Bunlar yakıt işlemcisi, yakıt hücresi ve güç bağlantı birimidir. Her birinin kendi içerisinde farklı görevleri bulunmaktadır. Yakıtın elektrik enerjisi üretimine hazır hale getirildiği kısım yakıt işlemcisidir. Elektrik enerjisinin üretildiği kısım ise yakıt hücresidir. Burada elektrik enerjisi üretimi elektrokimyasallar sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bu bölüm AC güç akımını, gerilimini ve frekansını bir arada bulunduran kısımdır. Şebeke çalışma durumuna göre sistemin AC veya DC güç dönüşümünün yapıldığı yeri belirleme kısmı güç bağlantı birimi olarak ifade edilir. Güç dönüşümü yapılırken bütün parametreler eşdeğer olarak hesaplanmaktadır. Ayrıca bu bölümde, aktif-reaktif güç durumu şebekeye bağlı olarak gerçekleştirilir. Yakıt hücresi, statik gerilim kararlılığı analizi yapılan bu çalışmada 2 numaralı baraya bağlı olarak çalışmaktadır. Gücü 50 MVA olarak belirlenmiştir. Yakıt hücresi, bağlı olduğu baraya aktif güç ilave etmektedir [16].

5. BENZETİM ÇALIŞMASI

Benzetim çalışmasının gerçekleştirildiği 6-baralı güç sistemi, Görsel 2'de yer almaktadır.

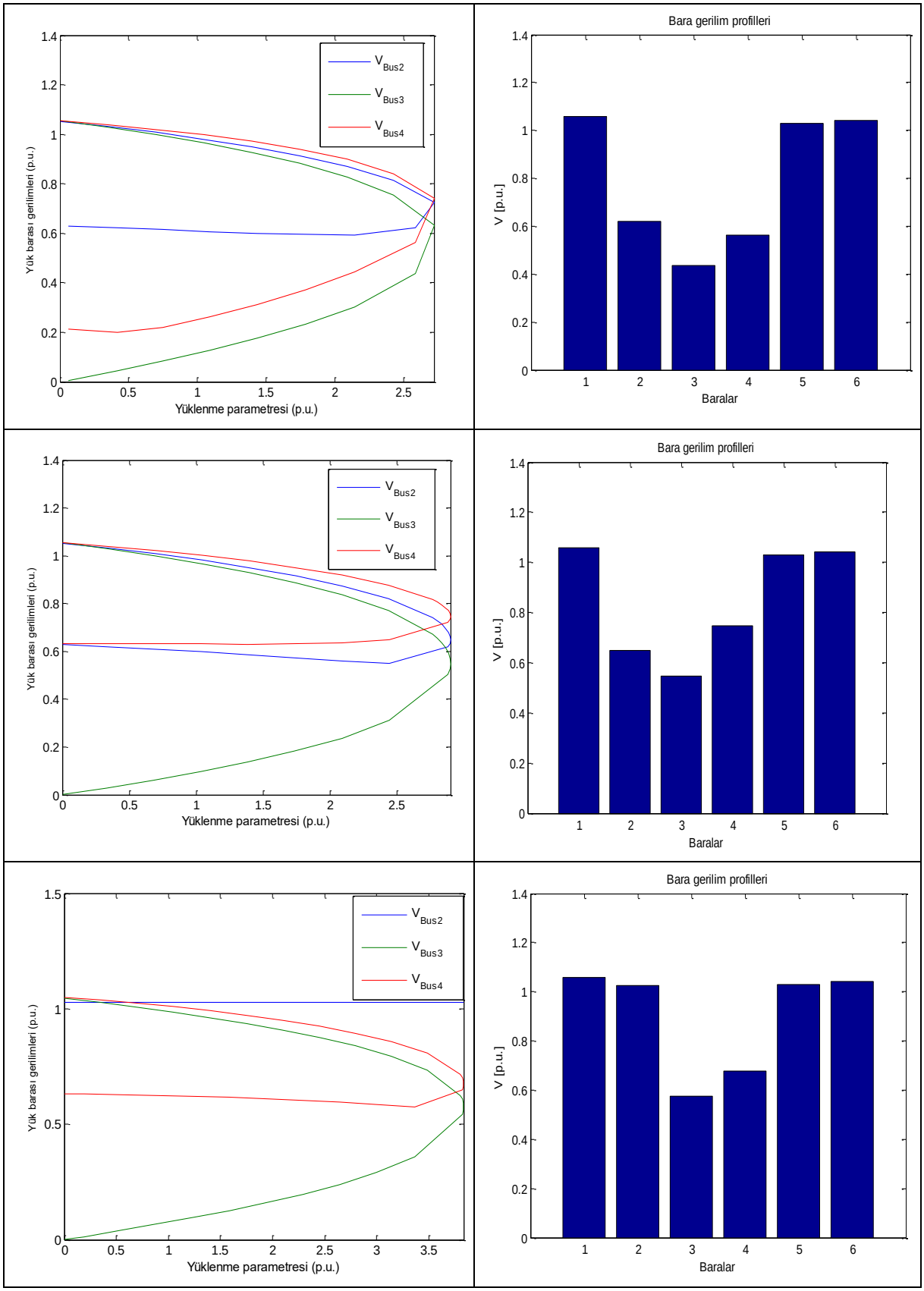


Görsel 2. 6-baralı güç sistemi

PSAT programında analizi yapılan 6-baralı güç sisteminde bir adet salınım barası, iki adet generatör barası ve üç adet yük barası kullanılmıştır [17]. Bu sistemde 1 numaralı bara salınım barası, 5 ve 6 numaralı baralar generatör barası, 2 ve 4 numaralı baralar ise yük barası olarak belirlenmiştir. Sistemde iki adet transformatör kullanılmıştır. Bu transformatörler 230 kV'yi 20 kV'ye düşürmektedir. Dahası, bu sistemde 4 adet iletim hattı kullanılmıştır. Öncelikle, sistemde SSSC ve yakıt hücrelerinin yerleşim yerlerini belirlemek amacıyla güç akışı analizi yapılmıştır. Bara gerilim profilleri en düşük olan baralar 2 ve 3 numaralı baralardır. Bu baralar arasında bulunan iletim hattına 100 MVA gücünde SSSC bağlanmıştır. 50 MVA gücündeki yakıt hücresi ise 2 numaralı baraya bağlanmıştır. Bu çalışmada üç farklı analiz gerçekleştirilmiştir. Bunlar; SSSC ve yakıt hücresinin kullanılmadığı durum, SSSC'nin kullanıldığı durum, SSSC ve yakıt hücresinin birlikte kullanıldığı durumlardır [18].

6. BENZETİM ÇALIŞMASI SONUÇLARI

Benzetim çalışmasında yapılan bütün analizler sürekli yük akışına göre gerçekleştirilmiştir. SSSC ve yakıt hücresinin kullanılmadığı, SSSC'nin kullanıldığı durum, SSSC ve yakıt hücresinin birlikte kullanıldığı durumlar ayrı ayrı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, sistemin maksimum yüklenme parametresi değerleri ve bara gerilim profilleri açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Görsel 3a ve Görsel 3f arasında gösterilmiştir. Görsel 3a ve Görsel 3b'de SSSC ve yakıt hücresinin kullanılmadığı durumdaki maksimum yüklenme parametresi ve bara gerilim profilleri detaylı olarak incelenmiştir. SSSC ve yakıt hücresinin kullanılmadığı durumda sistemin maksimum yüklenme parametresi değeri **2.7211 p.u**. olarak elde edilmiştir.



Görsel 3. SSSC ve yakıt hücresinin kullanılmadığı, SSSC kullanıldığı durum, SSSC ve yakıt hücresinin kullanıldığı durumlardaki yüklenme parametresi ve bara gerilim profilleri sonuçları

İkinci analizde 2 ile 3 numaralı iletim hattı arasına bağlanan SSSC'nin kullanıldığı durumdaki maksimum yüklenme parametresi ve bara gerilim profilleri Görsel 3c ve Görsel 3d'de elde edilmiştir. SSSC'nin kullanıldığı durumda sistemin maksimum yüklenme parametresi değeri **2.9028 p.u**. olarak elde edilmiştir. Son analizde, 2 ile 3 numaralı iletim hattına bağlanan SSSC ve 2 numaralı baraya bağlanan yakıt hücresinin kullanıldığı durumdaki maksimum yüklenme parametresi ve bara gerilim profilleri Görsel 3e ve Görsel 3f'de verilmiştir. SSSC ve yakıt hücresinin birlikte kullanıldığı durumda sistemin maksimum yüklenme parametresi değeri **3.8341 p.u.** olarak elde edilmiştir.

6. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, çok makineli güç sistemlerinin çalışma koşullarındaki değişimleri kontrol etmek ve sistemin güvenli çalışmasını sağlamak için gerilim kararlılığı analizi incelenmiştir. Bunun için güç elektroniği tabanlı kompanzasyon sistemleri elemanlarından SSSC kullanılmıştır. Bunun yanı sıra gerilim kararlılığı için sistemin yüklenebilirliğini, daha iyi kontrol etmek amacıyla bu çalışmada yakıt hücresi de sisteme entegre edilmiştir. Öncelikle yük akışı analizi sonucunda SSSC ve yakıt hücresinin optimum yerleşim yerleri belirlenmiş olup, daha sonrasında ise sürekli yük akışı analizi kullanılarak sistemin yüklenme durumları ve bara gerilim profilleri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde 2 ile 3 numaralı iletim hattına bağlanan SSSC ve 2 numaralı baraya bağlanan yakıt hücresinin kullanıldığı durumdaki sonuçların, SSSC ve yakıt hücresinin kullanılmadığı duruma göre ve SSSC'nin kullanıldığı duruma göre yüklenebilirlik ve bara gerilim profilleri açısından daha iyi olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışma ile yakıt hücresinin diğer FACTS cihazları ile birlikte kullanılmasına ve farklı test sistemlerinde statik ve dinamik gerilim kararlılığı analizi yapılmasına zemin hazırlandığını söyleyebiliriz.

KAYNAKÇA

[1] Zhang, X. P. Advanced modeling of the multicontrol functional static synchronous series compensator (SSSC) in Newton power flow, IEEE Transactions on power systems, 18, 4, 1410-1416, 2003.

[2] Gupta, S., Singh, N., Joshi, K. Biogeography-based novel AI optimization with SSSC for optimal power flow, Majlesi Journal of Electrical Engineering IEEE Transactions on Smart Grid, 12, 2, 39-45, 2018.

[3] Faridi, M., Maeiiat, H., Karimi, M., Farhadi, P., Mosleh, H., *Power system stability enhancement using static synchronous series compensator (SSSC)*, In 2011 3rd International Conference on Computer Research and Development, 3, 387-391, 2011, IEEE.

[4] de Dieu Nguimfack-Ndongmo, J., Kenné, G., Kuate-Fochie, R., Cheukem, A., Fotsin, H. B., Lamnabhi-Lagarrigue, F. A simplified nonlinear controller for transient stability enhancement of multimachine power systems using SSSC device, International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 54, 650-657,2014.

[5] Wang, H. F., *Design of SSSC damping controller to improve power system oscillation stability*, In 1999 IEEE Africon. 5th Africon Conference in Africa (Cat. No. 99CH36342) 1, 495-500,1999, IEEE.

[6] Naderipour, A., Abdul-Malek, Z., Ramachandaramurthy, V. K., Miveh, M. R., Moghaddam, M. J. H., Guerrero, J. M. Optimal SSSC-based power damping inter-area oscillations using firefly and harmony search algorithms, Scientific reports, 10,1, 12176, 2020.

[7] Shakarami, M. R., Kazemi, A. Assessment of effect of SSSC stabilizer in different control channels on damping inter-area oscillations, Energy Conversion and Management, 52, 3, 1622-1629, 2011.

[8] Castro, M. S., Ayres, H. M., Da Costa, V. F., Da Silva, L. C. P. Impacts of the SSSC control modes on small-signal and transient stability of a power system, Electric power systems research, 77, 1, 1-9, 2007.

[9] Bongiorno, M., Svensson, J., Angquist, L. On control of static synchronous series compensator for SSR mitigation, IEEE Transactions on Power Electronics, 23, 2, 735-743, 2008.

[10] Xiao, X., Gao, B., Zhao, C., Kun, X. *A novel SSR-damping scheme based on imbalance operation of SSSC*, In 2010 International Conference on Power System Technology (pp. 1-5), 2010, IEEE.

[11] Sode-Yome, A., Mithulananthan, N., & Lee, K. Y. *Static voltage stability margin enhancement using STATCOM, TCSC and SSSC*, In 2005 IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific 1-6, 2005, IEEE.

[12] Musunuri, S., Dehnavi, G. *Comparison of STATCOM, SVC, TCSC, and SSSC performance in steady state voltage stability improvement*, In North American Power Symposium, 1-7, 2010, IEEE.

[13] Kamarposhti, M. A., Lesani, H. Effects of STATCOM, TCSC, SSSC and UPFC on static voltage stability, Electrical Engineering, 93, 33-42, 2011.

[14] Kazemi A., Badrzadeh B. Modeling and Simulation of SVC and TCSC to Study Their Limits on Maximum Loadability Point, International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 26,8, pp. 619-626, 2004.

[15] Sonf Y.H., Johns A.T., *Flexible AC Transmission Systems (FACTS)*, The Institution of Electrical Engineering, London, 1999.

[16] Yildirim B., Gencoglu M. T. Oscillatory stability and eigenvalue analysis of power system with microgrid, Electrical Engineering, 100, 4, 2351-2360, 2018.

[17] Milano, F. An open source power system analysis toolbox. IEEE Transactions on Power systems, 20, 3, 1199-1206, 2005.

[18] Dogan, M., Tosun, S., Ozturk, A., Dosoglu, M. K. *Investigation of TCSC and SSSC controller effects on the power system*, In 2011 7th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO) I-127, 2011, IEEE.

ÇEVİK YAZILIM TEST SÜREÇLERİNDE HATA TÜRÜ VE ETKİ ANALİZİ

Işılay Pamuk Candan
Sakarya Üniversitesi, - 0000-0002-0964-0077
Doç. Dr. Tülay Korkusuz Polat
Sakarya Üniversitesi, , 0000-0001-6693-7873

ÖZET

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte yeni rekabet ortamları oluşmuştur. İşletmeler, rekabet ortamında varlığını sürdürebilmek için teknolojik gelişmeleri benimsemeye ve uygulamaya çalışmaktadır. Değişen ve gelişen teknoloji ile birlikte müşterilerin veya sistemlerin ihtiyaçlarını en kısa sürede karşılayabilmek için işletmeler yazılım uygulamalarına ihtiyaç duymaktadır. Yazılım uygulamaları; gereksinim, tasarım, uygulama, test ve kurulum/kontrol aşamalarından oluşan yazılım geliştirme yaşam döngüsünü (Software Development Life Cycle-SDLC) yaklaşımı ile geliştirilmektedir. Bu döngüde kullanılan donanım, teknoloji, kod ve insan faktörleri nedeniyle hatalar sıklıkla ortaya çıkmaktadır. Hataların zamanında tespit edilmemesi yeni hataları oluşturabileceği gibi sürekli bu hataların tekrar edilmesine de neden olmaktadır. Hataların erken aşamada tespit edilememesi, çevik (agile) yazılım projesinin istenilen zamanda/bütçede tamamlanmaması ve kalitesiz yazılım ürününün ortaya çıkması gibi risklere neden olmaktadır. Bu nedenle yazılım testinin, yazılım geliştirme yaşam döngüsünün her aşamasında yapılması önemlidir. Yazılım testi, en az hata ile yüksek kalitede uygulamaların geliştirilmesini sağlar. Bu çalışmada, savunma sektöründeki bir yazılım projesinin yazılım test süreçlerinde hata türü etki analizi gerçekleştirilmiştir. Test kayıtlarından elde edilen verilere göre en çok tekrar eden hatalar belirlenmiştir. Tespit edilen hataların, klasik FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) yöntemi ile risk öncelik değerleri hesaplanmıştır. Risk öncelik değerlerine göre önceliklendirme sıralaması yapılmıştır. Bu çalışma ile belirlenen tüm hatalar için hafifletici/önleyici önlemler belirlenmiştir. Bu önlemler ile hatanın tekrarlanma sayısının azalması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler : Hata Türü Etki Analizi, FMEA, Risk Yönetimi, Yazılım, Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü, Yazılım Test, Teknoloji

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte önemli sektörlerden biri olan yazılım sektörü geniş bir alanda faaliyet göstermesi nedeniyle rekabetin yoğun olduğu ekosistemde yer almaya çalışmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle hızla değişen dünyada şirketler, müşterilerinin isteklerine hızlı bir şekilde cevap vermeye çalışmaktadır. Müşteri isteklerine cevap vermede yazılım uygulamaları önemli rol oynamaktadır. Sektör ayrımı olmaksızın pek çok işletme hem kendi iç süreçlerini yürütürken hem de müşterileri ile olan etkileşimlerinde yazılım uygulamaları kullanmaktadırlar. Bu kapsamda birçok proje hazırlanmaktadır. Projenin en az

hata ile geliştirilmesi için yazılım geliştirme yaşam döngüleri (Software Development Life Cycle-SDLC) standartlarının uygulanması gerekmektedir (Calp ve Akcayol, 2015). SDLC boyunca, tüm aşamalar insan faaliyetleri ile geliştirildikleri için hataların oluşması sıklıkla yaşanabilmektedir (Singh ve ark, 2023).

Yazlım projelerinde, yazılım geliştirme yaşam döngüsü: gereksinim, tasarım, uygulama, test ve kurulum/kontrol aşamalarından oluşmaktadır (Lee ve ark, 2020). Yazılım geliştirme yaşam döngüsü boyunca söz konusu yazılımın çalışması esnasında herhangi bir hatanın tetiklenmesi ile yazılım hataları oluşabilir. Bu nedenle hatalar zamanında tespit edilip giderilmezse sorunlar ve maliyetler artabilir (Lee ve ark, 2020). Yazılım geliştirme projeleri kapsamında, proje yöneticileri yazılımın sorunsuz çalışmasını sağlamak için pek çok risk ile uğraşmak zorundadırlar (Pinciroli ve ark, 2022).

Güvenilir ve kaliteli bir yazılım ürünü ortaya çıkarmak için "yazılım geliştirme yaşam döngüsü" nün uygulama ve test aşamaları paralel olarak gerçekleştirilmelidir. Bu şekilde proje yöneticileri ilgili riskleri daha erken zamanlarda fark edip gerekli önlemleri alabileceklerdir. Test çalışmaları, yazılım geliştirme yaşam döngüsünde önemli bir aşamadır ve yazılımın güvenilirliğini ve kalitesini sağlama konusunda belirleyici rol oynamaktadır (Singh ve ark, 2023). Bu nedenle test verimliliğini iyileştirmek için test aşamasını etkileyecek hataları-riskleri önceden belirleyerek ortadan kaldırmak önem taşımaktadır.

Geliştirilen yazılımın hatasız çalışması, kullanılabilir olması, gereksinimleri karşılıyor olması yazılım kalitesini ortaya koymaktadır (Rhmann ve ark, 2020). Hatalar SDLC nin herhangi bir aşamasında ortaya çıksa da bunların erken teşhisi, hataların oluşmadan fark edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması önemlidir. Bu noktada SDLC de risk yönetimi çalışmalarının gerekliliği öne çıkmaktadır.

Yazılım geliştirme yaşam döngüsünün tüm aşamalarında donanım, yazılım, teknoloji ve insanın yer almasından dolayı, tüm aşamalar potansiyel risk kaynağı olarak görülebilir (Kumar ve Yadav, 2015). Bu nedenle yazılım geliştirme yaşam döngüsü için risk yönetimi oldukça önemlidir. Yazılım geliştirme yaşam döngüsü içerisinde hataların belirlenerek gerekli önlemlerin alınması için en uygun aşama, kontrollerin yapıldığı test aşamasıdır (Singh ve ark, 2023). Yazılım geliştirme yaşam döngüsü içinde test aşaması en çok zaman alan ve maliyet gerektiren aşamalardan biridir. Test aşamasında; yazılım projesinin gereksinimlerine göre test planı oluşturulmalı, test araçları belirlenmeli ve test prosedürü oluşturulmadır. Test prosedürüne göre uygulama esnasında gerçekleştirilen testler ile hatalar bulunmaktadır. Bir önceki sürümde tespit edilen hatanın yeni sürümde de var olması test aşamasının uzun sürmesine neden olmaktadır. Hataları ortadan kaldıracak faaliyetleri belirlerken hangi hatanın daha öncelikli olduğunun belirlenmesi için hata türü etki analizi yapılmalıdır. (Souza ve ark, 2021).

Bu çalışmada, olası proje yazılım risklerini değerlendirirken klasik hata türü ve etkileri analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma yazılım geliştirme süreci risklerinin değerlendirilmesi kapsamında daha önce bir değerlendirmenin olmaması nedeni ile litaretüre önemli katkılar sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Çevik (Agile) yazılım geliştirme yaşam döngüsü süreci, müşteri odaklı olarak ilerlemekte ve işbirlikçi geliştirme gerektiren bu süreçte müşteri tarafından istenilen istekler yazılım süreçlerinde birtakım değişikliklere neden olmaktadır (Moyano ve ark, 2022) Kaliteli yazılımlar, kabul edilebilir düzeyde hatasız ortaya çıkması için yazılım testlerinin sürekli gerçekleşmesi gerekmektedir (Ouriques ve ark, 2023). Yazılım testinde sürekli tekrar eden hataların birçok kriter nedeniyle önceliklendirilmemesi ve çözümlenememesi sonucu; projede maliyet, zaman, kalite vb. açıdan riskler oluşabilmektedir. Literatürde öncelikledirme, sıralama, ağırlıklandırma, yönetimi konularında birçok çalışmaya yer verilmiştir.

Birçok teknoloji ile entegre çalışılması, yapısal/kavramsal modellerin ve kullanılan standartların farklı olması gibi nedenlerden dolayı yazılım faaliyetlerinde riskler oldukça yaygındır. Yapılan işin performansı üzerinde istenmeyen sonuçlar doğurabilecek riskleri değerlendirerek hataların meydana gelmesini veya tekrarlanmasını engellemek için kullanılan pek çok teknik vardır: Karar Matrisi Risk Analizi Yöntemi (DMRA), HAZOP (Hazard and Operability), Hata Ağacı Analizi (FTA), Olay Ağacı Analizi (ETA), Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) gibi.

1949 yılında, FMEA yöntemi ilk kez Birleşik Devletler Ordusu tarafından MILSTD- 1629A standardı olarak uygulanmıştır. 1960 yılında Nasa tarafından, sistem ve donanım hatalarının etkilerini belirlenmesinde etkili olduğu için projesinin geliştirilmesinde kullanılmıştır (Pentti ve Atte, 2002).

FMEA, sistemin, fonksiyonun ya da bileşenin hata türlerini belirleyen ve etkilerini yüksek seviyede değerlendirmek için kullanılabilen sistematik bir yoldur. Hata türlerinin sonuçlarının belirlenmesindeki amaç, hata olasılığının düşürülmesi ya da yok edilmesi için önleyici faktörlerin ortaya koyulmasıdır. FMEA, incelenen sistem ya da bileşenlerin hatalarını belirlemede ve bu hataların kayıt altına alınmasında en etkili yoldur (Pentti ve Atte, 2002).

Genel olarak FMEA yönteminin amacı, sistemdeki olası hataların önceden bilinmesine yardım etmek ve bu duruma karşı önleyici planlamaların yapılmasını sağlamaktır. Bu yöntemde hedef sistemi daha güvenilir duruma getirmektir.

Son dönemlerde FMEA yöntemi en yaygın kullanılan risk analizi yöntemlerinden birisidir. FMEA tekniği, otomotiv, gıda, üretim, metal, deniz taşıtları imalatı, yazılım, nükleer tasarımlar gibi çok çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır.

Peddi ve arkadaşları (2023), gıda tedarik zinciri aşamaları olan hasat, taşıma, işleme, paketleme ve dağıtım adımlarının risk öncelik değerlerini klasik FMEA yöntemi kullanarak hesaplamışlar ve daha sonra derin sinir ağları modeli geliştirerek verilerin makine öğrenimi modeli ile elde edilmesini sağlamışlardır. Park ve arkadaşları (2023), denizcilik endüstrisinde siber güvenlik tehditlerinin risk değerledirmesinde FMEA yöntemi kullanmışlardır.

Çizelge 1'de FMEA yöntemi kullanılarak yapılan risk değerlendirme çalışma örnekleri gösterilmektedir.

Çizelge 1. Risk Değerlendirme Çalışmaları

Yazarlar	Çalışma Alanları	Kullanılan Teknikler
Andrade ve ark, (2022)	Ürün Geliştirme Risk Analizi	FMEA
Souza ve ark, (2021)	Covid 19 Projelerinde Risk Yönetimi	FMEA
Akyuz and Celik (2018)	Denizcilik Risk Değerlendirmesi	FMEA
Selimoğlu ve ark, (2021)	İç Denetim Süreçlerinde Risk Analizi	FMEA
Shafiee ve ark, (2022)	Deniz Altı Tesislerinde Risk Analizi	FMEA
Aslan (2016)	İçten Yanmalı Motor Üretimi Risk Analizi	FMEA
Bocut ve Uncu (2022)	Teleskopik Üretimi Kalite Süreçlerinde Risk Analizi	FMEA
Bağıran ve Erçetin (2022)	CNC Torna Tezgahı Risk Analizi	FMEA
Turan ve Ocaktan (2019)	Transformatör Üretiminde Risk Analizi	Bulanık FMEA

Ancak, yapılan literatür araştırması sonucunda, yazılım testleri sonucu uygulamada çıkan hataların önceliklendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, yazılım test sürecindeki hataların değerlendirilmesi açısından literatüre önemli katkılarda bulunmaktadır. Çalışmada yazılımda test süreçlerinde en çok tekrar eden hataların önceliklendirilmesi için klasik FMEA uygulanmaktadır.

3. UYGULAMA

Yazılım testi, geliştirilen yazılımın hatasız veya en az hatayla ortaya çıkması için belirtilen gereksinimlerin doğrulanması için yapılan sürecin adıdır. Yazılım testi, sadece mevcut yazılımdaki hataları bulmayı değil, aynı zamanda yazılımı verimli, doğru bir şekilde kullanılabilirmesi için geliştirecek özellikler bulmayı hedefler.

Yazılım testi, test araçları ile otomasyon olarak veya manuel olarak yapılabilmektedir. Testin otomasyon veya manuel olarak yapılmasında yazılım ürünün özellikleri ve doğrulama kriterlerine göre karar verilmektedir. Manuel testler otomasyona göre daha fazla insan gücü gerektiren bir süreç olması nedeni ile zaman açısından uzun sürebilmektedir. Yazılım testinin yapılması genellikle zaman kaybı gibi gözükse de hatayı erken tespit etme ve hatanın önlenmesini sağladığı için uzun vadede maliyeti düşürmektedir. Her testin sonucunda ortaya çıkan hatalar, iyileştirmeler dijital bir ortamda kayıt altına alınır. Bu ortam üzerinden aynı hatanın kaç kere tekrar ettiği, hangi sürümlerde meydana geldiği, testin gerçekleşme süresi, hatanının kapanma tarihi veya gerçekleşen hatanın başka bir hataya neden olup olmadığı gibi, güncel durum takip edilir.

Uygulamada yazılım testlerinde gerçekleşen hatalar test kayıtlarından elde edilmiştir. Test kayıtlarında yer alan hataların önceliklendirme işlemi için klasik FMEA yöntemi kullanılmıştır.

Olasılık, farkedilebilirlik ve etki değerlerini belirlemek üzere 10'luk ölçek kullanılmıştır (Erbay, 2019). Değerler saptanırken geçmiş test kayıtlarındanki verilerden yararlanılmıştır, ortaya çıkma ağırlık değerleri ve etki değerleri karar vericiler tarafından belirlenmiştir. Risk öncelik skoru klasik FMEA yöntemi ile bulunmuştur. Klasik FMEA modeli:

$$RÖS = O \times S \times D$$

Çizelge 2'de hataların olasılık (O), farkedilebilirlik (S) ve etki (D) değerleri belirlenmiş ve bu değerlere göre risk öncelik sayısı değeri hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Hata Risk Öncelik Skoru

Hata No	Olasılık	Farkedilebilirlik	Etki	Risk Öncelik Sayısı
H1	5	9	9	405
H2	6	6	8	288
H3	4	9	9	324
H4	5	8	8	320
H5	8	5	7	280
H6	3	5	6	90
H7	6	7	7	294
H8	8	8	7	448
H9	5	9	5	225
H10	6	7	8	336

Klasik FMEA yöntemine göre hesaplanan RÖS (Risk Öncelik Sayısı) değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. RÖS değerlerine göre öncelik sırası Çizelge 3'de verilmiştir. "RÖS >100" olduğu durumlarda hataların risk taşıyan hatalar olduğu kabul edilir ve bunn için önlem alınması gerektiği öngörülürmektedir (Özakın, 2021). Çizelgeye göre bir hata 100'lük değerin altında kalarak diğerlerinden ayrılmaktadır. RÖS değerlerine göre risk belirten hatalar fazla olduğu için her hata için yapılan hata etki analizi ile bu hatalar için alınabilecek önlemler Çizelge 3'de belirtilmiştir.

Çizelge 3. Hata-Etki Analizi

No	Hata	Neden	RPN	Çözüm/Hafifletme Önerileri
H8	Versiyonlama hataları	Sürüm alınırken yanlış branchden alınması	448	DevOps süreçlerinin kontrollü gerçekleştirilmesi, Personel eğitimi
H1	IP verilerinin alınamaması	Kablo kopması veya zayıf sinyal vermesi, Ağ bağlantısında oluşan arıza	405	Test ortamının kontrol edilmesi Bakım
H10	Veri iletimlerinde kopmaların yaşanması	Veri paketlerinde kayıpların yaşanması	336	Test ortamında izole bir ağ ortamın oluşturulması
H3	Test tanımlarının yanlış ifade edilmesi	Gereksinimlerin yanlış anlaşılması	324	Gereksinim tanımlama dokümanlarının anlaşılır olması sağlanmalı
H4	Uygulama kullanılırken bağlantıların kopması	İşletim sisteminin çok yavaş çalışması ve daha sonra durması	320	Politikalar gözden geçirilmeli, kontrol edilmeli

H7	Uygulamanın donması	İşletim sisteminin çok yavaş çalışması ve daha sonra durması	294	Politikalar gözden geçirilmeli, kontrol edilmeli
H2	Test araçlarının çalışmaması	Sunucunun hizmet vermemesi	288	Bakım
H5	Entegre edilmiş uygulamaların çalışmaması	Uygulamanın diğer uygulamalara taşıyıcı belirteç vermemesi	280	Kod analizi yapılmalı
H9	Bilgisayara takılı harici donanımların çalışmaması	Tarayıcı protokollerinin izin vermemesi	225	Protokollerin kontrol edilmesi. Geliştirmenin buna göre yapılması
H6	Entegre çalışılan araçlarda güncellemelerin olması	Entegre edilen uygulamada güncellem ile değişen veritabanı tablo yapısı	90	Yazılım tasarım dokümanlarının sürekli olarak güncellenmesi sağlanmalı ve ortak yazılım mimarisinde anlaşılmalı

4. SONUÇ

Teknolojinin gelişmesiyle birçok sektörde işlerin yönetilmesi, kontrol edilmesi ve faaliyetlerin geliştirilmesi için yazılım ve yazılım ürünlerine ihtiyaç gün geçtikçe artmıştır. Şirketlerin veya müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayacak uygun yazılımların / uygulamaların ortaya çıkması için uygulamanın son kullanıcıya ulaşmadan önce yazılım geliştirme aşamasında ayrıntılı olarak test edilmesi gerekmektedir. Bu nokta yazılım test süreçleri önem kazanmaktadır. Bir uygulamanın / yazılımın kalitesi onun geliştirme aşamasında sürekli olarak testten geçmesiyle ortaya çıkmaktadır. Ancak test sürecinde ortaya çıkan hataların çok fazla tekrar etmesi, her hatanın projeye olan etkisinin farklı olması nedeniyle çözüm aşamasında önceliklendirme yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, bir projedeki yazılım test süreci hata türü etki analizi tekniği ile incelenmiştir. İncelme sonucunda test kayıtlarında en çok tekrar eden 10 hata tespit edilmiştir. Ele alınan 10 hatanın risk öncelik sayısı hesaplanmıştır. Bu hesaplamaya göre RÖS değerinin 100'den büyük olduğu durum hataların büyük çoğunluğu için geçerlidir. Bu nedenle, her hata için hafifletici önlemler önerilmiştir.

Öneri olarak; uzman görüşüne dayalı olan bu uygulamaların sonuçlarında matematiksel olarak elde edilen veriler kullanılarak proje etkileri hesaplamaları yapılabilir. Bununla birlikte hataların önceliklendirilmesi için karar verici mekanizmalar üzerinde yapılacak olan bir hibrit bir çalışma ile bu süreç için bir yazılım geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

Akyuz, E. ve Celik E. (2018), A quantitative risk analysis by using interval type-2 fuzzy FMEA approach: the case of oil spill, *Martime Policy & Management*, Vol 45, 979-994.

Andrade, J.M.M. Leite, A.F.C.S.M. Cancilieri, M.B. Szejka, A.L. Loures, E.F.R. ve Canciglieri, O. (2022), A multi-criteria decision tool for FMEA in the context of product development and industry 4.0, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol 35, 36-49.

Aslan, O. (2016), Rısk Analysıs Of Internal Combustıon Engıne Valve Productıon Usıng FMEA Method, *GİBS Dergi,* Vol5, pp.37-40.

Bağıran, H.M. ve Erçetin. R. (2022), Universal ve CNC Kontrollü Torna Tezgahlarında FMEA Yöntemiyle Risk Değerlendirme Uygulaması, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Vol 38, 26-30

Bocut, Ö.S. ve Uncu, N. (2022), FMEA Based Fuzzy Topsis for Assessment of Quality Problems in Telescopic Platform Production, *Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37(4), 875-878.

Calp, M.H, ve Akcayol, M.A. (2015), Yazılım Projelerinde Karşılaşılan Risk Faktörleri ve Risk Yönetim Süreci, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, Vol 27, 1-2.

Erbay, B., *Bir Yazılım Projesinin Risklerinin Yönetilebilmesi İçin Bulanık Bilişsel Haritalar İle Entegre Edilmiş Bulanık Gri Hata Modu Ve Etkileri Analizi Uygulaması*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019

Kumar, C. ve Yadav, D.K. (2015), A Probabilitistic Software Risk A Assesmnet and Estimation Model for Software Projects, *Procedia Computer Science*, Vol 54, 354-358

Lee, S.H. Lee, S.J. Koo, S.R. Varuttamaseni, A. Yue, M. Li, M. Cho, J. ve Kang, H.G. (2020), Optimization of software development life cycle quality for NPP safety software based on a risk-cost model, *Annals of Nuclear Energy*, Vol 135, 2-6.

Moyano, C.G. Pufahl, L. Weber, I. ve Mendling, J. (2022), Uses of business process modeling in agile software development projects, *Information and Software Technolog*y, Vol 152,1-3.

Ouriques, R. Wnuk, K. Gorschek,T. ve Svensson R.B. (2023), The role of knowledge-based resources in Agile Software Development contexts, *The Journal of System & Software*, Vol 197, 2-7.

Özakın, B. (2021), Sac Malzeme Üretiminde Hata Türleri ve Etkileri Analizi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Vol 28, 1204-1209.

Park. C., Kontova, C., Yang. Z. ve Chang, C.H. (2023), A BN driven FMEA approach to assess maritime cybersecurity risks, *Ocean and Coastal Management*, Vol 235,1-2.

Peddi, S., Lanka, K. ve Gopal P., (2023), Modified FMEA using machine learning for food supply chain, M*aterials Today: Proceedings* , 1-2.

Pentti, H. and Atte, H. (2002), Failure mode and Effects Analysis of Software - Based Automation Systems, *STUK - Radiation and Nuclear Safety Authority*, Vol 190, 37.

Pinciroli, F. Justo, J.L.B. ve Forradellas, R. (2022), Systematic mapping study: On the coverage of aspect-oriented methodologies for the early phases of the software development life cycle, J*ournal of King Saud University Computer and Information Science*, Vol 34, 2884-2887

Rhmann, W. Pandey, B. Ansari, G. ve Pandey, D.K. (2020), Software fault prediction based on change metrics using hybrid algorithms: An empirical study, *Journal of King Saud University Computer and Information Science*, Vol 32, 420-422

Selimoğlu, S.K., Yeşilçelebi, G. ve Altuneli, M. (2021), İç Denetim Süreçlerini İyileştirme ve Risk Yönetimi Araçları: Yalın Altı Sigma ve FMEA, *Muhasebe ve Finanas Dergisi*, ISSN: 2146-3042, 210-212

Singh, V. Kumar, V. ve Singh, V.B. (2023), A hybrid novel fuzzy AHP-TOPSIS technique for selecting parameter-influencing testing in software development, *Decision Analytics Journal*, Vol 6, 1-10.

Souza, F.H. Gaviao, L.O. Sant'Anna, A.P. ve Lima, G.B.A. (2021), Prioritizing risks with composition of probabilistic preferences and weighting of FMEA criteria for fast decision-making in complex scenarios, *International Journal of Managing Project in Business*, Vol 1753-8378, 572-576.

Turan, M. ve Ocaktan D. (2019), Transformatör üreten bir firmada risk analizinde bulanık HTEA kullanımı ve uygulama yazılımı geliştirme, *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 480-484.

NEW FIXED-CIRCLE RESULTS WITH MULTI-VALUED F_C-CONTRACTION MAPPINGS

Asst. Prof. Dr. Elif KAPLAN
Ondokuz Mayıs University, 0000-0002-7620-3387
Assoc. Prof. Dr. Nihal TAŞ
Balıkesir University, 0000-0002-4535-4019

ABSTRACT

In this paper, we investigate some generalized multi-valued contraction results on metric spaces. We introduce three new notions, so called multi-valued Rhoades type F_C-contraction, multi-valued Seghal type F_C-contraction and multi-valued Reich type F_C-contraction, inspired by the ideas of Wardowski. We prove some fixed-circle problems on metric spaces. We present an illustrative example for multi-valued contraction mappings to support our work.

Key Words: fixed circle; multi-valued contractions; metric spaces.

1. INTRODUCTION

One of the most crucial theorems in classical functional analysis is the contraction mapping principle, which Banach proposed in 1922 [1]. Indeed, it is widely regarded as the origin of metric fixed point theory. Additionally, it is significant for its wide application in various branches of mathematics. Using the concept of the Hausdorff metric, the contraction mapping principle was extended from single-valued to multi-valued mappings by Nadler [2]. He proved a multi-valued version of the well-known Banach contraction principle. First, we recall that Hausdorff metric H induced by a metric d on a set X.

Definition 1.1 [3] Let (X,d) be a metric space. Denote by $CB(X)$ the family of nonempty, closed and bounded subsets of X. The function $H: CB(X) \times CB(X) \to \mathbb{R}$ is defined by, for every $A, B \in CB(X)$,

$$H(A,B) = max\left\{\sup_{x\in A} D(x,B), \sup_{y\in B} D(y,A)\right\}$$

is a metric on $CB(X)$ which is called Hausdorff metric induced by d, where

$$D(x,B) = inf\{d(x,y): y \in B\}.$$

Theorem 1.1 [2] Let (X,d) be a complete metric space and $T: X \to CB(X)$ be a multi-valued mapping satisfying

$$H(Tx,Ty) \leq kd(x,y)$$

for all $x, y \in X$, where k is a constant such that $k \in [0,1)$. Then, T has a fixed point.

Lemma 1.1 [4] Let $A, B \in CB(X)$ then for any $a \in A$,

$$D(a,B) \leq H(A,B).$$

By taking Wardowski's approach into account, we present new multi-valued F_c-contractions and establish some fixed-circle results.

Definition 1.2 [5] Let $F: (0, \infty) \to \mathbb{R}$ be a mapping satisfying:

(F1) F is strictly increasing, that is, for all $u, v \in (0, \infty)$ such that $u < v, F(u) < F(v)$,

(F2) For each sequence $\{x_n\}$ in $(0, \infty)$ the following holds $\lim_{n\to\infty} x_n = 0$ if and only if $\lim_{n\to\infty} F(x_n) = -\infty$,

(F3) There exists $k \in (0, 1)$ such that $\lim_{x\to 0^+} x^k F(x) = 0$.

We denote with $\mathcal{F}$ the family of all functions F that satisfy the conditions (F1)-(F3).

Some examples of the functions belonging $\mathcal{F}$ are $F_1(x) = ln(x)$, $F_2(x) = ln(x) + x, F_3(x) = -\frac{1}{\sqrt{x}}$ and $F_4(x) = \ln(x^2 + x)$.

The first solution of the fixed-circle problem was given on metric spaces in [6]. With the Wardowski method, Taş et al. presented the fixed-circle problem for single-valued mappings [7,8]. Following that, Taş and Özgür developed multi-valued contractions and proved fixed-circle results associated with multi-valued contractions with some applications to integral type contractions [9]. Inspired by this work, Kaplan introduced the multi-valued Hardy-Rogers type F_C-contraction [10]. We begin by recalling the fixed-circle concept for multi-valued mappings on metric spaces.

Assume that (X, d) is a metric space. The definition of a circle in metric space is as follows:

$$C_{x_0,r} = \{x \in X: d(x, x_0) = r\}.$$

Definition 1.3. [9] Let (X, d) be a metric space, $C_{x_0,r}$ be a circle on X. A circle $C_{x_0,r}$ is called as the fixed circle of a multi-valued mapping $T: X \to CB(X)$ such that $x \in Tx$ for each $x \in C_{x_0,r}$.

Definition 1.4. [9] Let (X, d) be a metric space and $T: X \to CB(X)$ be a mapping. Then T is called as a multi-valued F_C-contraction if there exist $F \in \mathcal{F}, t > 0$ and $x_0 \in X$ such that

$$x \in X, H(A_x, Tx) > 0 \Rightarrow t + F\big(H(A_x, Tx)\big) \leq F(d(x, x_0)),$$

where $A_x = \{x\}$.

Notice that every F_C-contraction is also a multi-valued F_C-contraction [9].

Theorem 1.2. [9] Let (X, d) be a metric space, $T: X \to CB(X)$ be a multi-valued F_C-contraction with $x_0 \in X$ and

$$r = inf\{H(A_x, Tx): H(A_x, Tx) > 0\}. \quad \textbf{(1.1)}$$

Then, $C_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Proposition 1.1. [9] Let (X,d) be a metric space, $x \in X, A_x = \{x\}$ and $T: X \to CB(X)$ be a mapping. Then, we have $H(A_x, Tx) = 0$ if and only if $x \in Tx$.

2. MAIN RESULTS

In this part, we introduce new types of multi-valued contractive mappings such as multi-valued Rhoades type F_C-contraction, multi-valued Seghal type F_C-contraction and multi-valued Reich type F_C-contraction.

2.1. Multi-valued Rhoades Type F_C-Contraction

Definition 2.1.1. Let (X,d) be a metric space and $T: X \to CB(X)$ be a mapping. Then T is called as a multi-valued Rhoades type F_C-contraction if there exist $F \in \mathcal{F}, t > 0$ and $x_0 \in X$ such that

$$x \in X, H(A_x, Tx) > 0 \Rightarrow t + F\big(H(A_x, Tx)\big) \leq F\big(r(x, x_0)\big)$$

where $A_x = \{x\}$ and

$$r(x,y) = max\{d(x,y), D(x,Tx), D(y,Ty), D(x,Ty), D(y,Tx)\}.$$

Proposition 2.1.1. Let (X,d) be a metric space and $T: X \to CB(X)$ be a mapping. If T is a multi-valued Rhoades type F_C-contraction with $x_0 \in X$ then, we have $x_0 = Tx_0$.

Proof. Suppose that $H\big(A_{x_0}, Tx_0\big) > 0$. Following that, by using Lemma 1.1 and the multi-valued Rhoades type F_C-contractive property, we get

$$\begin{aligned} &t + F\left(H\big(A_{x_0}, Tx_0\big)\right) \leq F\big(r(x_0, x_0)\big) \\ &= F(max\{d(x_0,x_0), D(x_0,Tx_0), D(x_0,Tx_0), D(x_0,Tx_0), D(x_0,Tx_0)\}) \\ &= F\big(D(x_0,Tx_0)\big) \end{aligned}$$

which is a contradiction. This leads to the conclusion that $H\big(A_{x_0}, Tx_0\big) = 0$, and according to Proposition 1.1, we have $x_0 \in Tx_0$.

Theorem 2.1.1. Let's assume that (X,d) is a metric space, and that $T: X \to CB(X)$ is a multi-valued Rhoades type F_C-contraction with $x_0 \in X$ and r defined as in (1.1). Then, $C_{x_0,r}$ is a fixed circle of T if $D(x_0, Tx) = r$.

Proof. Let $x \in C_{x_0,r}$. If $H(A_x, Tx) > 0$ then using the multi-valued Rhoades type F_C-contractive property, Lemma 1.1 and the knowledge that F is increasing, we have

$$\begin{aligned} F\big(H(A_x, Tx)\big) &\leq F\big(r(x, x_0)\big) - t \\ &\leq F(max\{d(x,x_0), D(x,Tx), D(x_0,Tx_0), D(x,Tx_0), D(x_0,Tx)\}) - t \\ &\leq F(max\{r, H(A_x,Tx), 0, r, r\}) - t \\ &< F\big(H(A_x, Tx)\big) \end{aligned}$$

This gives a contradiction. As a result, $H(A_x, Tx) = 0$ and thus according to Proposition 1.1, $x \in Tx$.

Corollary 2.1.1. $K(X)$ denote the family of all non-empty compact subsets of X. Let (X, d) be a metric space, $T: X \to K(X)$ be a multi-valued Rhoades type F_C-contraction with $x_0 \in X$ and r be defined (1.1). Then, $C_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Proof. Since $K(X) \subset CB(X)$, by the similar arguments used in the proof of Theorem 2.1.1, the proof can be easily seen.

2.2. Multi-valued Seghal Type Fc-Contraction

Definition 2.2.1. Let (X, d) be a metric space and $T: X \to CB(X)$ be a mapping. Then T is called as a multi-valued Seghal type F_C-contraction if there exist $F \in \mathcal{F}, t > 0$ and $x_0 \in X$ such that

$$x \in X, H(A_x, Tx) > 0 \Rightarrow t + F\big(H(A_x, Tx)\big) \leq F(s(x, x_0))$$

where $A_x = \{x\}$ and

$$s(x, y) = max\{d(x, y), D(x, Tx), D(y, Ty)\}.$$

Proposition 2.2.1. Let (X, d) be a metric space and $T: X \to CB(X)$ be a mapping. If T is a multi-valued Seghal type F_C-contraction with $x_0 \in X$, then we have $x_0 = Tx_0$.

Proof. Suppose that $H\big(A_{x_0}, Tx_0\big) > 0$. Following that, by using Lemma 1.1 and the multi-valued Seghal type F_C-contractive property, we get

$$\begin{aligned} &t + F\left(H\big(A_{x_0}, Tx_0\big)\right) \leq F\big(s(x_0, x_0)\big) \\ &= F(max\{d(x_0, x_0), D(x_0, Tx_0), D(x_0, Tx_0)\}) \\ &= F\big(D(x_0, Tx_0)\big) \end{aligned}$$

which is a contradiction. This leads to the conclusion that $H\big(A_{x_0}, Tx_0\big) = 0$, and according to Proposition 1.1, we have $x_0 \in Tx_0$.

Theorem 2.2.1. Let's assume that (X, d) is a metric space, and that $T: X \to CB(X)$ is a multi-valued Seghal type F_C-contraction with $x_0 \in X$ and r defined as in (1.1). Then, $C_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Proof. Let $x \in C_{x_0,r}$. If $H(Tx, A_x) > 0$ then using the multi-valued Seghal type F_C-contractive property, Lemma 1.1 and the knowledge that F is increasing, we have

$$\begin{aligned} F\big(H(A_x, Tx)\big) &\leq F\big(s(x, x_0)\big) - t \\ &\leq F(max\{d(x, x_0), D(x, Tx), D(x_0, Tx_0)\}) - t \\ &\leq F(max\{r, H(A_x, Tx)\}) - t \\ &< F\big(H(A_x, Tx)\big) \end{aligned}$$

This gives a contradiction. As a result, $H(A_x, Tx) = 0$ and thus according to Proposition 1.1, $x \in Tx$.

Corollary 2.2.1. $K(X)$ denote the family of all nonempty compact subsets of X. Let (X,d) be a metric space, $T: X \to K(X)$ be a multi-valued Seghal type F_C-contraction with $x_0 \in X$ and r be defined (1.1). Then, $C_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Proof. Since $K(X) \subset CB(X)$, by the similar arguments used in the proof of Theorem 2.2.1, the proof can be easily seen.

Remark 2.2.1. If T is a Seghal type F_C-contraction with $x_0 \in X$ then T is a Rhoades type F_C-contraction with $x_0 \in X$. Really, we have

$$\begin{aligned} t + F\big(H(A_x, Tx)\big) &\leq F\big(s(x,x_0)\big) \\ &= F(max\{d(x,x_0), D(x,Tx), D(x_0,Tx_0)\}) \\ &\leq F(max\{d(x,x_0), D(x,Tx), D(x_0,Tx_0), D(x,Tx_0), D(x_0,Tx)\}) \\ &= F\big(r(x,x_0)\big) \end{aligned}$$

when $H(A_x, Tx) > 0$.

2.3. Multi-valued Reich Type Fc-Contraction

Definition 2.3.1. Let (X,d) be a metric space and $T: X \to CB(X)$ be a mapping. Then T is called as a multi-valued Reich type F_C-contraction if there exist $F \in \mathcal{F}, t > 0$ and $x_0 \in X$ such that

$$x \in X, H(A_x, Tx) > 0 \Rightarrow t + F\big(H(A_x, Tx)\big) \leq F(\alpha d(x,x_0) + \beta D(x,Tx) + \gamma D(x_0,Tx_0))$$

where $A_x = \{x\}$ with $\alpha + \beta + \gamma < 1, \alpha \neq 0$ and $\alpha, \beta, \gamma \in [0, \infty)$.

Proposition 2.3.1. Let (X,d) be a metric space and $T: X \to CB(X)$ be a mapping. If T is a multi-valued Reich type F_C-contraction with $x_0 \in X$ then, we have $x_0 = Tx_0$.

Proof. Suppose that $H\big(A_{x_0}, Tx_0\big) > 0$. Following that, by using Lemma 1.1 and the multi-valued Reich type F_C-contractive property, we get

$$\begin{aligned} &t + F\left(H\big(A_{x_0}, Tx_0\big)\right) \leq F(\alpha d(x_0,x_0) + \beta D(x_0,Tx_0) + \gamma D(x_0,Tx_0)) \\ &= F\big((\beta+\gamma)[D(x_0,Tx_0)]\big) \\ &< F\big(D(x_0,Tx_0)\big) \\ &\leq F\left(H\big(A_{x_0}, Tx_0\big)\right) \end{aligned}$$

which is a contradiction. This leads to the conclusion that $H\big(A_{x_0}, Tx_0\big) = 0$, and according to Proposition 1.1, we have $x_0 \in Tx_0$.

Theorem 2.3.1. Let's assume that (X,d) is a metric space, and that $T: X \to CB(X)$ is a multi-valued Reich type F_C-contraction with $x_0 \in X$ and r defined as in (1.1). Then, $C_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Proof. Let $x \in C_{x_0,r}$. If $H(Tx, A_x) > 0$ then using the multi-valued Reich type F_C-contractive property, Lemma 1.1 and the knowledge that F is increasing, we have

$$\begin{aligned} F\big(H(Tx, A_x)\big) &\leq F\big(\alpha d(x, x_0) + \beta D(x, Tx) + \gamma D(x_0, Tx_0)\big) - t \\ &\leq F\big(\alpha r + \beta H(A_x, Tx)\big) \\ &\leq F\big((\alpha + \beta) H(A_x, Tx)\big) \\ &< F\big(H(A_x, Tx)\big) \end{aligned}$$

This gives a contradiction. As a result, $H(A_x, Tx) = 0$ and thus according to Proposition 1.1, $x \in Tx$.

Corollary 2.3.1. $K(X)$ denote the family of all nonempty compact subsets of X. Let (X, d) be a metric space, $T: X \to K(X)$ be a multi-valued Reich type F_C-contraction with $x_0 \in X$ and r be defined (1.1). Then, $C_{x_0,r}$ is a fixed circle of T.

Proof. Since $K(X) \subset CB(X)$, by the similar arguments used in the proof of Theorem 2.3.1, the proof can be easily seen.

Example 2.5 in [10] provides our new multi-valued contractions.

Example 2.3.1. Let $X = \mathbb{C}$ be the set of all complex numbers and $d(x, y) = |x - y|$ for all $x, y \in \mathbb{C}$. Let us define the mapping $T: \mathbb{C} \to CB(\mathbb{C})$ as

$$Tx = \begin{cases} \{x\}, & |x| < 3 \\ \{x + 1, x + 2\}, & |x| \geq 3 \end{cases}$$

for all $x \in \mathbb{C}$. Then, T is a multi-valued Rhoades type F_C-contraction and multi-valued Seghal type F_C-contraction with $F(u) = u + lnu, t = 1,\ x_0 = 0$.

REFERENCES

1. Banach, S. Sur les operations dans les ensembles abstraits et leur application aux equations integrals, Fundam. Math. 2, 133-181, 1922.
2. Nadler, S. B. Jr. Multi-valued contraction mappings, Pasific J. Math. vol. 30(2), pp. 475-488, 1969.
3. Kelley, J. L. *General topology*, D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton, New Jersey, 1959.
4. Dube, L. S. A theorem on common fixed points of multi-valued mappings, Ann. Soc. Sci. Bruxelles S´er. I 89, no. 4, 463-468, 1975.
5. Wardowski, D. Fixed points of a new type of contractive mappings in complete metric spaces, Fixed Point Theory and Applications, 2012:94, 2012.
6. Özgür, N. Y. and Taş, N. Some fixed-circle theorems on metric spaces. Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society, 42, 1433-1449, 2019.
7. Mlaiki, N., Özgür, N. Y., Taş, N. and Santina, D. On the Fixed circle problem on metric spaces and related results, Axioms, 12(4), 401, 2023

8. Taş, N., Özgür N.Y. and Mlaiki,N. New types of F_C-contractions and the fixed-circle problem, Mathematics, vol.6(10), 188, 2018.
9. Taş N. and Özgür, N. Y. New multivalued contractions and the fixed-circle problem, *arXiv preprint arXiv:1911.02939*, 2019.
10. Kaplan, E., *Multivalued Hardy-Rogers Type Fc-Contraction on Fixed-Circle Problem*, ICEANS, 534-537, Konya, 2023.

SOME INTEGRAL TYPE FIXED-DISC RESULTS VIA SIMULATION FUNCTIONS

Asst. Prof. Dr. Elif KAPLAN
Ondokuz Mayıs University, 0000-0002-7620-3387

ABSTRACT

In this paper, we focus on the geometry of the set of nonunique fixed points in metric space. For this, a recent approach, the fixed-disc problem, has been studied using integral type contractions. We present a method based on a set of simulation functions. So we introduce the notions of the integral type $\mathcal{Z}_C$-contaction and integral type α-$\mathcal{Z}_C$-contraction. These new contractions are used to prove several fixed-disc theorems. Results obtained in this paper extend and generalize some well known fixed-disc results of the literature.

Key Words: fixed disc; integral type contractions; simulation functions.

1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

Different aspects of fixed point theory have been extensively studied. One of the most commonly studied areas of the theory is metric fixed point theory. The theory began with Banach's theorem on fixed points. Let (X, d) be a metric space and T a self-mapping on X. Geometric properties of fixed points are natural and interesting investigations if T has more than one fixed point. For example, let $X = \mathbb{R}$ be the set of all real numbers with usual metric $d(x, y) = |x - y|$ for all $x, y \in \mathbb{R}$. The self-mapping $T: \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ defined by $Tx = x^2 - 6$ has two fixed points $x_1 = -2$ and $x_2 = 3$. Fixed points of T form the circle $C_{\frac{1}{2},\frac{5}{2}} = \left\{x \in \mathbb{R}: \left|x - \frac{1}{2}\right| = \frac{5}{2}\right\}$. In recent years, this perspective has been applied to the fixed-circle and fixed-disc problems based on metric spaces and some generalized metric spaces (see [1-8] for more details).

Let (X, d) be a metric space and $T: X \to X$ be a self-mapping. A disc with the radius r and the center x_0 is defined on a metric space as follows:

$$D_{x_0,r} = \{x \in X: d(x, x_0) \leq r\}.$$

If $Tx = x$ for all $x \in D_{x_0,r}$, that is, $D_{x_0,r} \subseteq Fix(T)$ where $Fix(T)$ is the set of fixed points of T, then the disc $D_{x_0,r}$ is called a fixed disc of T [7].

In this paper, we investigate new results to the fixed-disc problem using the integral type contractions on metric spaces. To do this, we inspire the tehcniques used in [8]. For this purpose, we construct the notions of the integral type Z_C-contraction and integral type α-Z_C-contraction with respect to ξ. The obtained results generalize the known fixed-disc results in the literature.

2. MAIN RESULTS

Now, we recall the following definition.

Definition 2.1. [9] The function $\xi: [0,\infty)^2 \to \mathbb{R}$ is said to be a simulation function, if it satisfies the following conditions:
$(\xi 1)$ $\xi(0,0) = 0$,
$(\xi 2)$ $\xi(t,s) < s - t$ for all $s,t > 0$,
$(\xi 3)$ If $\{t_n\},\{s_n\}$ are sequences in $(0,\infty)$ such that

$$\lim_{n\to\infty} t_n = \lim_{n\to\infty} s_n > 0,$$

then

$$\lim_{n\to\infty} sup\xi(t_n, s_n) < 0.$$

The set of all simulation functions is denoted by Z.

After that, we suppose that (X,d) is a metric space and $T: X \to X$ be a self-mapping.

Definition 2.2. Let $\xi \in Z$ be any simulation function. If there exists an $x_0 \in X$ such that

$$x \neq Fix(T) \Longrightarrow \int_0^{\xi(d(Tx,x),d(Tx,x_0))} \varphi(t)dt \geq 0$$

for all $x \in X$, where $\varphi: [0,\infty) \to [0,\infty)$ is a Lebesque-integrable mapping which is summable, that is, with finite integral on each compact subset of $[0,\infty)$, nonnegative and such that

$$\int_0^{\varepsilon} \varphi(t)dt > 0,$$

for each $\varepsilon > 0$, then T is called an integral type Z_C-contraction with respect to ξ on X.

Remark 2.1. If we take $\varphi(t) = 1$ in Definition 2.2 then we obtain the definition of the concept of Z_C-contraction with respect to ξ given in [8]. Also, this contraction was studied on S-metric spaces fixed-disc results in [9].

Theorem 2.1. Let (X,d) be a metric space, $T: X \to X$ be a self-mapping and

$$\rho = inf\{d(x,Tx): Tx \neq x\}.$$

If T is an integral type Z_C-contraction with respect to ξ with $x_0 \in X$ and the condition $0 < d(Tx,x_0) \leq \rho$ holds for all $x \in D_{x_0,\rho} - \{x_0\}$ then
(i) $x_0 \in Fix(T)$,
(ii) $D_{x_0,\rho} \subseteq Fix(T)$.

Proof. (i)Let $x_0 \neq Fix(T)$. Using the integral type Z_C-contraction hypothesis, we obtain

$$x_0 \notin Fix(T) \Longrightarrow \int_0^{\xi(d(Tx_0,x_0),d(Tx_0,x_0))} \varphi(t)dt \geq 0.$$

This gives a contradiction by the condition (ξ_2). Hence, it shoud be $x_0 \in Fix(T)$.

(ii) Case 1: Let $\rho = 0$. In this case, we have $D_{x_0,\rho} = \{x_0\}$ and using (i), we get

$$D_{x_0,\rho} \subseteq Fix(T).$$

Case 2: Assume that $\rho \neq 0$. Let $x \in D_{x_0,\rho}$ be such that $x \notin Fix(T)$. By the definition of ρ, we have $0 < \rho \leq d(x,Tx)$ and using the condition (ξ_2) we find

$$\begin{aligned} x \notin Fix(T) \Longrightarrow 0 &\leq \int_0^{\xi(d(Tx,x),d(Tx,x_0))} \varphi(t)dt \\ &< \int_0^{d(Tx,x_0)-d(Tx,x)} \varphi(t)dt \\ &\leq \int_0^{\rho-d(Tx,x)} \varphi(t)dt \\ &\leq \int_0^{\rho-\rho} \varphi(t)dt \\ &= 0 \end{aligned}$$

a contradiction with the integral type Z_C-contractive property of T. It should be $x \in Fix(T)$, so $D_{x_0,\rho} \subseteq Fix(T)$.

Remark 2.2. If we take $\varphi(t) = 1$ in Theorem 2.1 then we get Theorem 2.2 given in [8], that is, Theorem 2.1 generalizes the mentioned theorem.

Example 2.1. Let $X = \mathbb{R}$, and (X,d) be the usual metric space with $d(x,y) = |x-y|$. Define the self-mapping $T: X \to X$ as

$$Tx = \begin{cases} x, & x \in [-2,2] \\ 5x, & otherwise \end{cases}$$

for all $x \in \mathbb{R}$. Then, T is an integral type Z_C-contraction with respect to ξ with $\rho = 2$ and $x_0 = 0$. Indeed, it is clear that

$$0 < d(Tx,0) = |x-0| = |x| \leq 2$$

for all $x \in D_{0,2} - \{0\}$ and we have

$$\int_0^{\xi(d(Tx,x),d(Tx,x_0))} \varphi(t)dt = \int_0^{\xi(|4x|,|5x|)} \varphi(t)dt = \int_0^{|x|} \varphi(t)dt > 0$$

for all $x \in \mathbb{R}$ such that $x \notin Fix(T)$. Consequently, $D_{0,2} \subset Fix(T)$.

In [3], Aydi et al. introduced the notion of α-x_0-admissible map as follows:

Definition 2.3. Let X be a nonempty set. Given a function $\alpha: X \times X \to (0,\infty)$ and $x_0 \in X$. T is said to be an α-x_0-admissible map if for every $x \in X$,

$$\alpha(x_0,x) \geq 1 \Longrightarrow \alpha(x_0,Tx) \geq 1.$$

Definition 2.4. Let T be self-mapping defined on a metric space (X,d) and $\xi \in Z$ be any simulation function. If there exists an $x_0 \in X$ and $\alpha: X \times X \to (0,\infty)$ such that

$$x \neq Fix(T) \Longrightarrow \int_0^{\xi(\alpha(x_0,Tx)d(Tx,x),d(Tx,x_0))} \varphi(t)dt \geq 0$$

for all $x \in X$, where $\varphi: [0,\infty) \to [0,\infty)$ is a Lebesque-integrable mapping which is summable, that is, with finite integral on each compact subset of $[0,\infty)$, nonnegative and such that

$$\int_0^{\varepsilon} \varphi(t)dt > 0,$$

for each $\varepsilon > 0$, then T is called an integral type α-Z_C-contraction with respect to ξ on X.

Remark 2.3. 1) If we take $\varphi(t) = 1$ in Definition 2.3 then we obtain the definition of the concept of α-Z_C-contraction with respect to ξ given in [8].
2) If $\alpha(x_0,Tx) = 1$ then an integral type α-Z_C-contraction T turns into an integral type Z_C-contraction with respect to ξ.

Theorem 2.2. Let (X,d) be an integral type α-Z_C-contraction with respect to ξ with $x_0 \in X$. Assume that T is α-x_0-admissible. If $\alpha(x,x_0) \geq 1$ for $x \in D_{x_0,\rho}$ and the condition $0 < d(Tx,x_0) \leq \rho$ holds for all $x \in D_{x_0,\rho} - \{x_0\}$ then
(i) $x_0 \in Fix(T)$,
(ii) $D_{x_0,\rho} \subseteq Fix(T)$.

Proof. (i)Let $x_0 \neq Fix(T)$. Using the integral type α-Z_C-contraction hypothesis, we obtain

$$x_0 \notin Fix(T) \Longrightarrow \int_0^{\xi(\alpha(x_0,Tx_0)d(Tx_0,x_0),d(Tx_0,x_0))} \varphi(t)dt \geq 0.$$

This gives a contradiction by the condition (ξ_2). Hence, it shoud be $x_0 \in Fix(T)$.
(ii) <u>Case 1:</u> Let $\rho = 0$. In this case, we have $D_{x_0,\rho} = \{x_0\}$ and using (i), we get

$$D_{x_0,\rho} \subseteq Fix(T).$$

<u>Case 2:</u> Assume that $\rho \neq 0$. Let $x \in D_{x_0,\rho}$ be such that $x \notin Fix(T)$. By the hypothesis, we have $\alpha(x_0,x) \geq 1$ and by the α-x_0-admissible property of T we get $\alpha(x_0,Tx) \geq 1$. Then using the condition (ξ_2) we find

$$\begin{aligned} x \notin Fix(T) \Longrightarrow & \int_0^{\xi(\alpha(x_0,Tx)d(Tx,x),d(Tx,x_0))} \varphi(t)dt \\ & < \int_0^{d(Tx,x_0)-\alpha(x_0,Tx)d(Tx,x)} \varphi(t)dt \\ & \leq \int_0^{\rho-d(Tx,x)} \varphi(t)dt \\ & \leq \int_0^{\rho-\rho} \varphi(t)dt \\ & = 0 \end{aligned}$$

a contradiction with the integral type α-Z_C-contractive property of T. It should be $x \in Fix(T)$, so $D_{x_0,\rho} \subseteq Fix(T)$.

Remark 2.4. If we take $\varphi(t) = 1$ in Theorem 2.2 then we get Theorem 2.13 given in [8], that is, Theorem 2.2 generalizes the mentioned theorem.

REFERENCES

[1] Özgür, N.Y. and Taş, N. Some fixed-circle theorems on metric spaces, Bull. Malays. Math. Sci. Soc.42, 1433-1449(2019

[2] Kaplan, E., Mlaiki, N., Taş, N., Haque, S. and Souayah, A. K. Some fixed-circle results with different auxiliary functions, J. Funct. Spaces 2022, Article ID 2775733, 7 pages(2022).

[3] Aydi H, Taş N, Özgür NY, Mlaiki N. Fixed-discs in rectangular metric spaces. Symmetry 2019; 11 (2): 294. doi: 10.3390/sym11020294

[4] Mlaiki N, Çelik U, Taş N, Özgür NY, Mukheimer A. Wardowski type contractions and the fixed-circle problem on S -metric spaces. Journal of Mathematics 2018; Art. ID 9127486, 9 pp. doi: 10.1155/2018/9127486

[5] Tas, N. Bilateral-type solutions to the fixed-circle problem with rectified linear units application. Turk. J. Math. 2020, 44, 1330–1344.

[6] Mlaiki, N., Özgür, N. Y., Taş, N. and Santina, D. On the Fixed circle problem on metric spaces and related results, Axioms, 12(4), 401, 2023

[7] Taş, N., Mlaiki, N., Aydi, H. and Özgür, N. Fixed-disc results on metric spaces, Filomat, 35(2), 447-457, 2021.

[8] Özgür, N. Fixed-disc results via simulation functions, Turkish Journal of Mathematics, 43, 2794-2805, 2019.

[9] Khojasteh F, Shukla S, Radenović S. A new approach to the study of fixed point theory for simulation functions. Filomat 2015; 29 (6): 1189-1194.

[10] Mlaiki, N., Özgür, N. Y. and Taş, N. New fixed-point theorems on an S-metric space via simulation functions, Mathematics, 7(7), 583, 2019.

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ İLE OTEL SEÇİMİ

Zeliha Nur ÇINAR
Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 0000-0001- 7557-8024

Doç. Dr. Tülay Korkusuz POLAT
Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 0000-0001-6693-7873

ÖZET
Konut, insanların barınma, sağlık, güvenlik ve sosyo-kültürel ihtiyaçlarını sınırlı bir bütçe içerisinde karşılamalarını gerektiren çok yönlü bir konudur. Günümüzde iş, tatil ve birçok farklı nedenden dolayı isteğe bağlı veya mecburi olarak seyahat yaygın hale gelmiştir Bireyler gezileri sırasında ekonomik koşulları ön planda tutmakla birlikte birçok etkeni göz önüne alarak otel seçimini yapmaktadır. Tüm kriterleri ele alınan seçimlerin insanlar için daha elverişli olacağı düşünülmüştür. İş insanları ve şirket sahipleri için de oldukça önemli olan bu konu konaklama sırasında birçok kriteri de beraberinde getirmiştir. Seyahat sırasında keyifle yapılan konaklamalar ve bireyin memnuniyeti tatil ve/veya iş seyahatini daha efektif hale getirmektedir. Çalışmada seminere gidecek olan bir grup çalışanın konaklaması için en uygun otelin seçilmesi amaçlanmıştır. Fiyat, şehir merkezine yakınlık, ambiyans, güvenlik, otopark hizmeti, temizlik/hijyen, konfor, müşteriye ilgi/karşılama, ikramlar ve menü zenginliği kriterleri ele alınmıştır. Seminerlerin yapılacağı ülkeler seminer bitiminde kültürel ve sosyal açıdan görülmeye değer olup çalışanların iş sonrası mutlu hissetmesini de sağlayacaktır. Tüm bu durumlar ele alınarak yapılan araştırmalar sonucunda çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir. Çalışmada problem tanımlanmıştır ve hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırmaların olduğu bir anket hazırlanmış, ve bireylere sunulmuştur. Böylece kriterlerin önem derecelerine karar verilmiştir Her bir ülkede 10 otel olmak üzere Avrupa'nın 7 farklı ülkesinde alternatifler belirlenmiştir. Alternatif ve kriterlerin bulunduğu matris oluşturularak Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi ile karşılaştırma yapılarak en uygun (en yüksek puan alan otel) otel seçimi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Otel Seçimi, AHP Yöntemi, Karar teorisi*

HOTEL SELECTION WITH A MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHOD

ABSTRACT
Housing is multifaceted issue that requires people to meer their shelter, health, security and socio-cultural needs with a limited budget.
Today, optional or compulsory travel has become common due to work, vacation and many different reasons.While individuals prioritize economic conditions during their trips, they choose hotels by considering many factors. This topic, which is also very important for business people and company owners, brought many criteria during the stay. During travel enjoyable stays and people's satisfaction make vacation or business travel more effective. It is thought that the choices made by considering all the criteria will be more suotable for people and will

make more satisfied. In this study, it is aimed to choose the most suitable hotel for the accomodation of a group of employees who will go to seminar. The criteria of price, city center distance, parenting, security, ambiance, security, parking service, cleanliness/hygiene, comfort, attention/welcoming for guest, and menu richness are examined. The countries where the seminars will be held culturally and socially worth seeing at the end of the seminar and will also make the employees feel happy after work.
In this study,a problem was found and a hierarchical structure was created. A questionnaire with dual comparisons was created to determine the importance of the criteria and employees were expected to answer the questionnarie. The decision was made based on the survey results. Alternatives have been determined in 7 different countries of Europe, including 10 hotels in each country.
AHP method was applied by creating a matrix with alternatives and criteria.
At the end of the study, the most suitable hotel was selected by considering the criteria and importance levels for each city.

Keywords: *Hotel Selection,AHP Method,Decision Theory*

1. GİRİŞ

Günümüzde bireyler tarafından çeşitli nedenlerden dolayı yer değişikliği (şehir, ülke vs.) yapılmaktadır. Yer değişikliğine bağlı olarak konaklama gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Bireylerin konaklamaları sırasında ekonomik koşulların ön planda tutulması ile birlikte, diğer kriterlerin de önemsendiği gözlemlenmiştir. Seyahatleri konaklama yönünden ele alan bu çalışma, şirket tarafından yurtdışı seminerine gönderilen yöneticilerin konaklama esnasında imkanlarının optimum şekilde olması için Çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP kullanarak alternatifler arasından en uygun oteli seçmeyi amaçlamıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi

1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHP yöntemi, karar vericinin (uzman) görüşlerine ihtiyaç duymaktadır. Kullanımı kolay olan bu yöntemde kriterler, Saaty'nin 1-9 ölçeği kullanılarak karşılaştırılır. Hem objektif hem de sübjektif yargılar içeren karmaşık karar problemlerinde uygulanmaya elverişli bir yöntem olup, farklı tecrübe, eğitim ve bilgi sahibi bireylerin kararlarını birleştirerek tek bir sonuç elde edilebilmektedir.

Yöntemin aşamaları aşağıdaki gibidir.

1. Karar verme problemi tanımlanması

2. Hiyerarşik yapı baz alınarak seçim kriterlerinin ilişkilendirilmesi ((Saaty, 1990: 4; Chandran vd., 2005: 2235-2236.)

3. Kriterlerin karardaki önem önceliklerinin belirlenmesi (İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması) (Saaty, 2008: 257; Saaty, 1994: 26-27)

Tablo 1: İkili Karşılaştırma Matrisi

Önemi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki kriter aynı öneme sahiptir.
3	Orta Derecede Önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir kriter diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir kriter diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir kriter diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak Derecede Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre çok yüksek derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara Değerleri Temsil Etmektedir	İki kriter arasındaki tercihte yukarıdaki açıklamalarda bulunan derecelerin ara değerleridir.
Karşılıklı Değerler	i,j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmış ise; j, ile karşılaştırılırken atanacak değer (1/x) olacaktır.	

3.1. Kriterler arasında ikili karşılaştırma matrisi oluşturulması (A Matrisi)
3.2. Normalizasyon matrisinin oluşturulması (n adet ve n bileşenli B sütun vektörü- C matrisi)

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}$$

3.3. Kriterlerin önceliklerinin (yüzde önem dağılımları) belirlenmesi (Öncelik Vekörü-W sütun vektörü)
3.4. Kriter kıyaslamalarında tutarlılığın ölçülmesi ((Ramadhan, Al-Abdul ve Duffuaa, 1999: 29):)
1.4.1. D sütun vektörünün hesaplanması (A matrisi*W sütun vektörü)
1.4.2. λ'nın hesaplanması
1.4.3. E temel değer vektörünün hesaplanması
1.4.4. Tutarlılık göstergesinin (CI) hesaplanması (Zhou ve Shi, 2009: 237)

CI (Tutarlılık İndisi_ Consistency Index) = (λ-n)/(n-1)

1.4.5. Random Gösterge (RI) belirlenmesi

1.4.6. Tutarlılık oranının (CR) hesaplanması

CR (Tutarlılık Oranı) = CI (Tutarlılık İndisi)/RI(Rastgele Gösterge)

CR ≤ 0,10 Tutarlı
CR > 0,10 Tutarlı değil

4. Alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapılması (Zahedi, 1986: 99-100; Kuruüzüm ve Atsan, 2001: 91)

5. Alternatiflerin her kritere göre tercih derecelerinin ve sıralamasının belirlenmesi

3. UYGULAMA

3.1. Problemin Tanımlanması

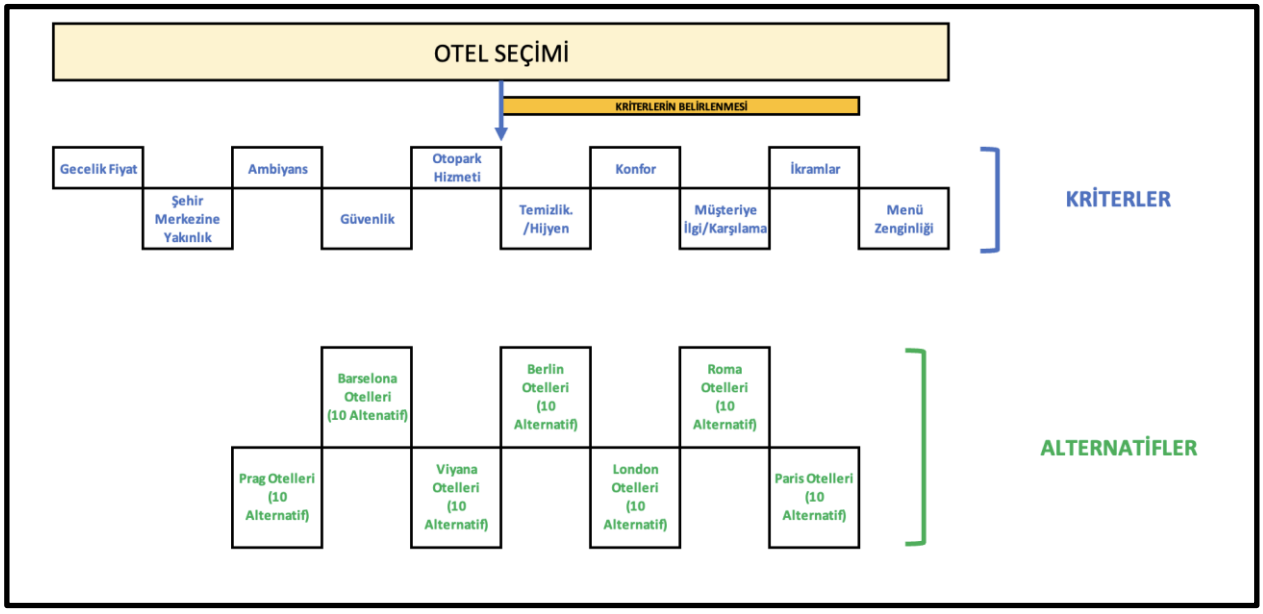
Yöneticilerin 7 farklı ülkede seminerleri vardır ve oralarda 3 gün konaklaması gerekmektedir. Seminerlere gidecek olan bireylere en uygun otelin seçilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle otel

seçimlerini gerçekleştirmek için 10 adet kriter belirlenmiştir. Her ülkede de 10 tane otel alternatifi belirlenmiştir.

3.2. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Her şehirden 1'er otel seçilecektir. Kriterler her şehir için aynıdır. Aslında toplamda 7 adet hiyerarşik yapı söz konusudur. Görselde tek bir şemada özetlenmiştir.

Resim 1: Hiyerarşik Yapı



Her şehirden 1'er otel seçilecektir. Kriterler her şehir için aynıdır. Aslında toplamda 7 adet hiyerarşik yapı söz konusudur. Görselde tek bir şemada özetlenmiştir.

3.3. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırmalarının olduğu bir anket hazırlanmış ve bireylere sunulmuştur. Böylece kriterlerin önem derecelerine karar verilmiştir. Kriterlerin karşılaştırılmasında kullanılan ölçek Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 2: Kriterlerin Karşılaştırma Matrisi

Ölçütler	*Gecelik Fiyat (Maliyet)*	*Şehir Merkezine Yakınlık*	*Ambiyans*	*Güvenlik*	*Otopark Hizmeti*	*Temizlik/ Hijyen*	*Konfor*	*Müşteriye İlgi, Karşılama*	*İkramlar*	*Menü Zenginliği*
Gecelik Fiyat (Maliyet)	1	5	9	3	7	2	2	3	8	5
Şehir Merkezine Yakınlık	0,2	1	5	0,16	7	0,25	3	4	6	4
Ambiyans	0,11	0,2	1	0,14	1	0,2	0,25	0,33	0,5	0,25
Güvenlik	0,33	6	7	1	4	1	3	5	9	6
Otopark Hizmeti	0,14	0,14	1	0,25	1	0,2	0,33	0,33	0,33	0,2
Temizlik/Hijyen	0,5	4	5	1	5	1	5	5	9	3
Konfor	0,5	0,33	4	0,33	3	0,2	1	3	4	1
Müşteriye İlgi, Karşılama	0,33	0,25	3	0,2	3	0,2	0,33	1	0,5	0,2
İkramlar	0,12	0,16	2	0,11	3	0,11	0,25	2	1	0,2
Menü Zenginliği	*0,2*	*0,25*	*4*	*0,16*	*5*	*0,33*	*1*	*5*	*5*	*1*

3.4. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Normalizasyonu

Tablo 3: Normalize İkili Karşılaştırma Matrisi

Ölçütler	Gecelik Fiyat (Maliyet)	Şehir Merkezine Yakınlık	Ambiyans	Güvenlik	Otopark Hizmeti	Temizlik/ Hijyen	Konfor	Müşteriye İlgi, Karşılama	İkramlar	Menü Zenginliği	TOPLAM	ORTALAMA
Gecelik Fiyat (Maliyet)	0,29	0,29	0,22	0,47	0,18	0,36	0,12	0,1	0,18	0,24	**2,465**	**0,247**
Şehir Merkezine Yakınlık	0,06	0,06	0,12	0,03	0,18	0,05	0,19	0,14	0,14	0,19	**1,144**	**0,114**
Ambiyans	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	**0,203**	**0,02**
Güvenlik	0,1	0,35	0,17	0,16	0,1	0,18	0,19	0,17	0,21	0,29	**1,91**	**0,191**
Otopark Hizmeti	0,04	0,01	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	**0,225**	**0,022**
Temizlik/Hijyen	0,15	0,23	0,12	0,16	0,13	0,18	0,31	0,17	0,21	0,14	**1,8**	**0,18**
Konfor	0,15	0,02	0,1	0,05	0,08	0,04	0,06	0,1	0,09	0,05	**0,734**	**0,073**
Müşteriye İlgi, Karşılama	0,1	0,01	0,07	0,03	0,08	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	**0,406**	**0,041**
İkramlar	0,04	0,01	0,05	0,02	0,08	0,02	0,02	0,07	0,02	0,01	**0,327**	**0,033**
Menü Zenginliği	0,06	0,01	0,1	0,03	0,13	0,06	0,06	0,17	0,12	0,05	**0,785**	**0,078**
TOPLAM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		**1**

Matristeki her eleman kendi sütun toplamına bölünerek, normalize edilmiştir. Normalize edilmiş matriste her bir sütunun toplamı 1 olmuştur.

3.5. Öncelik Vektörünün Hesaplanması

Normalize edilmiş her matrisin her bir satır toplamı, matrisin boyutuna bölünerek ortalaması alınmıştır. Elde edilen değerler kriterler için önem ağırlıklarıdır. Bu ağırlıklar ise öncelik vektörünü oluşturmaktadır. Bu şekilde, kriterlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde dağılımları elde edilmiştir. Öncelik vektörü Tablo 5'teki son sütun olan ortalama sütunudur.

Tablo 4: Kriterlerin Ağırlıkları

Ölçütler	Gecelik Fiyat (Maliyet)	Şehir Merkezine Yakınlık	Ambiyans	Güvenlik	Otopark Hizmeti	Temizlik/ Hijyen	Konfor	Müşteriye İlgi, Karşılama	İkramlar	Menü Zenginliği	TOPLAM
Ağırlıklar	**0,247**	**0,114**	**0,02**	**0,191**	**0,022**	**0,18**	**0,073**	**0,041**	**0,033**	**0,078**	**1**

Kriterler göz önüne alındığında 0,247 ağırlık puanıyla gecelik fiyat olduğu ortaya çıkmıştır. Daha sonra 0,191 değeriyle güvenlik, üçüncü sırada 0,180 değeriyle temizlik ve hijyen kriteri, dördüncü sırada 0,114 puanıyla şehir merkezine yakınlık, beşinci sırada 0,078 ile menü zenginliği yerini almıştır. Katılımcılar altıncı sırada 0,073 değeriyle konfor kriterini belirlerken, yedinci sırada 0,041 ağırlığı ile müşteriye ilgi ve karşılamaya önem vermektedir. Sekizinci sırada 0,033 değeriyle otelin sunduğu ikramları önemli bulurken dokuz ve onuncu sırada birbirlerine çok yakın değerler olan 0,022 ve 0,020 kat sayıları ile ambiyans ve otopark hizmeti kriterleri en az önemli bulunmuştur.

3.6. Alternatiflerin Kriterlerce Sınanması

Otel seçimini gerçekleştirme sürecinde her kriter için alternatiflerin karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Toplam on kriter olduğu için on adet karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bu matrislerin normalizasyon işlemleri gerçekleştirilir ve sonrasında satır ortalamaları alınır. Böylece her alternatif her kriter göre karşılaştırılması gerçekleşmiş olur. Son olarak

alternatiflerin kriter puanları ile kriter ağırlıkları çarpılarak alternatiflerin puanları belirlenir ve en uygun alternatif seçilir.
Çalışmada,7 şehir ve her bir şehirde 10 adet olmak üzere toplamda 70 Otel baz alınmıştır.
Her bir şehir için 10 alternatife sırasıyla uygulanan işlemler aşağıdaki gibidir.

Oteller kriterlere göre karşılaştırılmış, normalizasyon işlemleri gerçekleştirilmiş ve satır ortalamaları bulunmuştur.

3.6.1. Prag Şehri İçin Otel Seçimi

Otellerin kriterlere göre karşılaştırmaları Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10, Tablo 11, Tablo 12, Tablo 13 ve Tablo 14'te yer almaktadır.

Tablo 5: Prag Otellerinin Gecelik Fiyat Kriterine Göre Karşılaştırılması

	Gecelik Fiyat (Maliyet)									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00
VIF	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00
LUI	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00
YVP	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00
UJH	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00
PRJ	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00
PLI	0,50	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00
GYT	0,50	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00
AFF	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00
RDO	0,50	0,33	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	1,00

Tablo 6: Prag Otellerinin Şehir Merkezine Yakınlık Göre Karşılaştırılması

	Şehir Merkezine Yakınlık									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	2,00	3,00	2,00	2,00	3,00	1,00	1,00	0,50	3,00
VIF	0,50	1,00	2,00	4,00	0,33	0,25	2,00	1,00	2,00	5,00
LUI	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	0,25	0,17	3,00	0,25	2,00
YVP	0,50	0,25	0,50	1,00	0,50	2,00	3,00	4,00	2,00	0,50
UJH	0,50	3,00	0,33	2,00	1,00	3,00	2,00	2,00	4,00	0,25
PRJ	0,33	4,00	4,00	0,50	0,33	1,00	3,00	3,00	2,00	0,50
PLI	1,00	0,50	6,00	0,33	0,50	0,33	1,00	0,25	0,50	0,50
GYT	1,00	1,00	0,33	0,25	0,50	0,33	4,00	1,00	3,00	2,00
AFF	2,00	0,50	4,00	0,50	0,25	0,50	2,00	0,33	1,00	2,00
RDO	0,33	0,20	0,50	2,00	4,00	2,00	2,00	0,50	0,50	1,00

Tablo 7: Prag Otellerinin Ambiyans Göre Karşılaştırılması

	Ambiyans									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	2,00	3,00	0,33	4,00	2,00	0,20	0,25	0,33	2,00
VIF	0,50	1,00	2,00	3,00	2,00	2,00	0,33	0,25	2,00	1,00
LUI	0,50	0,50	1,00	5,00	0,50	3,00	0,33	4,00	0,14	0,33
YVP	3,00	0,33	0,20	1,00	0,33	0,33	4,00	0,20	0,20	0,50
UJH	0,25	0,50	2,00	3,00	1,00	0,17	4,00	0,33	0,20	3,00
PRJ	0,20	0,50	0,33	3,00	6,00	1,00	0,20	0,20	0,17	4,00
PLI	5,00	3,00	3,00	0,25	0,25	5,00	1,00	3,00	2,00	1,00
GYT	4,00	4,00	0,25	5,00	3,00	5,00	0,33	1,00	0,33	4,00
AFF	3,00	0,50	7,00	5,00	5,00	6,00	0,50	3,00	1,00	0,50
RDO	0,50	1,00	3,00	2,00	0,33	0,25	1,00	0,25	2,00	1,00

Tablo 8: Prag Otellerinin Güvenlik Göre Karşılaştırılması

	Güvenlik									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	0,33	0,25	2,00	3,00	2,00	0,50	0,25	0,25	2,00
VIF	3,00	1,00	0,33	2,00	0,50	2,00	2,00	0,50	0,50	3,00
LUI	4,00	3,00	1,00	0,25	0,20	0,25	0,33	0,25	0,25	0,14
YVP	0,50	0,50	4,00	1,00	0,33	0,33	3,00	2,00	0,50	0,50
UJH	0,33	2,00	5,00	3,00	1,00	0,25	5,00	0,17	0,17	0,20
PRJ	0,50	0,50	4,00	3,00	4,00	1,00	3,00	2,00	1,00	0,50
PLI	2,00	0,50	3,00	0,33	0,20	0,33	1,00	2,00	3,00	0,33
GYT	4,00	2,00	4,00	0,50	6,00	0,50	0,50	1,00	0,20	0,33
AFF	4,00	2,00	4,00	2,00	6,00	1,00	0,33	5,00	1,00	2,00
RDO	0,50	0,33	7,00	2,00	5,00	2,00	3,00	3,00	0,50	1,00

Tablo 9: Prag Otellerinin Otopark Hizmeti Göre Karşılaştırılması

	Otopark Hizmeti									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	0,33	0,20	0,25	0,33	0,50	0,25	0,20	0,50	0,33
VIF	3,00	1,00	0,33	0,25	0,17	0,50	2,00	0,50	0,33	4,00
LUI	5,00	3,00	1,00	2,00	3,00	3,00	4,00	2,00	2,00	1,00
YVP	4,00	4,00	0,50	1,00	5,00	3,00	1,00	2,00	0,33	0,33
UJH	3,00	6,00	0,33	0,20	1,00	0,25	0,25	3,00	2,00	2,00
PRJ	2,00	2,00	0,33	0,33	4,00	1,00	3,00	2,00	2,00	4,00
PLI	4,00	0,50	0,25	1,00	4,00	0,33	1,00	3,00	2,00	4,00
GYT	5,00	2,00	0,50	0,50	0,33	0,50	0,33	1,00	2,00	0,50
AFF	2,00	3,00	0,50	3,00	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,33
RDO	3,00	0,25	1,00	3,00	0,50	0,25	0,25	2,00	3,00	1,00

Tablo 10: Prag Otellerinin Temizlik/Hijyen Göre Karşılaştırılması

	Temizlik/Hijyen									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	3,00	2,00	2,00	2,00	0,50	3,00	0,33	1,00	0,25
VIF	0,33	1,00	0,25	0,25	0,25	0,20	0,14	0,17	0,33	0,20
LUI	0,50	4,00	1,00	1,00	2,00	0,50	0,33	0,33	1,00	0,25
YVP	0,50	4,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,33	0,33	0,50	0,25
UJH	0,50	4,00	0,50	0,50	1,00	1,00	0,33	0,33	0,50	0,20
PRJ	2,00	5,00	2,00	0,50	1,00	1,00	0,25	0,33	1,00	0,20
PLI	0,33	7,00	3,00	3,00	3,00	4,00	1,00	0,50	3,00	0,33
GYT	0,33	6,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	1,00	2,00	0,50
AFF	1,00	3,00	1,00	2,00	2,00	1,00	0,33	0,50	1,00	0,33
RDO	3,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	3,00	2,00	3,00	1,00

Tablo 11: Prag Otellerinin Konfor Göre Karşılaştırılması

	Konfor									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	2,00	3,00	0,25	0,50	0,20	0,14	0,17	0,25	0,33
VIF	0,50	1,00	2,00	0,33	2,00	4,00	0,17	0,20	3,00	0,50
LUI	0,33	0,50	1,00	0,50	0,33	0,25	0,33	0,20	0,50	1,00
YVP	4,00	3,00	2,00	1,00	3,00	0,50	0,25	0,20	0,17	0,33
UJH	2,00	0,50	3,00	0,33	1,00	3,00	0,33	0,33	2,00	2,00
PRJ	5,00	0,25	4,00	2,00	0,33	1,00	0,25	0,33	2,00	2,00
PLI	7,00	6,00	3,00	4,00	3,00	4,00	1,00	2,00	4,00	5,00
GYT	6,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	0,50	1,00	5,00	5,00
AFF	4,00	0,33	2,00	6,00	0,50	0,50	0,25	0,20	1,00	2,00
RDO	3,00	2,00	1,00	3,00	0,50	0,50	0,20	0,20	0,50	1,00

Tablo 12: Prag Otellerinin Müşteriye İlgi Göre Karşılaştırılması

	Müşteriye İlgi									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	3,00	0,50	4,00	0,33	0,25	4,00	0,20	0,20	3,00
VIF	0,33	1,00	7,00	5,00	4,00	3,00	0,25	0,20	2,00	2,00
LUI	2,00	0,14	1,00	0,33	2,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,50
YVP	0,25	0,20	3,00	1,00	3,00	2,00	2,00	5,00	4,00	3,00
UJH	3,00	0,25	0,50	0,33	1,00	0,50	3,00	0,25	0,50	0,33
PRJ	4,00	0,33	0,25	0,50	2,00	1,00	2,00	0,33	0,33	3,00
PLI	0,25	4,00	0,33	0,50	0,33	0,50	1,00	0,25	0,25	2,00
GYT	5,00	5,00	0,50	0,20	4,00	3,00	4,00	1,00	0,33	0,25
AFF	5,00	0,50	1,00	0,25	2,00	3,00	4,00	3,00	1,00	2,00
RDO	0,33	0,50	0,50	0,33	3,00	0,33	0,50	4,00	0,50	1,00

Tablo 13: Prag Otellerinin İkramlar Göre Karşılaştırılması

	İkramlar									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	3,00	4,00	5,00	2,00	6,00	4,00	3,00	6,00	2,00
VIF	0,33	1,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00	2,00	0,20	0,25
LUI	0,25	0,50	1,00	0,33	0,25	2,00	0,33	0,33	0,25	3,00
YVP	0,20	0,33	3,00	1,00	0,33	4,00	0,33	2,00	0,25	5,00
UJH	0,50	0,50	4,00	3,00	1,00	0,25	2,00	2,00	1,00	2,00
PRJ	0,17	1,00	0,50	0,25	4,00	1,00	3,00	1,00	0,33	0,25
PLI	0,25	0,50	3,00	3,00	0,50	0,33	1,00	0,50	3,00	2,00
GYT	0,33	0,50	3,00	0,50	0,50	1,00	2,00	1,00	4,00	4,00
AFF	0,17	5,00	4,00	4,00	1,00	3,00	0,33	0,25	1,00	2,00
RDO	0,50	4,00	0,33	0,20	0,50	4,00	0,50	0,25	0,50	1,00

Tablo 14: Prag Otellerinin Menü Zenginliği Göre Karşılaştırılması

	Menü Zenginliği									
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO
OKU	1,00	3,00	4,00	2,00	0,33	0,20	2,00	5,00	6,00	2,00
VIF	0,33	1,00	0,17	0,20	0,33	2,00	3,00	0,14	0,25	0,17
LUI	0,25	6,00	1,00	0,25	0,20	0,33	4,00	2,00	3,00	5,00
YVP	0,50	5,00	4,00	1,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	2,00
UJH	3,00	3,00	5,00	0,33	1,00	2,00	0,50	0,33	0,33	0,33
PRJ	5,00	0,50	3,00	0,33	0,50	1,00	0,20	0,20	0,25	0,33
PLI	0,50	0,33	0,25	5,00	2,00	5,00	1,00	0,33	0,33	0,50
GYT	0,20	7,00	0,50	5,00	3,00	5,00	3,00	1,00	2,00	2,00
AFF	0,17	4,00	0,33	5,00	3,00	4,00	3,00	0,50	1,00	0,33
RDO	0,50	6,00	0,20	0,50	3,00	3,00	2,00	0,50	3,00	1,00

Prag'daki her bir otel kriterlerine göre karşılaştırıldıktan sonra normalizasyon işlemleri gerçekleştirilmiş, ve satır ortalamaları bulunmuştur. Normalizasyon sonrası tablolar ise Tablo 15, Tablo 16, Tablo 17, Tablo 18, Tablo 19, Tablo 20, Tablo 21, Tablo 22, Tablo 23 ve Tablo 24 yer almaktadır.

Tablo 15: Prag Otellerini Gecelik Fiyat Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	Gecelik Fiyat (Maliyet)											
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,111	0,100	0,105	0,105	0,105	0,190	0,111	0,111	0,105	0,111	1,156	0,116
VIF	0,222	0,200	0,211	0,211	0,211	0,190	0,167	0,167	0,211	0,167	1,955	0,195
LUI	0,111	0,100	0,105	0,105	0,105	0,095	0,111	0,111	0,105	0,111	1,061	0,106
YVP	0,111	0,100	0,105	0,105	0,105	0,095	0,111	0,111	0,105	0,111	1,061	0,106
UJH	0,111	0,100	0,105	0,105	0,105	0,095	0,111	0,111	0,105	0,111	1,061	0,106
PRJ	0,056	0,100	0,105	0,105	0,105	0,095	0,111	0,111	0,105	0,111	1,005	0,101
PLI	0,056	0,067	0,053	0,053	0,053	0,048	0,056	0,056	0,053	0,056	0,547	0,055
GYT	0,056	0,067	0,053	0,053	0,053	0,048	0,056	0,056	0,053	0,056	0,547	0,055

AFF	0,111	0,100	0,105	0,105	0,105	0,095	0,111	0,111	0,105	0,111	1,061	0,106
RDO	0,056	0,067	0,053	0,053	0,053	0,048	0,056	0,056	0,053	0,056	0,547	0,055

Tablo 16: Prag Otellerini Şehir Merkezine Yakınlık Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	Şehir Merkezine Yakınlık											
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,133	0,154	0,139	0,137	0,161	0,237	0,050	0,062	0,032	0,179	1,284	0,128
VIF	0,067	0,077	0,092	0,274	0,027	0,020	0,099	0,062	0,127	0,299	1,144	0,114
LUI	0,044	0,039	0,046	0,137	0,242	0,020	0,008	0,187	0,016	0,119	0,858	0,086
YVP	0,067	0,019	0,023	0,069	0,040	0,158	0,149	0,249	0,127	0,030	0,930	0,093
UJH	0,067	0,232	0,015	0,137	0,081	0,237	0,099	0,124	0,254	0,015	1,261	0,126
PRJ	0,044	0,309	0,185	0,034	0,027	0,079	0,149	0,187	0,127	0,030	1,170	0,117
PLI	0,133	0,039	0,277	0,023	0,040	0,026	0,050	0,016	0,032	0,030	0,665	0,067
GYT	0,133	0,077	0,015	0,017	0,040	0,026	0,198	0,062	0,191	0,119	0,880	0,088
AFF	0,267	0,039	0,185	0,034	0,020	0,040	0,099	0,021	0,064	0,119	0,887	0,089
RDO	0,044	0,015	0,023	0,137	0,322	0,158	0,099	0,031	0,032	0,060	0,922	0,092

Tablo 17: Prag Otellerini Ambiyans Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	Ambiyans											
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,056	0,150	0,138	0,012	0,178	0,081	0,017	0,020	0,040	0,115	0,807	0,081
VIF	0,028	0,075	0,092	0,109	0,089	0,081	0,028	0,020	0,239	0,058	0,818	0,082
LUI	0,028	0,038	0,046	0,181	0,022	0,121	0,028	0,320	0,017	0,019	0,821	0,082
YVP	0,167	0,025	0,009	0,036	0,015	0,013	0,336	0,016	0,024	0,029	0,671	0,067
UJH	0,014	0,038	0,092	0,109	0,045	0,007	0,336	0,027	0,024	0,173	0,863	0,086
PRJ	0,011	0,038	0,015	0,109	0,268	0,040	0,017	0,016	0,020	0,231	0,764	0,076
PLI	0,279	0,225	0,138	0,009	0,011	0,202	0,084	0,240	0,239	0,058	1,484	0,148
GYT	0,223	0,300	0,011	0,181	0,134	0,202	0,028	0,080	0,040	0,231	1,430	0,143
AFF	0,167	0,038	0,321	0,181	0,223	0,242	0,042	0,240	0,119	0,029	1,603	0,160
RDO	0,028	0,075	0,138	0,073	0,015	0,010	0,084	0,020	0,239	0,058	0,739	0,074

Tablo 18: Prag Otellerini Güvenlik Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	Güvenlik											
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,050	0,027	0,008	0,124	0,114	0,207	0,027	0,015	0,034	0,200	0,807	0,081
VIF	0,151	0,082	0,010	0,124	0,019	0,207	0,107	0,031	0,068	0,300	1,100	0,110
LUI	0,202	0,247	0,031	0,016	0,008	0,026	0,018	0,015	0,034	0,014	0,610	0,061
YVP	0,025	0,041	0,123	0,062	0,013	0,034	0,161	0,124	0,068	0,050	0,701	0,070
UJH	0,017	0,164	0,153	0,187	0,038	0,026	0,268	0,010	0,023	0,020	0,906	0,091
PRJ	0,025	0,041	0,123	0,187	0,152	0,103	0,161	0,124	0,136	0,050	1,102	0,110
PLI	0,101	0,041	0,092	0,021	0,008	0,034	0,054	0,124	0,407	0,033	0,915	0,091
GYT	0,202	0,164	0,123	0,031	0,229	0,052	0,027	0,062	0,027	0,033	0,949	0,095
AFF	0,202	0,164	0,123	0,124	0,229	0,103	0,018	0,309	0,136	0,200	1,608	0,161
RDO	0,025	0,027	0,215	0,124	0,191	0,207	0,161	0,186	0,068	0,100	1,303	0,130

Tablo 19: Prag Otellerini Otopark Hizmeti Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	Otopark Hizmeti											
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,031	0,015	0,040	0,022	0,018	0,051	0,020	0,012	0,033	0,019	0,261	0,026
VIF	0,094	0,045	0,067	0,022	0,009	0,051	0,159	0,031	0,022	0,229	0,728	0,073
LUI	0,156	0,136	0,202	0,173	0,159	0,305	0,318	0,123	0,132	0,057	1,762	0,176
YVP	0,125	0,181	0,101	0,087	0,265	0,305	0,079	0,123	0,022	0,019	1,308	0,131
UJH	0,094	0,272	0,067	0,017	0,053	0,025	0,020	0,185	0,132	0,114	0,980	0,098
PRJ	0,063	0,091	0,067	0,029	0,212	0,102	0,238	0,123	0,132	0,229	1,286	0,129
PLI	0,125	0,023	0,051	0,087	0,212	0,034	0,079	0,185	0,132	0,229	1,156	0,116
GYT	0,156	0,091	0,101	0,043	0,018	0,051	0,026	0,062	0,132	0,029	0,708	0,071
AFF	0,063	0,136	0,101	0,260	0,027	0,051	0,040	0,031	0,066	0,019	0,792	0,079
RDO	0,094	0,011	0,202	0,260	0,027	0,025	0,020	0,123	0,198	0,057	1,017	0,102

Tablo 20: Prag Otellerini Temizlik / Hijyen Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	Temizlik / Hijyen

OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,105	0,071	0,113	0,116	0,094	0,027	0,280	0,057	0,075	0,071	1,010	0,101
VIF	0,035	0,024	0,014	0,014	0,012	0,011	0,013	0,029	0,025	0,057	0,234	0,023
LUI	0,053	0,095	0,056	0,058	0,094	0,027	0,031	0,057	0,075	0,071	0,618	0,062
YVP	0,053	0,095	0,056	0,058	0,094	0,110	0,031	0,057	0,038	0,071	0,663	0,066
UJH	0,053	0,095	0,028	0,029	0,047	0,055	0,031	0,057	0,038	0,057	0,490	0,049
PRJ	0,211	0,119	0,113	0,029	0,047	0,055	0,023	0,057	0,075	0,057	0,786	0,079
PLI	0,035	0,167	0,169	0,174	0,141	0,220	0,093	0,086	0,225	0,095	1,404	0,140
GYT	0,035	0,143	0,169	0,174	0,141	0,165	0,186	0,171	0,150	0,142	1,477	0,148
AFF	0,105	0,071	0,056	0,116	0,094	0,055	0,031	0,086	0,075	0,095	0,785	0,078
RDO	0,316	0,119	0,225	0,232	0,235	0,275	0,280	0,343	0,225	0,284	2,534	0,253

Tablo 21: Prag Otellerini Konfor Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	Konfor											
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,030	0,097	0,115	0,011	0,035	0,012	0,042	0,034	0,014	0,017	0,408	0,041
VIF	0,015	0,049	0,077	0,015	0,141	0,236	0,049	0,041	0,163	0,026	0,812	0,081
LUI	0,010	0,024	0,038	0,022	0,024	0,015	0,097	0,041	0,027	0,052	0,351	0,035
YVP	0,122	0,146	0,077	0,045	0,212	0,029	0,073	0,041	0,009	0,017	0,771	0,077
UJH	0,061	0,024	0,115	0,015	0,071	0,177	0,097	0,069	0,109	0,104	0,842	0,084
PRJ	0,152	0,012	0,154	0,089	0,024	0,059	0,073	0,069	0,109	0,104	0,845	0,084
PLI	0,213	0,291	0,115	0,178	0,212	0,236	0,292	0,414	0,217	0,261	2,430	0,243
GYT	0,183	0,243	0,192	0,223	0,212	0,177	0,146	0,207	0,271	0,261	2,115	0,211
AFF	0,122	0,016	0,077	0,268	0,035	0,029	0,073	0,041	0,054	0,104	0,820	0,082
RDO	0,091	0,097	0,038	0,134	0,035	0,029	0,058	0,041	0,027	0,052	0,605	0,06

Tablo 22: Prag Otellerini Müşteriye İlgi/ Karşılama Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	Müşteriye İlgi/ Karşılama											
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,047	0,201	0,034	0,321	0,015	0,014	0,168	0,012	0,020	0,176	1,010	0,101
VIF	0,016	0,067	0,480	0,402	0,185	0,171	0,011	0,012	0,198	0,117	1,657	0,166
LUI	0,094	0,010	0,069	0,027	0,092	0,227	0,126	0,123	0,099	0,029	0,897	0,090
YVP	0,012	0,013	0,206	0,080	0,138	0,114	0,084	0,308	0,395	0,176	1,527	0,153
UJH	0,142	0,017	0,034	0,027	0,046	0,028	0,126	0,015	0,049	0,020	0,505	0,050
PRJ	0,189	0,022	0,017	0,040	0,092	0,057	0,084	0,021	0,033	0,176	0,731	0,073
PLI	0,012	0,268	0,023	0,040	0,015	0,028	0,042	0,015	0,025	0,117	0,586	0,059
GYT	0,236	0,335	0,034	0,016	0,185	0,171	0,168	0,062	0,033	0,015	1,254	0,125
AFF	0,236	0,033	0,069	0,020	0,092	0,171	0,168	0,185	0,099	0,117	1,190	0,119
RDO	0,016	0,033	0,034	0,027	0,138	0,019	0,021	0,246	0,049	0,059	0,643	0,064

Tablo 23: Prag Otellerini İkramlar Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	İkramlar											
OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,270	0,184	0,161	0,247	0,166	0,266	0,258	0,243	0,363	0,093	2,250	0,225
VIF	0,090	0,061	0,081	0,148	0,166	0,044	0,129	0,162	0,012	0,012	0,904	0,090
LUI	0,068	0,031	0,040	0,016	0,021	0,089	0,022	0,027	0,015	0,140	0,467	0,047
YVP	0,054	0,020	0,121	0,049	0,028	0,177	0,022	0,162	0,015	0,233	0,881	0,088
UJH	0,135	0,031	0,161	0,148	0,083	0,011	0,129	0,162	0,060	0,093	1,013	0,101
PRJ	0,045	0,061	0,020	0,012	0,331	0,044	0,194	0,081	0,020	0,012	0,820	0,082
PLI	0,068	0,031	0,121	0,148	0,041	0,015	0,065	0,041	0,181	0,093	0,803	0,080
GYT	0,090	0,031	0,121	0,025	0,041	0,044	0,129	0,081	0,242	0,186	0,990	0,099
AFF	0,045	0,306	0,161	0,197	0,083	0,133	0,022	0,020	0,060	0,093	1,120	0,112
RDO	0,135	0,245	0,013	0,010	0,041	0,177	0,032	0,020	0,030	0,047	0,751	0,075

Tablo 24: Prag Otellerini Menü Zenginliği Kriteri Matrisi Normalizasyonu

	Menü Zenginliği

OTEL	OKU	VIF	LUI	YVP	UJH	PRJ	PLI	GYT	AFF	RDO	Top.	Ort.
OKU	0,087	0,084	0,217	0,102	0,020	0,008	0,106	0,490	0,367	0,146	1,627	0,163
VIF	0,029	0,028	0,009	0,010	0,020	0,078	0,159	0,014	0,015	0,012	0,375	0,038
LUI	0,022	0,167	0,054	0,013	0,012	0,013	0,212	0,196	0,183	0,366	1,238	0,124
YVP	0,044	0,140	0,217	0,051	0,183	0,117	0,011	0,020	0,012	0,146	0,941	0,094
UJH	0,262	0,084	0,271	0,017	0,061	0,078	0,026	0,033	0,020	0,024	0,877	0,088
PRJ	0,437	0,014	0,163	0,017	0,031	0,039	0,011	0,020	0,015	0,024	0,770	0,077
PLI	0,044	0,009	0,014	0,255	0,122	0,196	0,053	0,033	0,020	0,037	0,782	0,078
GYT	0,017	0,195	0,027	0,255	0,183	0,196	0,159	0,098	0,122	0,146	1,399	0,14
AFF	0,015	0,112	0,018	0,255	0,183	0,157	0,159	0,049	0,061	0,024	1,032	0,103
RDO	0,044	0,167	0,011	0,025	0,183	0,117	0,106	0,049	0,183	0,073	0,959	0,096

Normalizasyon işlemleri ve sonrasında alınan satır ortalamaları sayesinde otellerin her kriter için puanları belirlenmiş olur. Otellerin kriterlerce puanlama matrisinin belirlenmesinin ardından ilgili kriter ağırlığı ile çarpılarak yeni bir matris oluşur ve satır toplamı ile ilgili otelin puanı belirlenmiş olur. Otellerin kriter puanlarının ağırlıklarıyla çarpılması sonucunda oluşan ve otellerin nihai puanlarının yer aldığı bilgiler Tablo 25'te yer almaktadır.

Tablo 25: Prag Otellerin Puanları

OTEL	GF*W	ŞMY*W	A*W	GÜV*W	OH*W	T/H*W	K*W	Mİ/K*W	İKR*W	MZ*W	Sonuç
OKU	0,029	0,015	0,002	0,015	0,001	0,018	0,003	0,004	0,007	0,013	**0,106**
VIF	0,048	0,013	0,002	0,021	0,002	0,004	0,006	0,007	0,003	0,003	**0,108**
LUI	0,026	0,01	0,002	0,012	0,004	0,011	0,003	0,004	0,002	0,01	**0,082**
YVP	0,026	0,011	0,001	0,013	0,003	0,012	0,006	0,006	0,003	0,007	**0,088**
UJH	0,026	0,014	0,002	0,017	0,002	0,009	0,006	0,002	0,003	0,007	**0,089**
PRJ	0,025	0,013	0,002	0,021	0,003	0,014	0,006	0,003	0,003	0,006	**0,096**
PLI	0,014	0,008	0,003	0,017	0,003	0,025	0,018	0,002	0,003	0,006	**0,098**
GYT	0,014	0,01	0,003	0,018	0,002	0,027	0,015	0,005	0,003	0,011	**0,107**
AFF	0,026	0,01	0,003	0,031	0,002	0,014	0,006	0,005	0,004	0,008	**0,109**
RDO	0,014	0,011	0,001	0,025	0,002	0,046	0,004	0,003	0,002	0,007	**0,115**

Prag otellerinin kriter puanları kriter ağırlıkları ile çarpılıp toplandıktan sonra otellerin puanları belirlenmiş oldu. Prag şehrinde otelde kalmak için 0,115 puanıyla RDO oteli tercih edilebilir ve ilk sıradadır. Devamında ikinci sırada 0,109 puanıyla AFF oteli ve ona çok yakın olan 0,108 puanıyla VIF üçüncü, 0,107 puanıyla ile GYT dördüncü ve 0,106 puanıyla VIF beşinci sırada yerini almıştır. Puanları birbirine çok yakındır. Devamında 0,098 puanıyla PLI altıncı sırada, 0,096 ile PRJ yedinci sırada, 0,089 puanıyla UJH sekizinci sırada ve 0,088 ile YVP dokuzuncu sırada ve 0,082 ile LUI oteli seçim yönünden son sıradadır.

3.6.2. Barselona Şehri İçin Otel Seçimi

Tablo 26: Barselona Otellerin Puanları

OTEL	GF*W	ŞMY*W	A*W	GV*W	OH*W	T/H*W	K*W	Mİ/K*W	İKR*W	MZ*W	Sonuç
GVL	0,026	0,013	0,002	0,018	0,002	0,021	0,009	0,003	0,002	0,021	**0,117**
UNK	0,026	0,009	0,002	0,010	0,001	0,017	0,007	0,002	0,003	0,014	**0,091**
FUF	0,009	0,014	0,001	0,015	0,001	0,022	0,005	0,001	0,003	0,010	**0,08**
OUL	0,014	0,007	0,002	0,017	0,003	0,026	0,009	0,003	0,004	0,008	**0,094**
PKX	0,026	0,021	0,003	0,024	0,003	0,010	0,004	0,005	0,003	0,006	**0,105**
QZG	0,046	0,005	0,004	0,014	0,001	0,028	0,005	0,001	0,004	0,008	**0,115**
ISD	0,014	0,007	0,002	0,010	0,001	0,015	0,011	0,005	0,003	0,004	**0,072**
FLE	0,014	0,022	0,001	0,014	0,000	0,013	0,004	0,008	0,003	0,002	**0,081**
QVJ	0,046	0,009	0,001	0,029	0,006	0,018	0,013	0,010	0,004	0,003	**0,14**
EUE	0,026	0,005	0,003	0,041	0,005	0,010	0,007	0,001	0,003	0,003	**0,105**

Barselona'daki oteller için karşılaştırma matrisleri sonucunda belirlenen kriter puanları daha önce belirlenmiş olan kriter ağırlıkları ile çarpıldığında her oteli seçmemize yol gösterecek bir puan oluşmuştur. Bu doğrultuda 0,140 puanıyla QVJ oteli ilk sırada, 0,117 puanıyla GVL oteli ikinci sırada, 0,115 puanıyla QXG oteli üçüncü sırada, 0,105 puanıyla PKX ve EUE otelleri dördüncü sırada ve 0,094 puanıyla OUL oteli beşinci sırada yer almıştır. 0,091 puanıyla UNK oteli altıncı, 0,081 puanıyla FLE oteli yedinci, 0,080 puanıyla FUF oteli sekizinci ve 0,072 puanıyla ISD oteli son sırada yer almaktadır. Karar verici bu puanlar doğrultusunda otelini seçebilir.

3.6.3. Viyana Şehri İçin Otel Seçimi

Tablo 27: Viyana Otellerin Puanları

OTEL	GF*W	ŞMY*W	A*W	GV*W	OH*W	T/H*W	K*W	Mİ/K*W	İKR*W	MZ*W	Sonuç
TAX	0,027	0,013	0,002	0,032	0,000	0,010	0,008	0,003	0,001	0,006	**0,102**
WZW	0,009	0,027	0,004	0,048	0,006	0,049	0,015	0,010	0,007	0,023	**0,197**
RMQ	0,021	0,009	0,002	0,005	0,005	0,013	0,009	0,002	0,004	0,003	**0,073**
KOK	0,030	0,008	0,001	0,010	0,003	0,016	0,005	0,001	0,003	0,007	**0,084**
IFX	0,017	0,009	0,002	0,020	0,001	0,011	0,009	0,007	0,003	0,006	**0,085**
CMC	0,027	0,009	0,001	0,019	0,001	0,020	0,002	0,003	0,005	0,007	**0,095**
TQX	0,017	0,011	0,002	0,018	0,001	0,020	0,009	0,004	0,004	0,003	**0,089**
RFI	0,031	0,012	0,002	0,012	0,001	0,018	0,007	0,003	0,001	0,006	**0,092**
PWE	0,045	0,008	0,001	0,019	0,001	0,010	0,005	0,003	0,002	0,011	**0,105**
USA	0,024	0,008	0,002	0,009	0,002	0,013	0,004	0,005	0,002	0,007	**0,076**

Otellerin kriter puanları belirlenerek kriter ağırlıkları ile çarpım işlemleri gerçekleştirildikten sonra her otel için seçime karar vermek için bir puan belirlenmiştir. Ortaya çıkan puanlara göre 0,197 puanıyla WZW oteli ilk sırada yer almıştır ve seçilmesi önerilen oteldir. 0,105 puanıyla PWE oteli ikinci sırada ve az bir farkla 0,102 puanıyla TAX oteli üçüncü sırada yer almıştır. 0,095 puanıyla CMC oteli dördüncü sırada, 0,092 puanıyla RFI oteli beşinci sırada, 0,089 puanıyla TQX oteli altıncı sırada, 0,085 puanıyla IFX oteli yedinci sırada, 0,084 puanıyla KOK oteli sekizinci sırada, 0,076 puanıyla USA oteli dokuzuncu sırada ve 0,073 puanıyla RMQ oteli son sırada yer almaktadır.

3.6.4. Berlin Şehri İçin Otel Seçimi

Tablo 28: Berlin Otellerin Puanları

OTEL	GF*W	ŞMY*W	A*W	GV*W	OH*W	T/H*W	K*W	Mİ/K*W	İKR*W	MZ*W	Sonuç
RHY	0,019	0,006	0,006	0,017	0,006	0,020	0,007	0,001	0,004	0,019	**0,106**
JGH	0,036	0,024	0,001	0,022	0,001	0,027	0,003	0,010	0,005	0,004	**0,133**
HEL	0,039	0,012	0,002	0,021	0,001	0,021	0,008	0,006	0,003	0,008	**0,12**
DRI	0,039	0,014	0,002	0,011	0,002	0,019	0,009	0,006	0,003	0,006	**0,109**
BYP	0,011	0,008	0,001	0,007	0,002	0,012	0,010	0,003	0,002	0,010	**0,065**
ILL	0,028	0,012	0,003	0,017	0,002	0,016	0,006	0,003	0,003	0,006	**0,097**
RTU	0,011	0,010	0,002	0,037	0,002	0,023	0,008	0,003	0,004	0,005	**0,104**
CYQ	0,028	0,009	0,002	0,024	0,002	0,014	0,007	0,004	0,004	0,005	**0,098**
RBE	0,018	0,010	0,001	0,028	0,003	0,015	0,009	0,002	0,003	0,009	**0,097**
XPP	0,018	0,009	0,001	0,006	0,002	0,013	0,006	0,004	0,002	0,007	**0,069**

Tüm kriter puanları belirlenerek kriter ağırlıkları ile çarpılması doğrultusunda karar vermeye yardımcı olarak otellerin nihai puanları belirlenmiş oldu. Bu puanlara göre 0,133 puanıyla JGH oteli ilk sırada, 0,120 puanıyla HEL oteli ikinci sırada, 0,109 puanıyla DRI oteli üçüncü sırada, 0,106 puanıyla RHY oteli dördüncü sırada, 0,104 puanıyla RTU oteli beşinci sırada, 0,098 puanıyla CYQ oteli altıncı sırada, 0,097 puanıyla ILL ve RBE otelleri yedinci sırada,

0,069 puanıyla XPP oteli sekizinci sırada ve 0,065 puanıyla BYP oteli son sırada yer almaktadır. Bu puanlara göre seçim gerçekleştirilebilir.

3.6.5. Londra Şehri İçin Otel Seçimi

Tablo 29: Londra Otellerin Puanları

OTEL	GF*W	ŞMY*W	A*W	GV*W	OH*W	T/H*W	K*W	Mİ/K*W	İKR*W	MZ*W	Sonuç
PMG	0,012	0,031	0,005	0,048	0,006	0,023	0,017	0,009	0,001	0,015	**0,165**
EYW	0,035	0,019	0,004	0,004	0,004	0,021	0,013	0,001	0,007	0,011	**0,118**
JTJ	0,027	0,002	0,001	0,010	0,003	0,024	0,002	0,003	0,005	0,002	**0,079**
FWI	0,035	0,005	0,002	0,021	0,002	0,003	0,007	0,003	0,003	0,008	**0,088**
KOW	0,021	0,010	0,002	0,021	0,002	0,013	0,006	0,002	0,002	0,005	**0,084**
JGJ	0,012	0,012	0,002	0,026	0,001	0,015	0,003	0,004	0,002	0,010	**0,086**
HVK	0,008	0,007	0,001	0,011	0,001	0,029	0,007	0,005	0,004	0,007	**0,079**
UGS	0,050	0,007	0,001	0,024	0,001	0,027	0,004	0,003	0,003	0,008	**0,126**
GLM	0,024	0,011	0,002	0,015	0,001	0,014	0,006	0,003	0,004	0,009	**0,088**
NTA	0,024	0,011	0,001	0,012	0,000	0,012	0,008	0,009	0,003	0,004	**0,084**

Londra şehrinde belirlenen alternatif otellerin kriter puanlamaları yapılıp, katılımcıların belirledikleri kriter ağırlıkları ile çarpıldıktan sonra her otel için bir puan oluşmuştur. Bu puanlara göre çoğu kritere göre de ilk sırada olan 0,165 puanıyla PMG oteli, ikinci sırada 0,126 puanıyla UGS oteli, üçüncü sırada 0,118 puanıyla EYW oteli yer almaktadır. Devam eden sıralamalarda 0,88 puanıyla FWI ve GLM otelleri dördüncü sırada, az bir farkla 0,086 puanıyla JGJ oteli beşinci sırada ve yine az bir farkla 0,084 puanıyla KOW ve NTA otelleri altıncı sırada yer almaktadır. Son sırada ise 0,079 puanıyla JTJ ve HVK otelleri vardır. Bu doğrultuda seçim yapılabilir. En mantıklı alternatif PMG oteli olmuştur.

3.6.6. Roma Şehri İçin Otel Seçimi

Tablo 30: Roma Otellerin Puanları

OTEL	GF*W	ŞMY*W	A*W	GV*W	OH*W	T/H*W	K*W	Mİ/K*W	İKR*W	MZ*W	Sonuç
SKA	0,026	0,011	0,002	0,050	0,001	0,008	0,011	0,008	0,003	0,003	**0,124**
QBX	0,032	0,004	0,003	0,011	0,002	0,008	0,011	0,002	0,006	0,008	**0,084**
ODP	0,032	0,014	0,001	0,009	0,004	0,009	0,003	0,006	0,002	0,009	**0,088**
ERM	0,039	0,007	0,002	0,023	0,002	0,019	0,008	0,002	0,002	0,009	**0,114**
YLZ	0,026	0,015	0,002	0,014	0,001	0,022	0,005	0,002	0,001	0,007	**0,095**
GIX	0,019	0,021	0,003	0,024	0,003	0,030	0,006	0,004	0,007	0,013	**0,129**
QPA	0,019	0,012	0,003	0,014	0,002	0,033	0,004	0,004	0,003	0,011	**0,103**
UDT	0,020	0,015	0,002	0,015	0,004	0,032	0,006	0,005	0,002	0,008	**0,109**
BWW	0,020	0,009	0,001	0,018	0,001	0,009	0,007	0,006	0,003	0,004	**0,078**
ETL	0,014	0,008	0,002	0,013	0,002	0,009	0,013	0,003	0,003	0,007	**0,073**

Roma şehrindeki oteller kriter puanları ve kriter ağırlıkları kullanılarak puanlandığında sonuç puanlara göre 0,129 puanıyla GIX oteli birinci sırada, hemen arkasında 0,124 puanıyla SKA oteli ikinci sırada, 0,114 puanıyla ERM oteli üçüncü sırada, 0,109 puanıyla UDT oteli dördüncü sırada ve 0,103 puanıyla QPA oteli beşinci sırada yer almaktadır. Devam eden sıralamalarda 0,095 puanıyla YLZ oteli altıncı sırada, 0,088 puanıyla ODP oteli yedinci sırada, 0,084 puanıyla QBX oteli sekizinci sırada, 0,078 puanıyla BWW oteli dokuzuncu sırada ve son olarak 0,073 puanıyla ETL oteli son sırada yer almaktadır.

3.6.7. Paris Şehri İçin Otel Seçimi

Tablo 31: Paris Otellerin Puanları

OTEL	GF*W	ŞMY*W	A*W	GV*W	OH*W	T/H*W	K*W	Mİ/K*W	İKR*W	MZ*W	Sonuç
ARF	0,008	0,016	0,003	0,046	0,001	0,042	0,002	0,002	0,004	0,008	**0,132**
ATC	0,054	0,014	0,001	0,033	0,001	0,019	0,009	0,003	0,004	0,002	**0,142**
VYJ	0,024	0,007	0,002	0,006	0,002	0,019	0,016	0,002	0,002	0,006	**0,087**
UFS	0,013	0,007	0,002	0,017	0,004	0,019	0,007	0,004	0,002	0,004	**0,077**
WVN	0,024	0,013	0,001	0,021	0,002	0,013	0,007	0,004	0,003	0,017	**0,105**
XCP	0,048	0,014	0,001	0,020	0,001	0,013	0,003	0,002	0,001	0,015	**0,119**
OVU	0,019	0,012	0,002	0,022	0,001	0,018	0,008	0,006	0,005	0,007	**0,099**
FUL	0,022	0,003	0,000	0,008	0,001	0,019	0,004	0,008	0,004	0,006	**0,076**
YCF	0,022	0,014	0,004	0,012	0,005	0,009	0,009	0,009	0,001	0,003	**0,089**
QPQ	0,013	0,013	0,003	0,006	0,004	0,009	0,008	0,001	0,007	0,009	**0,073**

Paris şehrindeki her otelin öncelikle kriterlerce karşılaştırması yapılmış, ve puanları belirlenmiştir. İlk başta belirlenen kriter ağırlıkları Paris şehri için de kullanılmıştır. Kriter ağırlıklarının ilgili alternatifin kriter puanı ile çarpılması ile yeni puanlar elde edinmiştir. Her alternatifin her kriter bazında elde edilen puanları toplanarak son toplam bir puana erişilmiştir. Bu puanların sıralaması karar vermede etkilidir. Paris şehri için en yüksek 0,142 puanıyla ATC oteli birinci sırada yerini alırken 0,132 puanıyla ARF oteli de ikinci sırada, 0,119 puanıyla XCP oteli üçüncü sırada ve 0,105 puanıyla WVN oteli dördüncü sırada yer almaktadır. Devamında 0,99 puanıyla OVU oteli beşinci sırada, 0,089 puanıyla YCF oteli altıncı sırada, 0,087 puanıyla VYJ oteli yedinci sırada, 0,077 puanıyla UFS oteli sekizinci sırada, 0,076 puanıyla FUL oteli dokuzuncu sırada ve son olarak 0,073 puanıyla QPQ oteli onuncu sırada yerini almıştır.

Her şehir için ayrı ayrı AHP uygulanmış ve seminer için bu şehirlere gideceklere yol göstermesi için ışık tutulmuştur. Her şehir için oteller puanlarına göre sıralanmıştır. Tablo 34'te her şehir için en yüksek puanı alarak seçilen oteller yer almaktadır

Tablo 32: Şehirlerde AHP Sonucu Seçilen Oteller

Şehir	Otel (En Yüksek Puanı Alan)
Prag	RDO
Barselona	QVJ
Viyana	WZW
Berlin	JGH
Londra	PMG
Roma	GIX
Paris	ATC

4. SONUÇ

Aslında her insan isteğe bağlı veya mecburi olarak bir yerlere gitmiş ve konaklamıştır. Konaklama sonunda 'X özelliğini beğendim Y özelliği kötüydü ama fiyatı ekonomikti' gibi birçok yorumla karşılaşırız. Bu çalışmada öncelikli olarak kriterlerin birbiri arasındaki önem dereceleri kişilere sorulmuş ve sonrasında sonuca göre bir derecelendirme skalası belirlenmiştir.

Genel olarak bireyler tarafından fiyat kriterinin önemli olduğunu dile getirilse de insanların önem verdiği diğer kriterlerin olduğu ve birbirlerine göre önem dereceler anket yoluyla belirlenmiştir. Tam bu kısımda tüm kriterlerin ele alındığı ve bireyin karar vermesine yardımcı olan Analitik Hiyerarşi Prosesi metodu devreye girmiştir.

Bu çalışmada 7 adet şehir ve on adet kriter belirlenmiş olup her bir şehir ve kriter için AHP metodolojisi kullanılmıştır.

Çalışmanın sonunda her bir şehir için tüm kriterler ele alınmış AHP metodolojisinin gerekliliği baz alınarak en yüksek puanlı olan otel seçilmiş ve yöneticilerin 7 şehirdeki 3 günlük kalabileceği oteller belirlenmiştir.

5. KAYNAKÇA

Ku, E. C. S., & Fan, Y. W. (2009). The decision making in selecting online travel agencies: An application of Analytic Hierarchy Process, Journal of Travel and Tourism Marketing

Saaty, R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process-What it is and how it is used, Math Modelling

Saaty, T. L. (1980). The Analytical Hierarchy Process: Planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw-Hill Book Co.

T. L. Saaty,, Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarch,: Springer, New York, 2001

E. Eraslan ve O. Algün, İdeal performans değerlendirme formu tasarımında analitik hiyerarşi yöntemi yaklaşımı. Gazi Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Dergisi, Ankara, 20 (1), 95-106, 2005.

K. Yaralıoğlu, Performans değerlendirmede analitik hiyerarşi prosesi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16 (1), 129-142, 2001.

A. S. Uludağ ve H. Doğan, Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılmasına odaklı bir hizmet kalitesi uygulaması. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 6 (2), 17-47, 2016.

GİZLİ ISI DEPOLAMADA KULLANILAN EŞMERKEZLİ BİR ISI DEĞİŞTİRİCİDE ISI TRANSFER AKIŞKANININ GEÇTİĞİ İÇTEKİ BORU MALZEMESİ DEĞİŞİMİNİN, FAZ DEĞİŞİM MALZEMESİ ERİME SÜRESİNE ETKİSİNİN HAD ANALİZİYLE ARAŞTIRILMASI

Dr.Öğr.Üyesi Fadime ŞİMŞEK[1]

Atatürk Üniversitesi, 0000-0002-1440-7480

ÖZET

Bu çalışmada eş merkezli bir ısı değiştirici kullanılan TED (termal enerji depolama) ünitesinde ITA'nın (ısı transfer akışkanı) geçtiği içteki boru malzemesinin bakır ve alüminyum olarak seçilmeleri durumunda, PCM'nin (faz değişim malzemesinin) erime esnasındaki termal davranışının HAD (Hesaplamalı akışkanlar dinamiği) sayısal analizi ile incelenmesi amaçlanmıştır. ANSYS Fluent ticari programı kullanılarak gerçekleştirilen iki boyutlu ve zamana bağlı analizle, PCM olarak Parafin RT35 kullanılan ısı değiştiricide, iç boru malzeme değişikliğinin aynı koşullarda eş merkezli borular arasında depolanan PCM'nin erime süresini ne kadar etkilediği araştırılmıştır. Sonuçta belirlenen optimum ITA sıcaklığı ve debisinde parafin RT35 malzemesi için, içteki borunun bakır olması durumunda PCM'nin 160 dakikada, alüminyum olması durumunda ise 170 dakikada tam olarak eridiği tespit edilmiştir. Isı iletim katsayısı daha yüksek malzeme olan bakırın kullanılması durumunda tam erime işleminin, alüminyum malzemeye göre %5,88 oranda daha kısa sürede gerçekleştiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Gizli ısı depolama, PCM, parafin, erime süresi.

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi her geçen gün arttığı için, özellikle güneşle ısıtma gibi enerjinin kesintili olduğu sistemlerde, endüstriyel atık ısı enerji depolama ünitelerinde ve ısıtma ihtiyacı fazla olan bina uygulamaları gibi enerjinin geri kazanılmasını amaçlayan bir çok mühendislik uygulamasında, termal enerji depolama sistemleri tercih edilmektedir.

Termal enerjinin depolanmasında kullanılan PCM'ler ısıyı şarj ve deşarj etmede kimyasal bağlar kullanan gizli ısı depolama malzemeleridir. Termal enerji transferi, bu malzemelerin katıdan sıvıya veya sıvıdan katıya dönüşmeleriyle mümkün olur. Bu malzemelerin ekonomik ve kolay bulunabilir olmaları tercih edilmelerini sağlar [1]. PCM'ler genellikle organik, inorganik ve organik ve/veya ötektik olmak üzere üç ana gruba ayrılırlar [2]. Çizelge 1'de farklı tip PCM'lerin ısı depolamada etkili olan termofiziksel özelliklerinin suyun termofiziksel özellikleriyle karşılaştırılmasına yönelik tablo verilmiştir [3].

Çizelge 1.Farklı PCM çeşitlerinin ve suyun termofiziksel özelliklerinin karşılaştırılması

Termofiziksel Özellikler	Isı Depolama Materyalleri		
	Duyulur Isı Depolama	Faz Değişim Materyalleri	
	Su	Organiik PCM	İnorganik PCM
Yoğunluk (kg/m3)	1000	800	1600
Özgül ısı (kJ/kg)	4,2	2,0	2,0
Gizli füsyon ısısı (kJ/kg)	-	190	230
10^6 kJ depolamak için gerekli depolama kütlesi (kg)	16000	5300	4350
10^6 kJ depolamak için gerekli depolama hacmi (m3)	16	6.6	2.7
Bağıl kütlesi	4	1,25	1
Bağıl hacim	6	2,5	1
Farklı ısı depolama alanlarının karşılaştırılması (Depolama enerjisi= 10^6 kJ = 300 kWh; ΔT=15 K)			

Organik PCM'ler aşındırıcı olmamaları, düşük oranlarda dahi olsa soğutma gerektirmemeleri ve kimyasal ve termal kararlılığa sahip olmaları nedeniyle tercih edilirler [2]. İnorganik malzemeler tuz hidrat ve metalikler olarak ayrılırlar. İnorganik bileşikler organik bileşiklere kıyasla birim kütle başına yüksek gizli ısıya sahiptirler, hacim maliyetleri daha düşüktür ve yanıcı değillerdir. Ancak ayrışma ve aşırı soğutma durumunda faz değişim özellikleri bu durumlardan olumsuz etkilenebilir [1]. Çizelge 2 'de PCM'lerin termofiziksel, kinetik ve kimyasal gereksinimleri genel olarak belirtilmiştir [1,4].

Çizelge 2. PCM' lerin termofiziksel, kinetik ve kimyasal özellikleri

Termo-fiziksel	-İstenilen çalışma sıcaklığı aralığında erime sıcaklığı. -Yeterli miktarda enerji depolayabilmek için gerekli olan kap hacminden dolayı birim hacim başına yüksek gizli füzyon ısısı -İlave olarak önemli duyulur ısı depolaması sağlamak için yüksek özgül ısı. -Enerji depolama sisteminin şarj ve deşarjına yarımcı olmak için hem katı hem de sıvı fazların yüksek termal iletkenliği -Çalışma sıcaklığında faz dönüşümünde küçük hacim değişimi ve depolamada sorun yaşamamak için küçük buhar basıncı -Her erime/katılaşma döngüsünde Sabit bir depolama kapasitesi için faz değişim malzemesinin uyumlu erimesi
Kinetik	-Sıvı fazın aşırı soğumasını önlemek için yüksek çekirdeklenme oranı. -Depolama sisteminden Sistemin ısı geri kazanımı talebini karşılayabilmesi için yüksek oranda kristal büyüme
Kimyasal	-Tam tersine çevrilebilir erime katılaşma döngüsü döngüsü -Çok sayıda erime-katılaşma döngüsünden sonra bozulma göstermemesi - İnşaat malzemelerine aşındırıcılık özelliği taşımaması -Güvenlik için toksik olmayan, yanıcı olmayan ve patlayıcı olmayan malzeme

Kesintili enerji kaynaklarının sürekli değerlendirilebilmesi konusunda imkan sağlayan, faz değişim malzemeleri ile termal enerji depolama üzerine pek çok çalışma mevcut [5,6] olup, bu alanda yapılan literatür çalışmalarından bir kısmı aşağıda sunulmuştur.

Bathelt ve Viskanta [7] yatay silindirik kabuk şeklindeki n-parafinlerin (n-heptadekan ve n-oktadekan) kullanıldığı ısı eşanjöründe, PCM olarak kullanılan parafinlerin termal

davranışlarını deneysel olarak araştırmışlardır. Deneyler, içteki borunun hem üniform ısı akısı (elektriksel kaynakla), hem de sabit yüzey sıcaklığı (sıvının çoklu geçişiyle) için sürdürülmüştür. Çalışmada silindirin üst kısmındaki erime işleminin, alt kısmından daha hızlı gerçekleştiği belirtilmiştir. Eriyik hacminin anlık şekli fotoğraf ile kaydedilmiştir. Bu verilerden elde edilen katı-sıvı ara yüzeyindeki katsayılar ve elde edilen ampirik korelasyonlar belirlenmiştir. Smith ve Koch [8] kanatçık içeren soğutulmuş bir düzlem yüzeye bitişik olarak meydana gelen faz değişimini inceledikleri çalışmada, faz değişim malzemelerinde kanat kullanımını araştırmışlardır. Sonuçta iletimle ısı transferine dayalı sonlu fark denklemlerini dört boyutsuz parametreye (kanatçık ısı iletim katsayısı, geometrik en boy oranı, Stefan sayısı ve kanat oranı ve PCM termal yayılımları gibi) bağlı olarak formüle etmişlerdir. Kanat iletim parametresinin pratik limitlerini, çeşitli en-boy oranları için geliştirmişlerdir. Balikowski ve Mollendorf [9] çift borulu yatay bir ısı eşanjör depolama ünitesinde gizli ısıları ve termal iletkenlikleri sırasıyla 126 kJ/kg, 186 kJ/kg ve 0,6 W/m/ °C, 0,15 W/m/°C olan C28 ve TY83 olarak tanımlanan iki PCM'yi kabuk boşluğunda gizli ısı depolamak amacıyla kullanmışlardır. Çeşitli sıcaklıklarda ve su akışlarında, PCM' nin absorbe edeceği (şarj) ve ardından serbest bırakacağı (deşarj) enerjiyi belirlemek amacıyla çeşitli deneyler gerçekleştirmişlerdir. Eğilmiş ve kısa borulardan oluşan dikensi görünümlü kanatlı yapıya sahip iç boruyla dış boru arasındaki boşluğa iki tip PCM' nin depolandığı bir eşmerkezli ısı eşanjöründe erime ve katılaşmayı incelemişlerdir. Teorik ve deneysel sonuçlar arasında ±1.5 °C 'ye varan iyi bir uyum olduğunu belirtmişlerdir.

Agyenim [10] ve arkadaşları, 117,7 ^{0}C erime sıcaklığına sahip faz değişim malzemesi içeren yatay kabuk tip eşmerkezli çoklu borulu bir ısı eşanjöründe, erime ve katılaşma proseslerini incelemişlerdir. Isı transferini arttırarak termal özellikleri, izotermal kontur çizimlerini ve sıcaklık zaman eğrilerini analiz etmişlerdir. Kabuk ve boru sistemlerinin Sıcaklık gradyanlarını eksenel, radyal ve açısal yönlerden üç boyuttada analiz ederek karşılaştırmışlardır. Konvektif ısı transferinin iletimle ısı transferine etkisini karşılaştırmışlardır. Faz değişimi boyunca PCM' deki sıcaklık gradyantının, hem kontrol sistemi, hem de çoklu borulu sistem için radyal yönde en yüksek olduğu görülmüştür. Sonuçlar her iki sistemin faz değişimi boyunca radyal ve açısal yönlerdeki iki boyutlu ısı transferinde gelişme gösterdiğini ortaya koymuştur. Yapılan çalışmada çoklu borulu sistemde çoklu konvektif hücrelerin oluşumuyla doğal konveksiyonun başlaması durumunun, faz değişim görüntüsünü önemli ölçüde değiştirdiği görülmüştür.

Al-Abidi ve arkadaşları yaptıkları çalışmada[11], gizli ısı termal enerji depolama tasarımlarında PCM' lerin depolama alanı olarak kullanıldığı iklimlendirme uygulamalarının, sistemin maliyetini ve hacmini düşüreceğini belirtmişlerdir. İsmail ve arkadaşları [12] iklimlendirme için ev tipi soğuk hava deposu tasarımında kullanılmak üzere, eksenel kanatçıklara sahip eş merkezli borulu bir ısı eşanjörü tasarlamıştır. Silindirlerin arasındaki dairesel boşlukta bir PCM'nin katılaşma sürecini; kanat uzunluğu, kanat kalınlığı, kanat sayısı, dairesel boşluğun en-boy oranı ve çeşitli parametrelerin bir fonksiyonu olarak incelemişlerdir. Sonuçta sayısal tahminlerin, deneysel sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışmada PCM' nin katılaşması esnasında sıcaklık farkının artmasıyla, tam katılaşmanın azaldığı belirtilmiştir.

Yapılan tüm bu çalışmalar termal enerji depolama süresinin azaltılabilmesi için farklı parametrelerin incelenmesi esasına dayalı olarak yapılmıştır. İncelenen parametreler, PCM

içerisine gömülen farklı tip kanatçık kullanımıyla erime ve katılaşma süresinin kısaltılması, nanopartikül ilavesiyle PCM'lerin faz dönüşümü esnasında performansının iyileştirilmesi yada farklı geometrilerdeki depolama ünitelerinde faz dönüşümlerinin sağlanması gibi hususları içermektedir.

Sunulan çalışmada ise PCM'nin eriyip katılaşma süresine etki edecek bir başka parametre incelenmiştir. Bu çalışmada incelenen parametre ise, eşmerkezli bir ısı değiştiricinin PCM'ye ısı transfer eden içteki boru malzemesinin farklı iki malzemeden kullanılması durumunda PCM'nin tam erime süresine yaptığı etkiyi araştırmaktır. Boru malzemesi olarak seçilen bakır ve alüminyumun erime süresine etkisi, 50 ^{0}C, 60 ^{0}C ve 70 ^{0}C olarak seçilen farklı ısı transfer akışkanı sıcaklıkları için ANSYS analizi kullanılarak denenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Sistemin Tanıtımı

Bu çalışmada PCM olarak aşındırıcı olmaması, aşırı soğutma gerektirmemesi, kimyasal ve termal kararlılığa sahip olması nedenleriyle [2] organik PCM grubuna giren parafin RT35, faz değişim malzemesi olarak tercih edilmiştir. PCM olarak seçilen Parafin RT35, iç boru malzemesi olarak seçilen bakır ve alüminyumun termal ve fiziksel özellikleri Çizelge 3.'de verilmiştir.

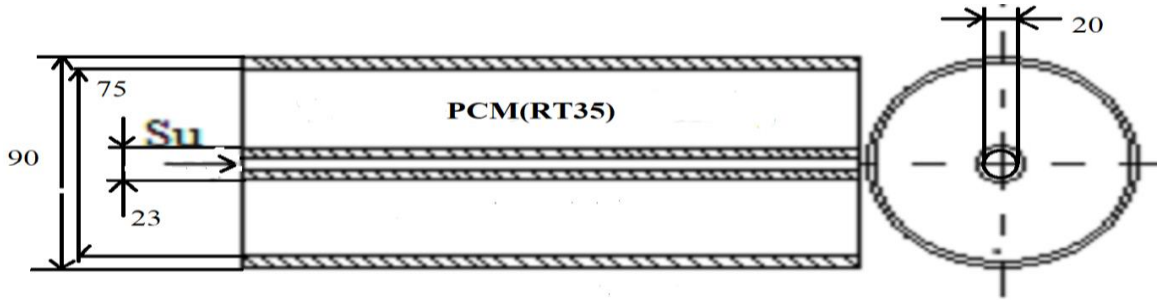
Çizelge 3. Parafin RT35'in termal ve fiziksel özellikleri [13,14,15,16]

Fiziksel Özellikler	RT35	Alüminyum	Bakır
Erime Sıcaklığı (°C)	29-36	660.32	1084.62
Gizli ısısı (kJ/kg)	170	-	-
Yoğunluk katı/sıvı (kg/m^3)	880/760	2700/-	8960/-
Özgül Isı kapasitesi katı/sıvı (J/kgK)	1800/2400	-	-
Termal iletkenliği katı/sıvı (W/mK)	0,2/0,1	237	401
Kinematik viskozitesi(m^2/s)	$2.3 \times 10{-}3$	-	-
Termal genişleme katsayısı (1/K)	0,0006	-	-

Yapılan ANSYS analizinde, eşmerkezli bir ısı değiştiricinin ara boşluğunda depolanan faz değişim malzemesi parafin RT35'in, içteki borudan geçirilen ısı transfer akışkanıyla erimesi sağlanarak, katılaşırken deşarj edeceği ısıyla yine aynı içteki borudan geçen soğuk suyu ısıtması hedeflenmektedir. Fakat bu çalışmada sadece, erime esnasında PCM'nin şarj olma süresi üzerine içteki borunun malzemesini değiştirmenin ne kadar etkili olduğu araştırılmıştır. Yapılan çalışmada pilot ünite olarak kullanılan ısı eşanjörünün boru çapları; piyasada varolan bakır, alüminyum ve plastik boru çaplarına uygun olarak seçilmiştir. Böylelikle simülasyondan elde edilecek sonuçların; güneş enerjisi, atık su ısı enerjisi gibi sistemlere termal enerji depolama ünitelerinin entegre edilmesi durumunda uygulamada rahatlıkla bulunabilecek boru çaplarına sahip eşanjörlerde kullanılabilmesi amaçlanmıştır. Kısaca ANSYS analizi yapılan eşmerkezli eşanjör modelinden elde edilen sonuçların, pratikte uygulanmasına da faydalı olabilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla içteki boru iç çapı 20 cm, et kalınlığı 1,5 cm olan bakır ve alümünyum borulardan; dıştaki boru iç çapı 75 cm, et kalınlığı 7,5 cm olan plastik borudan seçilmiştir. İçteki borudan ısı transfer akışkanı geçirilip, iki boru arasındaki boşlukta RT35 faz değişim malzemesi

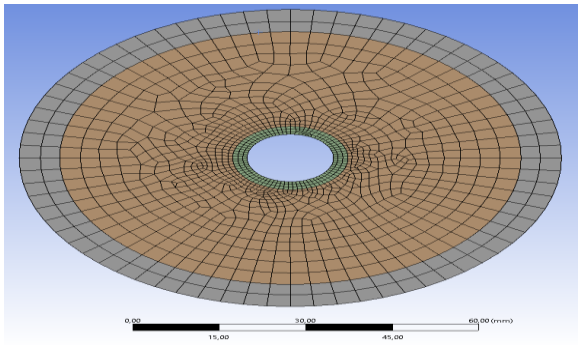
depolanmıştır. Analiz başlangıç şartları içten geçen ısı transfer akışkanının hızı 0,7 m/s, sıcaklığı 60 ^{0}C, PCM'nin bulunduğu ortamın sıcaklığı 25 ^{0}C olacak şekilde analiz yürütülmüştür.



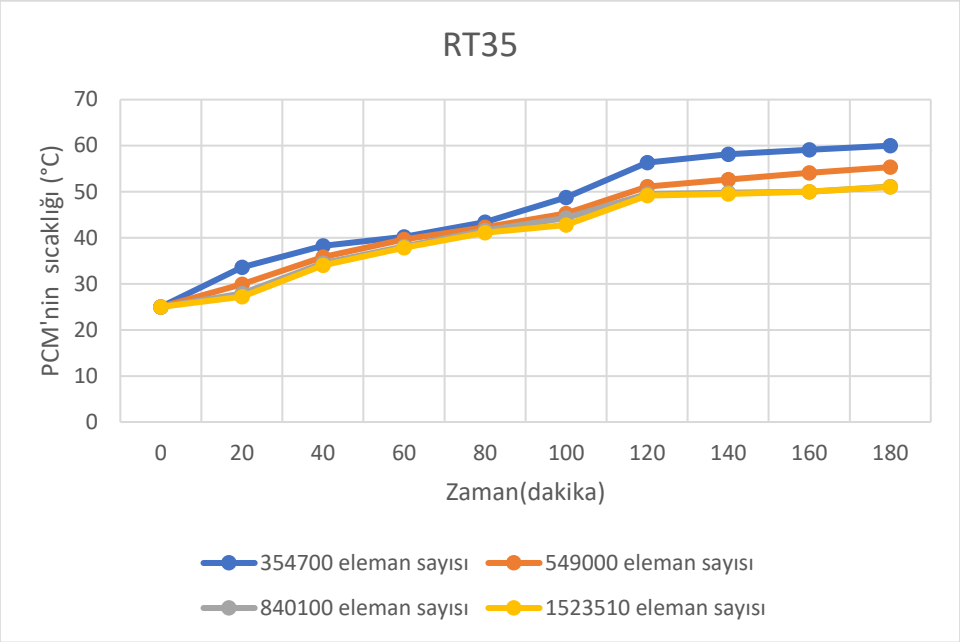
Görsel.1.Eşmerkezli ısı değiştiricinin yandan ve önden görünümü ve ölçüleri

2.1. Had Analizi

İki borulu eşmerkezli ısı eşanjöründeki akış esnasında, kullanılan akışkanın termofiziksel özelliklerine bağlı olarak oluşan faz değişimi prosesinin sayısal analizinde entalpi-gözeneklilik yöntemi kullanılmıştır. Faz değişiminde, süreklilik, momentum ve enerji korunum denklemleri yardımıyla faz değişim prosesi problemlerinin çözümlenmesi, Ansys Fluent 2021 R2 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fluent çözümlemesinde "Solidification and Melting" kısmı seçilmiştir. Analizde zamana bağlı olarak işlem gerçekleştirilmiş ve her iterasyon zaman adımı 0,2 saniye olarak belirlenmiştir. Basınç ve hız seçenekleri "second order" olarak seçilmiş, enerji seçeneği ise bununla birlikte aktif edilmiştir. İç akış türbülans modelinde "k-epsilon" iki denklemli "solver" kullanılmıştır. Borular arasında PCM olarak RT35 depolanan eşmerkezli ısı eşanjöründe, analizde incelenecek eleman sayısının (mesh) belirlenmesi için 354.700, 549.000, 840.100, 1.523.510 şeklinde dört farklı mesh sayısı için PCM sıcaklığı-erime süresi değişim grafiği Görsel 3'de verilmiştir. Yapılan meshleme sonucunda mesh sayısını arttırmanın analizi daha ayrıntılı yapmayı sağladığı görülmüştür. Çalışılan 840.100 ve 1.523.510 mesh sayılarında istenilen sonuçların daha kararlı olduğu ve mesh sayısını daha fazla arttırmanın analiz doğruluğunu değiştirmeyeceği görülmüş ve analiz mesh sayısı 1.523.510 olarak seçilmiştir.



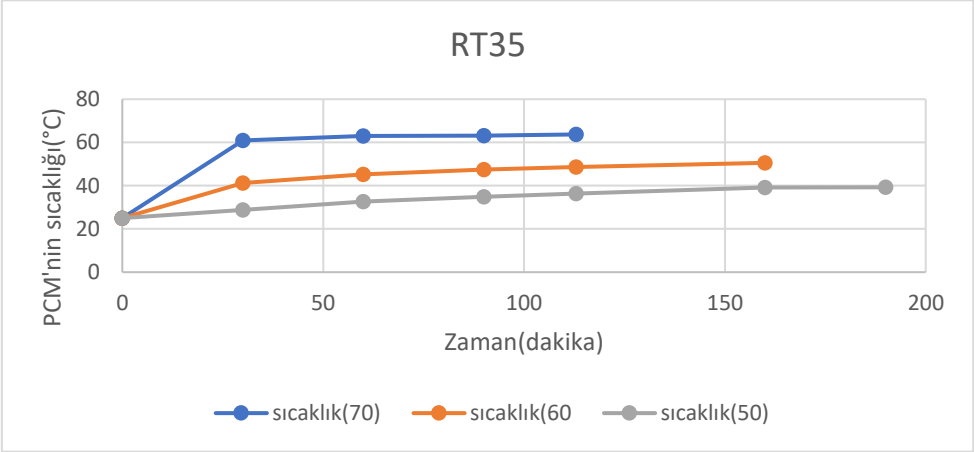
Görsel.2. Eş merkezli ısı eşanjörünün 1.523.510 elemanlı mesh görüntüsü



Görsel 3. Eleman sayısına göre RT35 için PCM sıcaklığı-erime süresi değişim grafiği

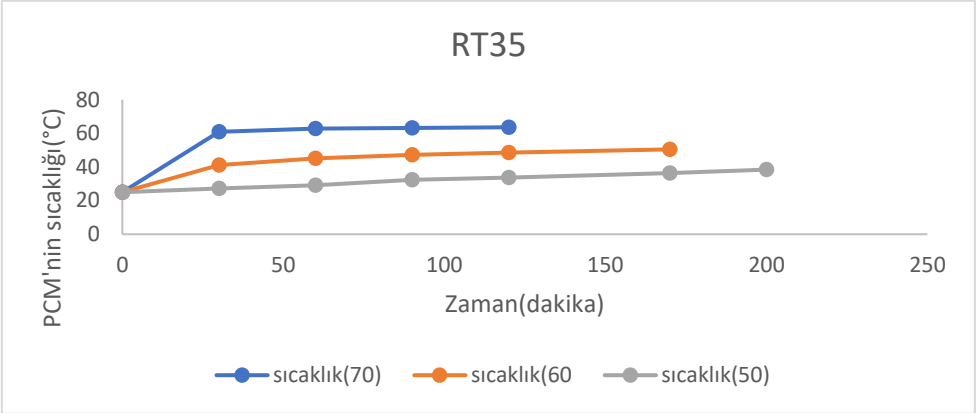
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Isı eşanjörü analizinde, 1.523.510 mesh sayısı için eşmerkezli borular arasında depolanan parafin RT35 sıcaklığı ve erime süresi arasındaki değişim Görsel 4'de verilmiştir. Görsel 4'de içteki ITA (ısı transfer akışkanı) borusunun, bakır malzemeden seçilmesi halinde 50 ^{0}C, 60 ^{0}C, 70 ^{0}C şeklindeki ITA sıcaklıkları için, PCM sıcaklığının, erime süresiyle değişim grafiği oluşturulmuştur. Görüldüğü gibi farklı ITA sıcaklıkları için yapılan analizler sonucunda, ITA sıcaklığı arttıkça, PCM erime süresi kısalmaktadır.



Görsel 4. Üç farklı ITA sıcaklığı için bakır malzemeden ITA borulu eşmerkezli ısı eşanjöründe, RT35 için PCM erime süresi- sıcaklık grafiği

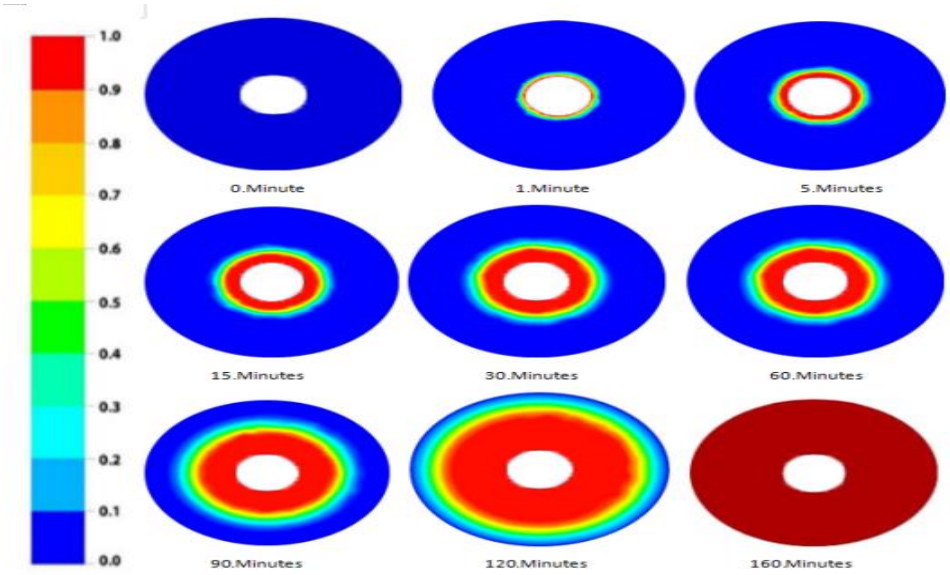
Görsel 5'de içteki ITA (ısı transfer akışkanı) borusunun, alüminyum malzemeden seçilmesi halinde 50 ^{0}C, 60 ^{0}C, 70 ^{0}C şeklindeki ITA sıcaklıkları için, PCM sıcaklığının, erime süresiyle değişim grafiği verilmiştir. ITA boru malzemesinin bakır kullanılması halinde, ITA sıcaklığının artmasına bağlı olarak erime süresinde meydana gelen kısalma, alüminyum ITA borusu kullanıldığında da gerçekleşmiştir.



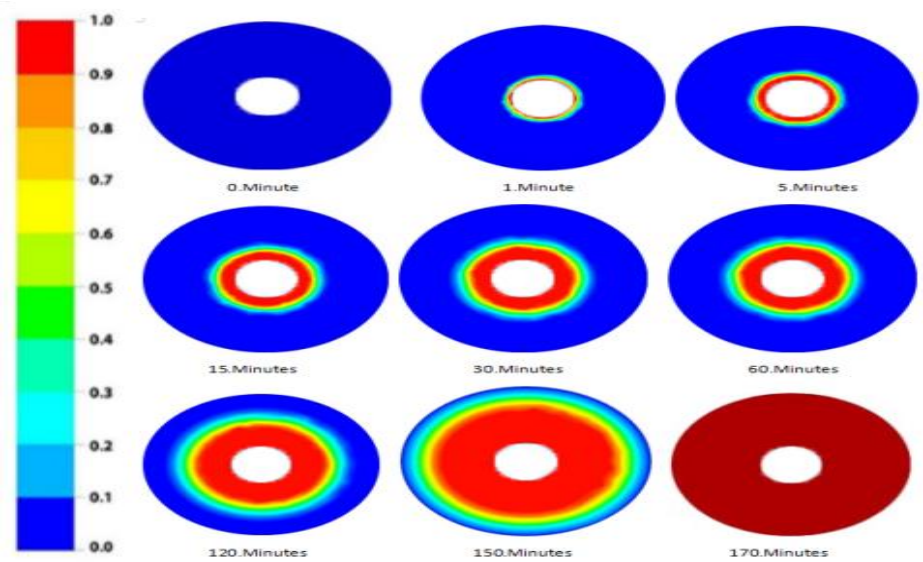
Görsel 5. Üç farklı ITA sıcaklığı için alüminyum malzemeden ITA borulu eşmerkezli ısı eşanjöründe, RT35 için PCM erime süresi- sıcaklık grafiği

ITA sıcaklığının 50 ^{0}C olması durumunda bakır boru kullanılan ısı eşanjöründe PCM'nin tam erime süresi 190 dakika iken, alüminyum boru kullanılması halinde 200 dakika olarak tespit edilmiştir. 60 ^{0}C ITA sıcaklığında bakır boru için PCM tam erime süresi 160 dakika, alüminyum boru için 170 dakika, yine 70 ^{0}C' de bu süreler, analizlerden elde edilen sonuçlara göre 113 ve 120 dakika olarak belirtilmiştir. Sunulan çalışmada olduğu gibi, Cano'nun yaptığı deneysel çalışmada da [17] , ITA sıcaklığını arttırmanın erime süresini kısalttığı görülmüştür.

Analizler sonucunda endüstriyel tesislerdeki atık su ısı değerinin 60 ^{0}C olarak kabul edilmesinin, ITA sıcaklığı için optimum bir değer olacağı kabulüyle analizler sürdürülmüştür. Optimum ITA sıcaklığının 60 ^{0}C, içteki borudan geçen ITA hızının 0,7 m/s olduğu şartlarda analizlerden elde edilen PCM'nin tam erime görselleri bakır için Görsel 6'da, alüminyum için Görsel 7'de sunulmuştur.



Görsel 6. PCM olarak RT35 kullanılan eşmerkezli ısı değiştiricide içteki ITA borusunun bakır olması durumunda PCM erime süresi



Görsel 7. PCM olarak RT35 kullanılan eşmerkezli ısı değiştiricide içteki ITA borusunun alüminyum olması durumunda PCM erime süresi

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda eşmerkezli bir ısı değiştiricide ara boşluktaki PCM'ye ısıyı transfer eden içteki boru malzemesini değiştirmenin, PCM erime süresine katkısı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- PCM olarak kullanılan Parafin RT35 için yapılan ANSYS analiziyle, bakır ve alüminyum olarak seçilen iç boru malzemelerinin PCM tamamen erime süreleri, optimum ısı transfer akışkan sıcaklığı olarak kabul edilen 60 ^{0}C ve 0,7 m/s ITA hızı şartlarında; bakır için 160 dakika, alüminyum için ise 170 dakika olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç içteki boru

malzemesinin alüminyum yerine, bakır kullanılması durumunda tamamen erime süresinde %5,88 oranında kısalma sağlamıştır.

- Bu çalışmada incelenen termal depolama ünitesi olan ısı eşanjörünün ANSYS analizleri; farklı boru çapları, ara boşlukta depolanan farklı PCM türleri ve ısıl özellikleri daha üstün farklı ITA borusu malzemeleri için de yapılarak PCM tam erime süresine katkıları araştırılabilir.

- Sunulan çalışmada incelenen eşmerkezli ısı eşanjörü yerine, farklı eşanjör dizaynları için ve farklı ITA boru tipleri (çoklu veye helisel borulu, kanatçıklı borulu vb.) için ITA boru malzemesi değiştirmenin, PCM tam erime süresine etkileri deneysel veya simülasyon çalışmalarıyla araştırılabilir.

KAYNAKÇA

[1]. Tyagi, V.V., Buddhi, D., PCM Thermal Storage in Buildings: A State of Art, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11(6)1146–1166, 2007.

[2]. Gibbs B.M., Hasnain S.M., DSC study of technical grade phase change heat storage materials for solar heating applications, In: Proceedings Of The 1995 ASME/JSME/JSEJ İnternational Solar Energy Conference, Part 2, United States, 1995.

[3]. Hasnain, S.M., Review on sustainable thermal energy storage technologies, Part 1: heat storage materials and techniques, Energy Convers Manage, 39,1127–38, 1998.

[4]. Sharma, S.D., Thermal energy storage systems using phase change material for temperature applications, Ph.D. thesis, 1999.

[5]. Zalba, B., Ma Marın, J., Cabeza Luisa, F., Mehling, H. Review on thermal energy storage with phase change:materials, heat transfer analysis and applications, Applied Thermal Engineering, 23, 251–83, 2003.

[6]. Dincer, I., Rosen, M.A., Thermal energy storage systems and applications, Chichester, Wiley, England, 2002.

[7]. Bathelt, A. G., and R. Viskanta, R., Heat transfer at the solid-liquid interface during melting from a horizontal cylinder, International Journal of Heat and Mass Transfer, January, 23, 11, 1493-1503,1980.

[8]. Smith, R.N., and Koch J.D., Numerical solution for freezing adjacent to a finned surface, International Heat Transfer Conference 7 Digital Library, Begell House Inc.,September, 69-74, Munich, Germany, 1982.

[9]. Balikowski, J. R., and Mollendorf, J. C., Performance of phase change materials in a horizontal annulus of a double-pipe heat exchanger in a water-circulating loop, 129(3). 265-272, 2007.

[10]. Agyenim, F., Eames, P., and Smyth, M., Heat transfer enhancement in medium temperature thermal energy storage system using a multitube heat transfer array, Renewable Energy, 35(1), 198–207, 2010.

[11]. Al-Abidi, A.A., Mat, B., Sopian, K., Sulaiman, M.Y., Lim,C.H., Th,A., Review of thermal energy storage for air conditioning systems, Renewable and Sustainable energy reviews, 16(8), 5802-5819, 2012.

[12]. Ismail, K. A. R.,. Alves, C. L. F., and. Modesto, M. S., Numerical and experimental study on the solidification of PCM around a vertical axially finned isothermal cylinder, Applied Thermal Engineering, 21(1), 53-77, 2001.

[13]. Rahimi M., Ranjbar A.A., Ganji D.D., Sedighi K., Hosseini M.J., Bahrampoury R., Analysis of geometrical and operational parameters of PCM in a n and tube heat exchanger, Int. Comm. Heat Transfer, 53, 109-115, 2014.

[14]. Ebadi, S., Al-Jethelah M., Tasnim, S.H., Mahmut S., An investigation of the melting process of RT-35 filled circular thermal energy storage system, Open Physics 16(1), 574-580, 2018.

[15]. https://www.rubitherm.eu/(Erişim tarihi: 10.04.2023)

[16]. https://tr.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/aluminyum-ve-bakir-kablo.pdf (Erişim tarihi: 10.04.2023)

[17]. D. Cano, C. Funéz, L. Rodriguez, J.L. Valverde, L. Sanchez-Silva, Experimental investigation of a thermal storage system using phase change materials, Appl. Therm. Eng. 107, 264–270, 2016.

FARKLI AKIŞKAN, MALZEME VE BASINCIN PARALEL BAĞLI KARŞIT AKIŞLI RANQUE–HİLSCH VORTEKS TÜP PERFORMANSINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Doç.Dr, Volkan KIRMACI
Bartın Üniversitesi, - 0000-0001-7076-1911
Doç.Dr, Musa BİLGİN
Hacettepe Üniversitesi, - 0000-0001-8482-8291
Dr, Murat KORKMAZ
Hacettepe Üniversitesi, - 0000-0002-3721-2854

ÖZET

Ranque-Hilsch Vorteks Tüpleri (RHVT) kontrol vanası dışında hareketli parçası bulunmayan basınçlı akışkan yardımıyla aynı anda ısıtma ve soğutma yapabilen basit bir borudan oluşmaktadır. Deneysel çalışmada aynı teknik özelliklere sahip iki karşıt akışlı RHVT birbirine paralel bağlanmıştır. Karşıt akışlı RHVT'lerinin her birinin iç çapı 7 mm ve gövde uzunluğu 10 cm'dir. Deney şartları paralel bağlı karşıt akışlı RHVT'de beş giriş yüzeyine sahip nozul ile basınç, malzeme ve akışkan türünün çıktı parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Deney setinde farklı akışkan olarak hava ve azot kullanılırken, farklı malzeme olarak ise pirinç ve alüminyum tercih edilmiştir. Deneyler yapılırken basınç değerleri 200, 300, 400, 500kPa alınmış olup, sıcak akışkan tarafındaki çıkış kontrol vanası tamamen açık konumda bırakılmıştır. Paralel Bağlı Karşıt Akışlı Rangue-Hilsch Vortex Tüpünde (PKARHVT) girdi parametrelerinin, çıktı parametresi olarak sıcak akışkan sıcaklığı $T_{sıc}$, soğuk akışkan sıcaklığı $T_{soğ}$ ve sıcaklık farkı ΔT ye etki oranları varyans analizi ile incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, basınç değişkeninin en etkili olduğu çıktı parametresi %66,19 etki oranı ile $T_{sıc}$ iken, akışkan değişkeninin en etkili olduğu çıktı parametresi % 34,66 etki oranı ile $T_{soğ}$ olarak belirlenmiştir. Yapılan analizlerde Quadratic (2. Dereceden denklemler) geliştirilmişinin nedeni, lineer regrasyon analizi sonucu elde edilen tahmin modellerin belirleme değerleri (temsil katsayıları) R^2 %95 den düşük olmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Paralel Bağlı Karşıt Akışlı RHVT, Varyans Analizi, Basınç, Temsil Katsayıları

1. GİRİŞ

Vorteks tüp, farklı basınçlı gazlarla çalışan, aynı anda ısıtma ve soğutma yapabilen 1931 yılında ilk kez Ranque tarafından bulunan ve Hilsch tarafından 1947 yılında geliştirilen basit borudan oluşmaktadır. Vorteks tüp daha sonraki yıllarda bu iki araştırmacının isimleri ile Ranque-Hilsch Vorteks Tüp (RHVT) olarak adlandırılmıştır[1]. Kontrol vanası hariç hareketli bir parçası bulunmayan RHVT'leri küçük boyutlu olmaları ve kullanılan basınçlı akışkanlar açısından çevreye zarar vermeyen soğutucu akışkan kullanıldığı için çevre dostu bir soğutma sistemi olarak bilinir. Özellikle noktasal soğutma ve ısıtma uygulamalarında RHVT sistemlerinde basınçlı akışkan kullanılarak elde edilen akış ile aynı anda sıcak-soğuk akışkan elde edilmektedir [1].

RHVT'ne, basınçlı akışkan giriş ağzında bulunan nozulun olduğu kısımdan girer, daha sonra nozul tüp girişinde yüksek olan akışkanın basıncı düşürerek hızının artmasına neden olur. Bu sayede nozuldan geçen akışkan tüpün geometrik yapısından dolayı çok yüksek açısal hızlarda dönmeye başlar. Dönmenin etkisi ile akış merkezkaç kuvveti ile tüp cidarına doğru genişlemeye başlar, daha sonra tüp merkezindeki akışkan ile tüp cidarındaki akışkan arasında basınç farkı oluşur. Meydana gelen basınç farkı sonucunda merkezdeki akışın açısal hızı açısal momentumun korunumu ilkesi ile tüp cidarındaki akış açısal hızından daha yüksektir. Bunun sonucu tüp içerisinde iki farklı hızlarda dönen iki akışkan oluşur (Görsel 1). RHVT'lerde oluşan iki akış ile, aynı anda bir tarafından soğuk akış, diğer tarafından da sıcak akış çıkar [2,3].

Görsel 1. RHVT sıcak-soğuk akış

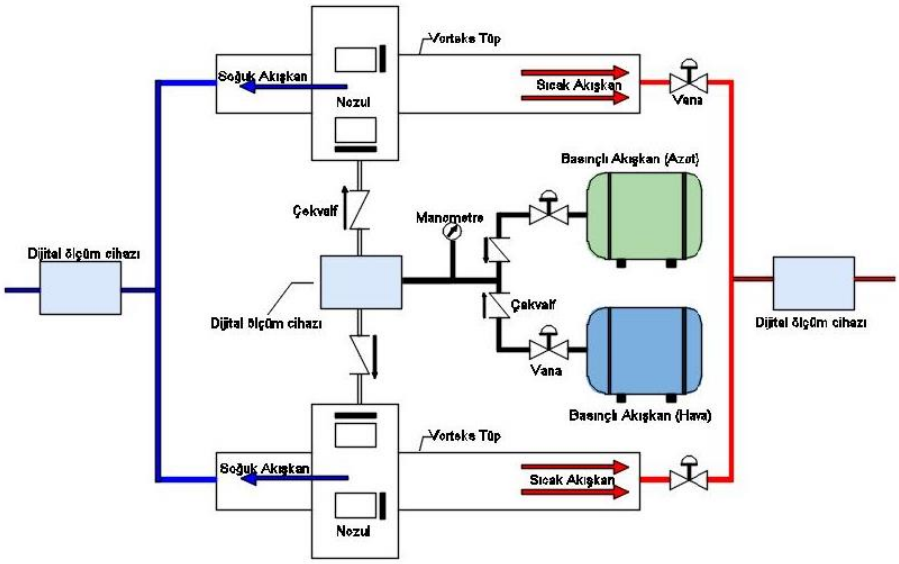
RHVT'lerde yapılan çalışmalar incelendiğinde, Pınar v.d. (2009) RHVT'nin performansını etkileyen parametreler (giriş basıncı, nozul sayısı ve soğuk akış oranı) Taguchi metodu ile incelemişlerdir. İncelemelere göre en iyi optimum performans değerini giriş basıncı 6.5 bar da, nozul sayısı 2 ve soğuk akış oranını ise 0.7 olarak bulmuşlardır [4]. Sadi ve Gord (2014) vorteks tüp sisteminde, basınç, debi ve sıcaklık değerlerinin ölçüldüğü deneysel çalışmalara ait sonuçları ANOVA yöntemi ile istatistiksel analiz yaparak optimizasyon çalışmışlardır. Çalışma

sonucunda orifis çapı ile açısındaki artışın soğuk akış debisini arttırarak sıcaklığını düşürdüğünü belirlemişlerdir [5]. Gökçe v.d. (2019), farklı giriş basınç değerinde basınçlı hava kullanılarak $T_{sıc}$ ile $T_{soğ}$ arasındaki farkı cinsinden RHVT'nin performansının optimize etmişlerdir. Optimizasyon için Taguchi L9 dikey dizini kullanılmışlardır. Analizleri yorumladıklarında, ΔT performansınına en önemli kontrol faktörlerinin sırasıyla, giriş basıncı, nozul orfis sayısı ve nozul malzemesi olduğunu bulmuşlardır [6].

Bu çalışmada RHVT de beş numaralı nozulda dört farklı basınç, iki farklı akışkan ve iki farklı malzemenin çıktı parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Deneyler Taguchi L16 ($4^1x2^1x2^1$) deneysel tertip düzenine göre gerçekleştirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, kütlesel debileri ayarlamak için sıcak akışkan çıkış tarafındaki kontrol vanası dışında hareketli parçası bulunmayan, 7 mm iç çapı ve 100 mm gövde uzunluğu olan iki tane karşıt akışlı Ranque-Hilsch Vorteks Tüp (KARHVT) birbirine paralel bağlanarak deney seti kurulmuştur (Görsel 2). Deney setinde; pirinç ve alüminyum malzemelerden yapılan nozulun yüzeyi beş çıkışlı olarak tercih edilmiştir. Hassasiyeti %5 olan PAKKENS tipi manometre kullanırak deneylerde kulanılan basınçlı akışkanların basıncı ölçülmüştür. Çıkan soğuk ve sıcak akış sıcaklıkları ölçümünde hassasiyeti $\pm 1^0$C olan dijital termometre problarında yararlanılmıştır. Deneyler basınçlı akışkan olarak hava ve azot gazları kullanılmıştır. Basınçlı akışkanların basıncı 200 kPa olarak manometrede ayarlandıktan sonra her 100 kPa aralıklarda 500 kPa basınca kadar farklı malzemelerde yapılan nozul kulanılarak veriler alınmıştır.



Görsel 2. Paralel Bağlı Karşıt Akımlı RHVT Deney Seti

KARHVT tek giriş ve iki çıkışa sahiptirler. KARHVT soğuk kütle oranı (μc) denklem 1'de gösterildiği gibi KARHVT'üne giren basınçlı akışnanın, tüpün çıkışındaki soğuk akışkana dönüştüğünün bulunmasını sağlayan termodinamiksel hesaplama KARHVT'lerinde, denklem 2-3 de soğuk akış sıcaklık farkı ($\Delta T_{soğ}$) ve sıcak akış sıcaklık farkı ($\Delta T_{sıc}$) verilmiş olup, KARHVT'nin performansı ise denklem 4'de gösterilmiştir [7,8].

$$\mu_c = \frac{soğuk\ akışın\ kütlesel\ debisi}{giriş\ akışının\ kütle\ debisi} \tag{1}$$

$$\Delta T_{soğ} = T_{gir} - T_{soğ} \tag{2}$$

$$\Delta T_{sıc} = T_{sıc} - T_{gir} \tag{3}$$

$$\Delta T = T_{sıc} - T_{soğ} \tag{4}$$

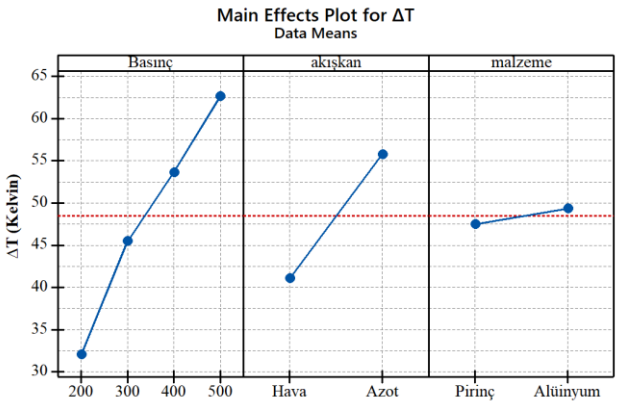
Deneysel çalışmada 5 numaralı nozulda 4 farklı basınç, 2 farklı akışkan ve 2 farklı malzemenin çıktı parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Deneyler Taguchi L16 ($4^1x2^1x2^1$) deneysel tertip düzenine göre gerçekleştirilmiştir. Girdi parametrelerinin (Çizelge 1); çıktı parametrelerine ($T_{soğ}$, $T_{sıc}$, ΔT) etki oranları varyans analiz (ANOVA), etki türleri main affect grafikleri ile belirlenmiştir. Gerçekleştirilen varyans analiz sonucu tahmin model oluşturulması için regrasyon analiz yapılmıştır. Tahmin modeller ilk olarak lineer denklem olarak oluşturulmuş R^2 değeri %95 güven aralığının altında kalan denklemlerinin güven düzeyinin artırılması için Quadratic denklemler geliştirilmiştir.

Çizelge 1 İşlem parametreleri

Parametre	Birim	Seviye1	Seviye2	Seviye3	Seviye4
Basınç	kPa	200	300	400	500
Akışkan		Hava	Azot		
Malzeme		Pirinç	Alimünyum		

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, PKRHVT'nün performansı için etki oranına sahip değişkenin bulunması, bu değişkenin etkisini en iyi ifade edebilecek matematiksel modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Deneysel çalışma sırasında basınç, farklı akışkanlar ve farklı malzemeler değiştirilerek $T_{sıc}$, $T_{soğ}$ ve ΔT üzerinde nasıl etkili oldukları araştırılmıştır. Deney verileri ile yapılan Regresyon analizleri sonucunda geliştirilen tahmin modellerinin R^2 değerleri ΔT %99,39, $T_{sıc}$ %98,96 ve $T_{soğ}$ %98,99 olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda ΔT analiz sonuçları incelendiğinde basınç değeri artıkça sıcaklığın arttığı, akışkanlar içinde azot gazının hava ya göre daha yüksek sıcaklık değerlerine ulaştığı ve malzemelerde ise alüminyumun pirinç malzemesine göre sıcaklık performansının daha iyi olduğu Görsel 3'de görülmektedir.



Görsel 3. İşlem Parametrelerinin ΔT üzerindeki etkisi

PKRHVT'nün ΔT üzerinde girdi parametrelerinin etki oranları (Çizelge 2) incelendiğinde basıncın etki oranı %54,1 akışkanın etki oranı %23,8 ve malzemenin P değeri (0,659>0,05) olduğundan anlamlı bir fark bulunamamıştır.

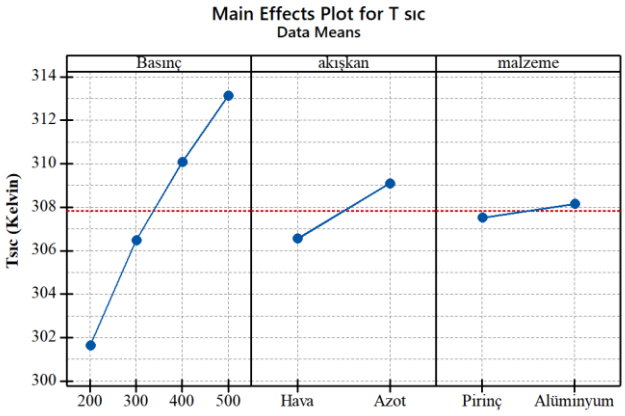
Çizelge 2. İşlem Parametrelerinin ΔT üzerindeki etki oranları

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Etki oranı
Basınç	1	1993,01	1993,01	29,48	0	%54,1
Akışkan	1	859,96	859,96	12,72	0,004	%23,38
Malzeme	1	13,88	13,88	0,21	0,659	%0,38
Hata	12	811,26	67,61			
Toplam	15	3678,1				

$$\Delta T = 39{,}42 + 0{,}1759 * \text{basınç} - 26{,}24 * \text{akışkan} - 40{,}72 * \text{malzeme} - 0{,}000111 * \text{basınç} * \text{basınç} - 0{,}00195 * \text{basınç} * \text{akışkan} + 0{,}00285 * \text{basınç} * \text{malzeme} + 27{,}73 * \text{akışkan} * \text{malzeme} \quad (5)$$

PKRHVT sıcaklık farkı performansının denklem 5'de verilen tahmin model dekleminin kullanılabilmesi için malzemede pirinç =1, alimünyum=2 ve akışkan için ise hava =1, azot=2 alınmalıdır.

Görsel 4. de işlem parametrelerin $T_{sıc}$ üzerindeki etkilerine baktığımızda basınç arttığında sıcaklığın arttığı, akışkanların içinde ise azot gazının daha iyi $T_{sıc}$ değerlerini verdiği görülmaktedir. Çizelge 3. bakıldığında girdi parametreleri içinde basıncın %66,19 ile en iyi etki oranına sahip olmuştur. Diğer taraftan akışkan ve malzeme girdilerinin ise p değerinin (0,135>0,05 ve 0,694>0,05) 0,05'ten büyük olduğu için anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmaktadır.



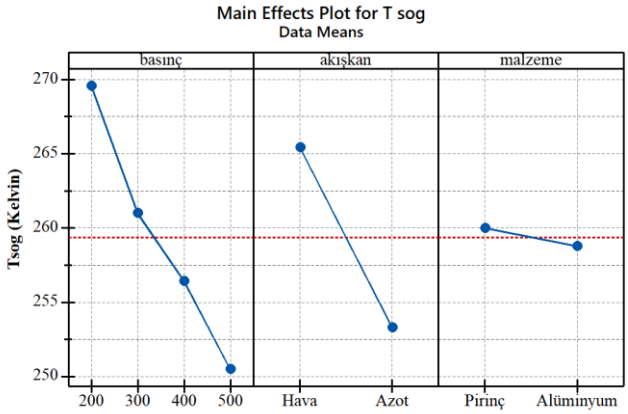
Görsel 4. İşlem Parametrelerinin $T_{sıc}$ üzerindeki etkisi

Çizelge 3. İşlem Parametrelerinin $T_{sıc}$ üzerindeki etki oranları

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Etki oranı
Basınç	1	289.180	289.180	28,85	0	%66,19
Akışkan	1	25.756	25.756	2,57	0,135	%5,90
Malzeme	1	1.626	1.626	0,16	0,694	%0,37
Hata	12	120.303	10.025			
Toplam	15	436.864				

$$T_{sıc} = 300{,}69 + 0{,}089 * \text{basınç} - 8{,}37 * \text{akışkan} - 14{,}33 * \text{malzeme} - 0{,}000044 * \text{basınç} * \text{basınç} - 0{,}01265 * \text{basınç} * \text{akışkan} + 0{,}00105 * \text{basınç} * \text{malzeme} + 10{,}225 * \text{akışkan} * \text{malzeme} \quad (6)$$

PKRHVT çıkış sıcaklık performansının denklem 6'da verilen tahmin modelinin kullanılabilmesi için malzemede pirinç =1, alimünyum=2 ve akışkan için ise hava =1, azot=2 alınmalıdır.



Görsel 5. İşlem Parametrelerinin $T_{soğ}$ üzerindeki etkisi

PKRHVT'ünde girdi parametrelerin $T_{soğ}$ üzerindeki etkileri incelendiğinde basınç arttıkça sıcaklığın azaldığı, azot gazının hava akışkanına göre daha düşük sıcaklıklara düştüğü ve malzemelerin sıcaklık değerlerine etkisinin birbirlerine yakın olduğu Görsel 5 de bulunmuştur. İşlem parametrelerinin $T_{soğ}$ üzerine etki oranlarına bakıldığında basıncın etkisi %45,03 akışkan etkisi %34,66 ve malzemenin etki oranının p değerinin (0,653>0,05) 0,05'ten büyük olduğundan anlamlı bir fark bulunmadığı Çizelge 4' de görülmektedir.

Çizelge 4. İşlem Parametrelerinin $T_{soğ}$ üzerindeki etki oranları

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Etki oranı
Basınç	1	763,85	763.848	27,07	0	%45,03
Akışkan	1	588,06	588.062	20,84	0,001	%34,66
Malzeme	1	6	6.003	0,21	0,653	%0,35
Hata	12	338,58	28.215			
Toplam	15	1696,49				

$$T_{soğ} = 261{,}28 + 0{,}0863 * \text{basınç} + 17{,}87 * \text{akışkan} + 26{,}39 * \text{malzeme} + 0{,}000066 * \text{basınç} * \text{basınç} - 0{,}01070 * \text{basınç} * \text{akışkan} - 0{,}003900{,}00105 * \text{basınç} * \text{malzeme} - 17{,}50 * \text{akışkan} * \text{malzeme} \quad (7)$$

PKRHVT soğuk çıkış performansının denklem 7'de verilen tahmin modelinin kullanılabilmesi için malzemede pirinç =1, alimünyum=2 ve akışkan için ise hava =1, azot=2 alınmalıdır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada PKRHVT'de basınç, farklı akışkanlar ve farklı malzemeler değiştirilerek $T_{sıc}$, $T_{soğ}$ ve ΔT üzerinde nasıl etkili oldukları incelenmiştir. Main Effect görselleri incelendiğinde çıktı parametrelerine en fazla etkisi olan girdi parametresinin basınç olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zaman da çıktı parametrelerine etki oranları karşılaştırıldığında basınç etkisinin akışkan ve malzeme etki oranından daha fazla olduğu görülmektedir. Tahmin modeller ilk olarak lineer denklem olarak oluşturulmuş R^2 değeri %95 güven aralığının altında kalan denklemlerinin güven düzeyinin artırılması için Quadratic denklemler geliştirilmiş olup, R^2 ΔT %99,39, $T_{sıc}$ %98,96 ve $T_{soğ}$ %98,99 olarak hesaplanmıştır. Tahmin modeller benzer çalışmaların performans ölçümlerinin deney setini kurmadan bilgi verecek olması litaretüre öenmli katkı sağlayacağı görülmektedir. Aynı zamanda PKRHVT performansına etki oranları farklı basınç, akışkan ve malzemelerle yapıldığında daha farklı sonuçlara ulaşılabileceği görülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] V. Kırmacı, "Seri ve Paralel bağlı karşıt akışlı Ranque-Hilsch vorteks tüpün ısıtma–soğutma performansının karşılaştırılması," *Gazi Üniversitesi Fen Bilim. Derg.*, vol. C, no. 5, pp. 159–168, 2017.

[2] W. Fröhlingsdorf and H. Unger, "Numerical investigations of the compressible flow and the energy separation in the Ranque-Hilsch vortex tube," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 42, no. 3, pp. 415–422, 1998, doi: 10.1016/S0017-9310(98)00191-4.

[3] F. Günver, "Paralel bağlı karşıt akışlı ranque-hılsch vorteks tüpün enerji-ekserji analizlerinin deneysel olarak incelenmesi," *Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilim. Enstitüsü*, vol. 1–57, 2018.

[4] A. M. Pinar, O. Uluer, and V. Kirmaci, "Optimization of counter flow Ranque-Hilsch vortex tube performance using Taguchi method," *Int. J. Refrig.*, vol. 32, no. 6, pp. 1487–1494, 2009, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2009.02.018.

[5] M. Sadi and M. Farzaneh-Gord, "Introduction of Annular Vortex Tube and experimental comparison with Ranque-Hilsch Vortex Tube," *Int. J. Refrig.*, vol. 46, pp. 142–151, 2014, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2014.07.004.

[6] H. Gökçe, H. Kaya, and V. Kırmacı, "Karşıt akışlı Ranque–Hılsch vorteks tüpün performansının taguchi metodu ile analizi," in *2nd International Turkish World Engineering and Science Congress*, 2019, pp. 414–421.

[7] Kırmacı, V, Kaya, H and Cebeci, i, "'An experimental and exergy analysis of a thermal

performance of a counter flow ranque–hilsch vortex tube with different nozzle materials,'" *Int. J. Refrig.*, vol. 85, no. 2018, pp. 240–254, 2018.

[8] M. Korkmaz, A. Dogan, and V. Kırmacı, "Performance Analysis of Counterflow Ranque – Hilsch Vortex Tube with Linear Regression, Support Vector Machines and Gaussian Process Regression Method," *Gazi J. Eng. Sci.*, vol. 8, no. 2, pp. 361–370, 2022, doi: doi:10.30855/gmbd.0705015.

PARALEL BAĞLI KARŞIT AKIŞLI RANQUE–HİLSCH VORTEKS TÜP PERFORMANSINA FARKLI NOZULLARIN TAHMİN MODELLERİYLE İNCELENMESİ

Dr, Murat KORKMAZ
Hacettepe Üniversitesi, - 0000-0002-3721-2854
Doç.Dr, Musa BİLGİN
Hacettepe Üniversitesi, - 0000-0001-8482-8291
Doç.Dr, Volkan KIRMACI
Bartın Üniversitesi, - 0000-0001-7076-1911

ÖZET

Ranque-Hilsch Vorteks Tüp (RHVT) basınçlı akışkan yardımıyla hem ısıtma hemde soğutma yapan kontrol vanası dışında hareketli parçası bulunmayan basit bir borudur. Çalışmada, iç çapı 7 mm ve gövde uzunluğu 10 cm olan iki karşıt akışlı RHVT birbirine paralel bağlanarak deney cihazı oluşturulmuştur. Deney şartları belirlenirken paralel bağlı karşıt akışlı RHVT ise basınçlı akışkan olarak azot, malzeme olarak pirinç, alüminyum ve polyamid ve iki, üç,dört, beş ve altı farklı giriş yüzeyine sahip nozullar kullanılmıştır. Deneyler yapılmaya başlamadan önce basınç değeri 600kPa ayarlanmış, sıcak akışkan tarafındaki çıkış kontrol vanası tamamen açık konumda bırakılmıştır. Deneyler Full faktöriyel deneysel tertip düzenine göre gerçekleştirilmiştir. Paralel bağlı karşıt akışlı (PKRHVT) girdi parametreleri ile yapılan deneyler sonucunda, çıktı parametresi olarak belirlenen sıcak akışkan sıcaklığı $T_{sıc}$, soğuk akışkan sıcaklığı $T_{soğ}$ ve sıcaklık farkı ΔT'ye varyans analizi uygulanarak etki oranları değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler ile malzemenin her üç çıktı parametresinde de en önemli değişken olduğu anlaşılmıştır. Malzemenin $T_{soğ}$, $T_{sıc}$ ve ΔT'ye etki oranları sırasıyla %75,6, %66,6 ve %72,5 olmuştur. Nozul ve malzeme türüne bağlı olarak tahmin modeller geliştirmek için regrasyon analiz yapılmıştır. Lineer regrasyon analizi sonucu elde edilen geliştirilen tahmin modellerinin R^2 değerleri $T_{soğ}$ için %98,75, $T_{sıc}$ için %98,20 ve ΔT için % 98,56 dır.

Anahtar Kelimeler: Paralel Bağlı Karşıt Akışlı RHVT, Varyans Analizi, Basınç, Etki Oranı

1. GİRİŞ

Vortex tüp Ranque tarafından 1931 yılında bulunması, Hilsch tarafından 1947 yılında geliştirildiği için Ranque-Hilsch Vorteks Tüp adını almıştır [1]. RHVT kontrol vanası dışında hareketli parçası bulunmayan, sıcak çıkış, nozul yuvası, girdap odası ve soğuk çıkış bölümlerinden oluşmaktadır. Vorteks tüpe farklı basınçlı akışkanlar basılarak nozul yuvalarının olduğu alandan giriş yapmaktadır. RHVT de nozuldan geçen basınçlı gazın teğetsel hareketi sonucu tüpün içerisinde hızlı dönen gaz katmanları oluşmaktadır. RHVT'de basınçlı akışkanın sıcaklık farkıyla $T_{soğ}$, ve $T_{sıc}$ akışkan olmak üzere iki akışa ayrılmasının nedeni, oluşan gaz katmanları ile enerji ayrışması olgusunun meydana gelmesidir, Karşıt akışlı RHVT'lerinde kontrol vanası tarafından sıcak akışkan, nozulların olduğu bölümden ise soğuk akışkan çıkmaktadır [2,3].

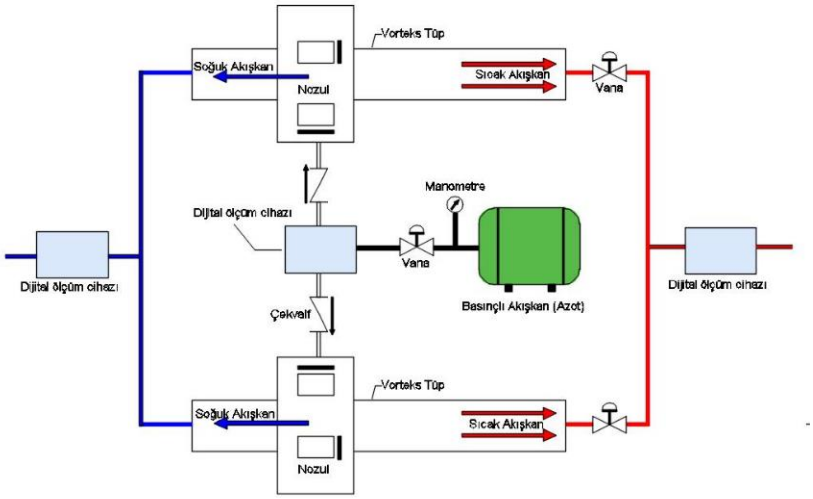
Görsel 1. RHVT sıcak-soğuk akış

RHVT'leri ile ilgili literatürde yapılan farklı çalışmalar yapılmıştır. Gutak, yaptıkları deneysel çalışmada basınçlı akışkanı doğal gaz kullanmış olup, endüstriyel vorteks tüpünün termal performansı ile ilgili araştırmalar yapmışlardır [4]. Dutta et al, Üç boyutlu simülasyonları yeni yöntemler kullanarak vorteks tüplerinde sıcak ve soğuk akışkanın ayırma sürecini incelemişlerdir. Ayrıca ilk kez NIST' e (Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü) göre gerçek ve mükemmel gaz modellerini karşılaştırmışlardır [5]. Thakare and Parekh, vorteks tüpünde enerji ayrıştırmasını incelemek için sekiz farklı basınçlı akışkan ile ANSYS Fluent programı ile çalışmalar yapmışlardır [6]. Pouraria and Zangooee, sayısal bir araştırma ile vortex tüpün optimum ayrılma açısını bularak kullanımındaki etkisini incelemişlerdir. Aynı zamanda standart k-ε modeliyle tüp içindeki enerji ayırma etkisinin tüp içinde ısı ve iş transferini nasıl değiştirdiğini analiz etmişlerdir [7]. Gökçe ve Kaya, deneylerde farklı basınç değerlerinde $T_{soğ}$, ve $T_{sıc}$ değerlerinin farkını alarak ΔT'nin RHVT'lerinde basınçlı akışkan olarak oksijen kullanıldığında nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Araştırmalarında deney verilerini Taguchi L18 dikey dizine göre ayarlayarak analizler sonucunda sıcaklık farklarını giriş değerlerinin nasıl etkilediğini karşılaştırmışlardır.[8].

Bu çalışmada, RHVT'de sabit 600 kPa basınç da 2,3,4,5,6 farklı nozul türü ve üç farklı malzeme (polyamid, pirinç ve alüminyum) ile çıktı parametrelerine ($T_{soğ}$, $T_{sıc}$ ve ΔT) etkisi araştırılmıştır. Deneyler Full faktöriyel deneysel tertip düzenine göre gerçekleştirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, sıcak akışkan çıkış tarafındaki kontrol vanası dışında hareketli parçası bulunmayan, 0,7 cm iç çapı ve 10 cm gövde uzunluğu olan iki tane karşıt akışlı Ranque-Hilsch Vorteks Tüp (KARHVT) birbirine paralel bağlanarak deney seti kurulmuştur (Görsel 2). Deney setinde; girdi parametresi olarak sabit basınçta 600 kPa azot gazı ile polyamid, pirinç ve alüminyum malzemelerden yapılan 2,3,4,5 ve 6 farklı nozullar kullanılmıştır. Basıncı ölçmek için hassasiyeti %5 olan PAKKENS tipi manometre, PKHVRT'den çıkan soğuk ve sıcak akış sıcaklıkları ölçümek içinde hassasiyeti $\pm 1^0$C olan dijital termometre probları tercih edilmiştir. Deneyler ise azot gazının basıncı 600 kPa olarak manometrede ayarlandıktan sonra farklı malzemelerde yapılan nozul ayrı ayrı kullanılarak datalar kaydedilmiştir.



Görsel 2. Paralel Bağlı Karşıt Akımlı RHVT Deney Seti

KARHVT tek giriş ve iki çıkışa sahiptirler. KARHVT soğuk kütle oranı (μc) denklem 1'de gösterildiği gibi KARHVT'üne giren basınçlı akışnanın, tüpün çıkışındaki soğuk akışkana dönüştüğünün bulunmasını sağlayan termodinamiksel hesaplama KARHVT'lerinde, denklem 2-3 de soğuk akış sıcaklık farkı ($\Delta T_{soğ}$) ve sıcak akış sıcaklık farkı ($\Delta T_{sıc}$) verilmiş olup, KARHVT'nin performansı ise denklem 4'de gösterilmiştir [1,10]

$$\mu_C = \frac{soğuk\ akışın\ kütlesel\ debisi}{giriş\ akışının\ kütle\ debisi} \quad (1)$$

$$\Delta T_{soğ} = T_{gir} - T_{soğ} \quad (2)$$

$$\Delta T_{sıc} = T_{sıc} - T_{gir} \quad (3)$$

$$\Delta T = T_{sıc} - T_{soğ} \quad (4)$$

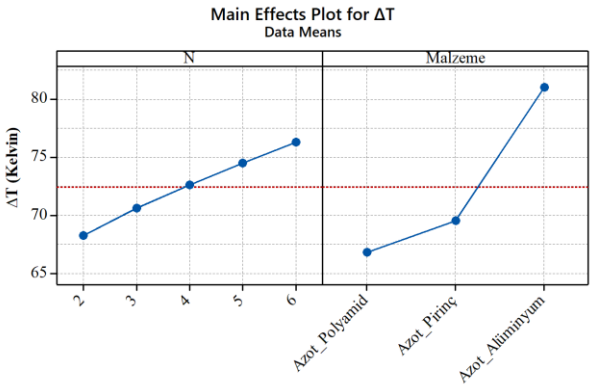
Deneysel çalışmada sabit 600 kPa basınç da 5 farklı nozul türü ve üç farklı malzeme tipinin çıktı parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Deneyler Full faktöriyel deneysel tertip düzenine göre gerçekleştirilmiştir. İşlem parametreleri ve işlem değişkenleri Çizelge 1'de verilmiştir. Girdi parametrelerinin; çıktı parametrelerine etki oranları varyans analiz (ANOVA), etki türleri main affect grafikleri ile belirlenmiştir. Gerçekleştirilen varyans analiz sonucu tahmin model oluşturulması için regrasyon analiz yapılmıştır. Tahmin modeller ilk olarak lineer denklem olarak oluşturulmuş R^2 değeri %95 güven aralığının altında kalan denklemlerinin güven düzeyinin artırılması için Quadratic denklemler geliştirilmiştir.

Çizelge 1 İşlem parametreleri

Parametre	Birim	Seviye1	Seviye2	Seviye3	Seviye4	Seviye5
Nozul		2	3	4	5	6
Malzeme		Pirinç	Alimünyum	Polyamid		

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, PKHVRT'nün performansı için etki oranına sahip değişkenin bulunması, bu değişkenin etkisini en iyi ifade edebilecek matematiksel modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Deneysel çalışma sırasında sabit basınç, basınçlı akışkan azot gazı, farklı malzemeler ve farklı nozullar değiştirilerek $T_{sıc}$, $T_{soğ}$ ve ΔT üzerinde nasıl etkili oldukları araştırılmıştır. Deney verileri ile geliştirilen tahmin modellerinin R^2 değerleri $T_{soğ}$ için %98,75, $T_{sıc}$ için %98,20 ΔT için % 98,56 olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda ΔT analiz sonuçları incelendiğinde en iyi sıcaklık farkı değerine 6 nozulda ulaşıldığı ve malzemelerin ΔT değeri karşılaştırıldığında ise alüminyumun diğer iki malzemeye göre daha yüksek sıcaklık değerlerine ulaştığı Görsel 3'de görülmektedir.



Görsel 3. İşlem Parametrelerinin ΔT üzerindeki etkisi

PKHVRT nün ΔT üzerinde girdi parametrelerinin etki oranları (Çizelge 2) incelendiğinde malzeme etki oranı %72,5 nozulların etki oranı ise %17,3 olarak bulunmuştur. Girdi parametrelerinden ΔT'ye etki oranları karşılaştırıldığında malzemelerin etkisinin nozullardan çok yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

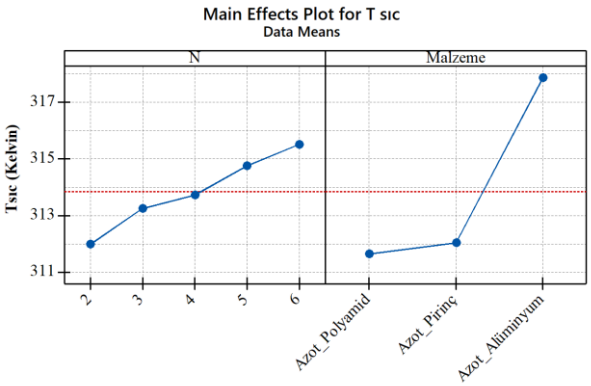
Çizelge 2. İşlem Parametrelerinin ΔT üzerindeki etki oranları

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Etki oranı
Nozul	1	120.4	120,400	20.35	0.001	%17.3
Malzeme	1	504.1	504,100	85.2	0	%72.5
Hata	12	71	5,916			%10.2
Toplam	14	695.5				

$$\Delta T = 129{,}6 + 3{,}76 * \text{nozul} - 35{,}66 * \text{malzeme} - 0{,}088 * \text{nozul} + 4{,}360 * \text{malzeme} * \text{malzeme} - 0{,}210 * \text{nozul} * \text{malzeme} \quad (5)$$

PKHVRT ΔT performansının denklem 5'de verilen tahmin modelinin kullanılabilmesi için denklemde kullanıcak malzeme yerine; pirinç =1, alimünyum=2 ve polyamid=3, nozullarda ise 2,3,4,5 ve 6 alınmalıdır.

Çıktı parametrelerinden $T_{sıc}$ değerinin PKHVRT performansına girdi parametrelerinin etkilerine Görsel 4. de baktığımızda nozulların yüzey adımları arttığında sıcaklığın arttığı, malzemelerden alüminyumun kullanıldığı analizlerde sıcaklığın diğer malzemelerden daha yüksek değerlere ulaştığı görülmaktedir. Çizelge 3. bakıldığında girdi parametreleri içinde malzemelerin $T_{sıc}$ etki oranı %66,19 olurken, nozulların etki oranı ise %15,1 olmuştur.



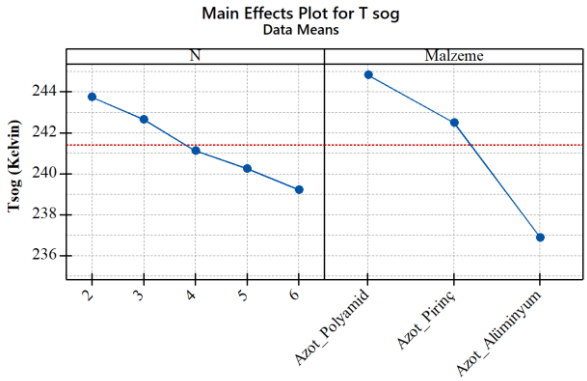
Görsel 4. İşlem Parametrelerinin $T_{sıc}$ üzerindeki etkisi

Çizelge 3. İşlem Parametrelerinin $T_{sıc}$ üzerindeki etki oranları

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Etki oranı
Nozul	1	22.02	22,016	9.85	0.009	%15.1
Malzeme	1	97.34	97,344	43.57	0	%66.6
Hata	12	26.81	2,234			%18.3
Toplam	14	146.17				

$$Tsıc = 357{,}67 + 1{,}829 * \text{nozul} - 23{,}50 * \text{malzeme} - 0{,}0310 * \text{nozul} * \text{nozul} + 2{,}720 * \text{malzeme} * \text{malzeme} - 0{,}1450 * \text{nozul} * \text{malzeme} \quad (6)$$

PKHVRT $T_{sıc}$ performansının denklem 6'da verilen tahmin modelinin kullanılabilmesi için denklemde kullanıcak malzeme yerine; pirinç =1, alimünyum=2 ve polyamid=3, nozullarda ise 2,3,4,5 ve 6 alınmalıdır.



Görsel 5. İşlem Parametrelerinin $T_{soğ}$ üzerindeki etkisi

PKHVRT'ünde girdi parametrelerin $T_{soğ}$ üzerindeki etkileri incelendiğinde nozulların yüzey adımları arttığında sıcaklığın azaldığı, malzemelerin etkileri karşılaştırıldığında ise alüminyum

malzemesinin diğer iki malzemeye göre daha düşük sıcaklıklara düştüğü Görsel 5 de görülmektedir. İşlem parametrelerinin $T_{soğ}$ üzerine etki oranlarına bakıldığında malzemelerin $T_{soğ}$'a etki oranı %75,6 iken, nozulların etki oranı ise %18,8 olarak Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. İşlem Parametrelerinin $T_{soğ}$ üzerindeki etki oranları

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	Etki oranı
Nozul	1	39.45	39,445	40.09	0	%18.8
Malzeme	1	158.4	158,404	160.98	0	%75.6
Hata	12	11.81	0.984			%5.6
Toplam	14	209.66				

$$Tsoğ = 228{,}08 - 1{,}929 * \text{nozul} + 12{,}56 * \text{malzeme} + 0{,}0571 * \text{nozul} * \text{nozul} - 1{,}640 * \text{malzeme} * \text{malzeme} + 0{,}065 * \text{nozul} * \text{malzeme} \quad (7)$$

PKHVRT $T_{soğ}$ performansının denklem 7'de verilen tahmin modelinin kullanılabilmesi için denklemde kullanıcak malzeme yerine; pirinç =1, alimünyum=2 ve polyamid=3, nozullarda ise 2,3,4,5 ve 6 alınmalıdır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada PKHVRT'de sabit basınçta, farklı malzemelerde ve farklı nozullar değiştirilerek $T_{sıc}$, $T_{soğ}$ ve ΔT üzerinde nasıl etkili olduklarını basınçlı akışkan olarak azot gazı kullanılarak incelenmiştir. Main Effect görselleri incelendiğinde çıktı parametrelerine en fazla etkisi olan girdi parametresinin malzeme değişkeni olduğu görülmektedir. Malzemeler içinde ise alüminyumun diğer iki malzemeye göre çıktı parametrelerini daha etkileyerek iyi sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca çıktı parametrelerine nozulların kendi aralarındaki etkileri karşılaştırıldığında, 6 çıkışlı nozulun etkisinin diğer nozullara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte $T_{sıc}$, $T_{soğ}$ ve ΔT etki oranları karşılaştırıldığında, en iyi etki oranını %75,6 ile $T_{soğ}$ çıktı parametresinde malzeme değişkeni vermiştir. Tahmin modeller ilk olarak lineer denklem olarak oluşturulmuş R^2 değeri %95 güven aralığının altında kalan denklemlerinin güven düzeyinin artırılması için Quadratic denklemler geliştirilmiş olup, $T_{soğ}$ için %98,75, $T_{sıc}$ için %98,20 ΔT için % 98,56 olarak hesaplanmıştır. Tahmin modeller benzer çalışmaların performans ölçümlerinin deney setini kurmadan bilgi verecek olması litaretüre öenmli katkı sağlayacağı görülmektedir. PKHVRT performansına etki oranları farklı nozullar ve farklı malzemelerle yapıldığında daha farklı sonuçlara ulaşılabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] M. Korkmaz, A. Dogan, and V. Kırmacı, "Performance Analysis of Counterflow Ranque – Hilsch Vortex Tube with Linear Regression, Support Vector Machines and Gaussian Process Regression Method," *Gazi J. Eng. Sci.*, vol. 8, no. 2, pp. 361–370, 2022, doi: doi:10.30855/gmbd.0705015.

[2] V. Kırmacı, "Karşıt akışlı Ranque-Hilsch vorteks tüplerde farklı uzunluk çapa oranındaki soğutma-ısıtma sıcaklık performanslarının deneysel olarak incelenmesi," *Cumhur. Sci. J.*, vol. 38, no. 4, pp. 813–821, 2017, doi: http://dx.doi.org/10.17776/csj.349343.

[3] V. Kırmacı, "Seri ve Paralel bağlı karşıt akışlı Ranque-Hilsch vorteks tüpün ısıtma–soğutma performansının karşılaştırılması," *Gazi Üniversitesi Fen Bilim. Derg.*, vol. C, no. 5, pp. 159–168, 2017.

[4] A. D. Gutak, "Experimental investigation and industrial application of Ranque-Hilsch vortex tube," *Int. J. Refrig.*, vol. 49, no. 0, pp. 93–98, 2015, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2014.09.021.

[5] T. Dutta, K. P. Sinhamahapatra, and S. S. Bandyopadhyay, "Numerical investigation of gas species and energy separation in the Ranque-Hilsch vortex tube using real gas model," *Int. J. Refrig.*, vol. 34, no. 8, pp. 2118–2128, 2011, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2011.06.004.

[6] H. R. Thakare and A. D. Parekh, "CFD analysis of energy separation of vortex tube employing different gases, turbulence models and discretisation schemes," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 78, pp. 360–370, 2014, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2014.06.083.

[7] H. Pouraria and M. R. Zangooee, "Numerical investigation of vortex tube refrigerator with a divergent hot tube," *Energy Procedia*, vol. 14, no. 2011, pp. 1554–1559, 2012, doi: 10.1016/j.egypro.2011.12.1132.

[8] Kaya. H and Gökçe. H, "Oksijen kullanılan karşıt akışlı vorteks tüpünün Taguchi yöntemi ile analizi.," in *2nd International Turkish World Engineering and Science Congress*, 2019, pp. 588–595.

[9] V. Kırmacı, "Paralel bağlı karşıt akışlı ranque-hilsch vorteks tüp sisteminde farklı çalışma akışkanı ve nozul malzemesi kullanımının performansa etkisinin deneysel incelenmesi," *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknol. Derg.*, vol. 8, no. 1, pp. 1204–1215, 2020.

DERİN KRİYOJENİK İŞLEMİN SICAK İŞ TAKIM ÇELİĞİNİN AŞINMA DAVRANIŞINA ETKİSİ

Arş. Gör. Dr., Fulya KAHRIMAN
Kocaeli Üniversitesi, - https://orcid.org/0000-0001-9609-0562

ÖZET

Bu çalışmada, geleneksel yöntemle üretilmiş ve yüzeyi nitrürlenmiş bir AISI H13 sıcak iş takım çeliğinin aşınma davranışına derin kriyojenik işlemin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, sıcak iş takım çeliğinden alınan iki adet numune östenitlenerek hava ortamında pervaneler önünde oda sıcaklığına soğutulmuştur. Daha sonra numunelerden birine -196 °C'de derin kriyojenik işlem uygulanmış ve sonra numunelere iki aşamalı menevişleme işlemi uygulanmıştır. Nihai olarak numunelerin yüzeyleri gaz nitrasyon işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin aşınma özelliklerinin belirlenmesi için numuneler oda sıcaklığında kuru kayma aşınma testine tabi tutulmuştur. Numunelerin yüzeyleri metalografik olarak hazırlandıktan sonra, optik mikroskop ve tarama elektron mikroskobu ve sertlik testleri ile karakterize edilmiştir. İnceleme sonuçları nitrürlenmiş numunelerden derin kriyojenik işlemin uygulandığı numunede aşınma davranışının sürtünme katsayısı ve aşınma kütle kaybı açısından daha iyi özellikler sergilediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıcak iş takım çeliği, Kriyojenik işlem, Aşınma.

EFFECT OF DEEP CRYOGENIC TREATMENT ON WEAR BEHAVIOR OF HOT WORK TOOL STEEL

ABSTRACT

In this study, the effect of deep cryogenic treatment on the wear behavior of a conventionally produced and surface nitrided AISI H13 hot work tool steel was investigated. For this purpose, two samples taken from hot work tool steel were austenitized and cooled to room temperature in front of the propellers in air. Then, a deep cryogenic treatment was applied to one of the samples at -196 °C and then two-stage tempering process was applied to the samples. Finally, the surfaces of the samples were subjected to gas nitriding. In order to determine the wear properties of the samples, the samples were subjected to dry shear wear test at room temperature. After the surfaces of the samples were prepared metallographically, they were

characterized by optical microscope and scanning electron microscope and hardness tests. The results of the examination showed that the wear behavior of the nitrided samples, in which deep cryogenic treatment was applied, exhibited better properties in terms of friction coefficient and wear mass loss.

Keywords: Hot work tool steel, Cryogenic treatment, Wear.

1. GİRİŞ

Sıcak iş takım çelikleri, 200 °C üzerindeki sıcaklıklarda mukavemet, süneklik, yüksek mekanik ve termal direnç ve yüksek aşınma direncine sahip, krom, nikel, molibden, tungsten, vanadyum ve kobalt alaşım elementlerini içeren çeliklerdir [1, 2]. Bu çelikler, enjeksiyon kalıpları, basınçlı döküm, sıcak kesme bıçakları, dövme kalıpları, hafif metallerin ekstrüzyon preslerinde yaygın olarak kullanılırlar.

Bu prosesler sırasında, sıcak iş takım çelikleri hem yüksek sıcaklıklara hem de işlenecek malzeme ile takım yüzeyinin temas ettiği bölgelerde tekrarlı termal yüklere maruz kalarak oluşan gerilim ve deformasyon sonucu boyutsal değişikliklere uğrarlar. Termal yorulma, aşınma ve korozyon, sıcak iş takım çeliklerinin takım hasarına neden olan ve takım ömrünü sınırlayan önemli faktörlerdir [3, 4].

Dolayısıyla bu termal yükler ve darbeden kaynaklanan aşınmadan dolayı, sıcak iş takım çeliğinden beklenen yüksek sıcaklık mukavemeti ve tokluğu, aşınma ve termal şok direnci gibi özelliklerin sağlanabilmesi için bu çeliklere bazı yüzey işlemlerinin uygulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Sıcak iş takım çelikleri, kimyasal bileşiminde Cr, Mo, V gibi alaşım elementlerinin bulunmasından dolayı iyi nitrürlenebilme özelliğine sahiptirler. Çünkü bu elementler, nitrasyon prosesi sıcaklığında yapıda kararlı nitrür bileşiklerini oluşturarak, sıcak iş takım çeliğinin yüzey sertliğinin artmasını sağlarlar. Bu durum aşınma direncinin iyileştirilmesi ile sıcak dövme kalıplarının ve alüminyum ekstrüzyon kalıplarının performans ve ömürlerinin arttırılmasında önemlidir [5, 7].

Takım çeliklerinin aşınma direncini arttırmak için uygulanabilecek bir diğer yöntem modifiye edilmiş bir soğutma işlemi olan kriyojenik işlemdir. Bu sayede takım çeliklerinde konvansiyonel soğutma sonucu yapıda kalan ve takımın aşınmasını olumsuz yönde etkileyen kalıntı östenit giderilmiş olur [8-10].

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışmada, geleneksel yöntemle üretilen ve kimyasal bileşimi Çizelge 1'de verilen AISI H13 sıcak iş takım çeliği kullanılmıştır.

Çizelge 1. Deneysel çalışmada kullanılan sıcak iş takım çeliğinin kimyasal kompozisyonu (% ağırlık).

AISI	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
H13	0,39	1,00	0,40	5,20	1,40	0,90

Sıcak iş takım çeliğinden alınan numunelere uygulanan işlemler sırası ile Çizelge 2'de gösterilmiştir. Numuneler östenitleme işleminden önce, östenitleme sıcaklığına ısıtma sırasında mümkün olduğunca az termal gerilme oluşmasını sağlamak ve sıcaklık dengelemesini sağlayarak yüksek östenitleme sıcaklığında bekletme süresini kısaltmak amacıyla, sırasıyla 450 ºC/40 dk., 700 ºC/40 dk. ve son olarak 850 ºC/40 dk. ön ısıtma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra numuneler 1030 ºC'de 35 dk. östenitlenmiştir. Östenit bölgesinden soğutma işlemi sıcak banyoda 492 ºC'de 20 dk. tutulduktan sonra numunelerin hava ortamına çıkarılarak pervaneler önünde soğutulmaya bırakılması ile yapılmıştır. Soğutma işlemi tamamlandıktan sonra kriyojenik işlemi uygulamak üzere 1. numune -196 ºC'de 120 dk. tutulduktan sonra hava ortamına çıkarılmış ve oda sıcaklığına soğutulmuştur. Daha sonra numunelere iki aşamalı menevişleme işlemi uygulanmıştır. AISI H13 sıcak iş takım çeliğinde, menevişleme sıcaklığı nitrasyon sıcaklığından en az 50 °C daha yüksek olması gerektiğinden menevişleme sıcaklığı 610 °C olarak seçilmiştir. Numunelerin yüzeyleri nihai olarak 500-550 ºC'de 720 dk. gaz nitrasyon yöntemi ile nitrürlenmiştir.

Çizelge 2. Sıcak iş takım çeliğine uygulanan ısıl işlemler.

Numune	Östenitleme	Sıcak banyoda soğutma	Kriyojenik işlem	Meneviş-1	Meneviş-2	Nitrasyon
1.Numune	+	+	+	+	+	+
2.Numune	+	+		+	+	+

Numunelerin yüzeyleri, döner diskte 120, 320, 600 ve 1000 mesh nolu SiC aşındırıcı içeren zımpara kağıtları ile zımparalandıktan sonra 3µm'luk elmas içeren solüsyon kullanılarak nihai parlatma işlemine tabi tutulmuştur. Mikroyapıların açığa çıkarılması için 45 sn. %3'lük nital çözeltisine daldırılarak numunelerin yüzeyleri dağlanmıştır.

Derin kriyojenik işlem uygulanan ve uygulanmayan sıcak iş takım çeliği numuneleri nitrasyon işlemi öncesinde sertlik testine tabi tutulmuştur. Metalografik olarak hazırlanmış numunelerin sertlikleri RockwellC (HRc) ölçüm yöntemi kullanılarak ve beş ölçüm sonucunun ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Aşınma testleri ball-on-disc türü aşınma cihazında gerçekleştirilmiştir. Karşıt yüzey olarak DIN 100Cr6 sertleştirilmiş çelik bilya kullanılmıştır. Numunelerin aşınma testleri 100 rpm kayma hızında ve 500 m kayma mesafesinde 10 N yük uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Aşınma testi sonrasında sürtünme katsayısı-mesafe diyagramları elde edilerek, uygulanan kriyojenik işlem ve nitrasyon işlemine bağlı olarak meydana gelen kütle kayıpları bulunmuştur. Ayrıca numunelerin aşınma yüzeyleri ışık mikroskobunda (IM) ve tarama elektron mikroskobunda (SEM) incelenerek aşınma mekanizmaları araştırılmıştır.

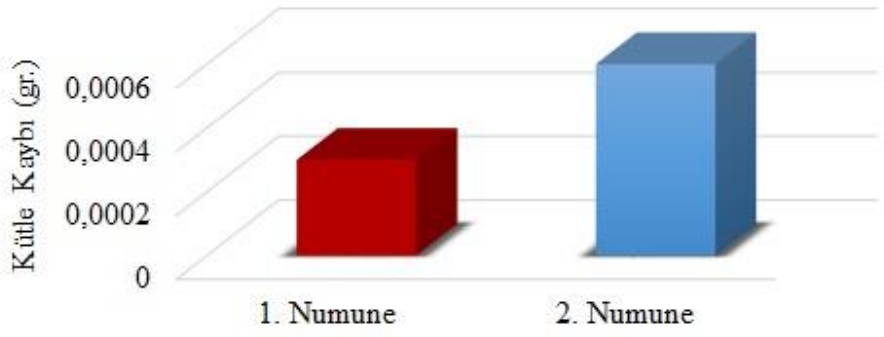
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Deneysel çalışmada kullanılan sıcak iş takım çeliği malzemesi numunelerinin sertleştirme ısıl işlemi sonrasında uygulanan iki aşamalı menevişleme işlemlerinden sonraki sertlik sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneysel çalışmada kullanılan numunelerin sertlik ölçüm sonuçları.

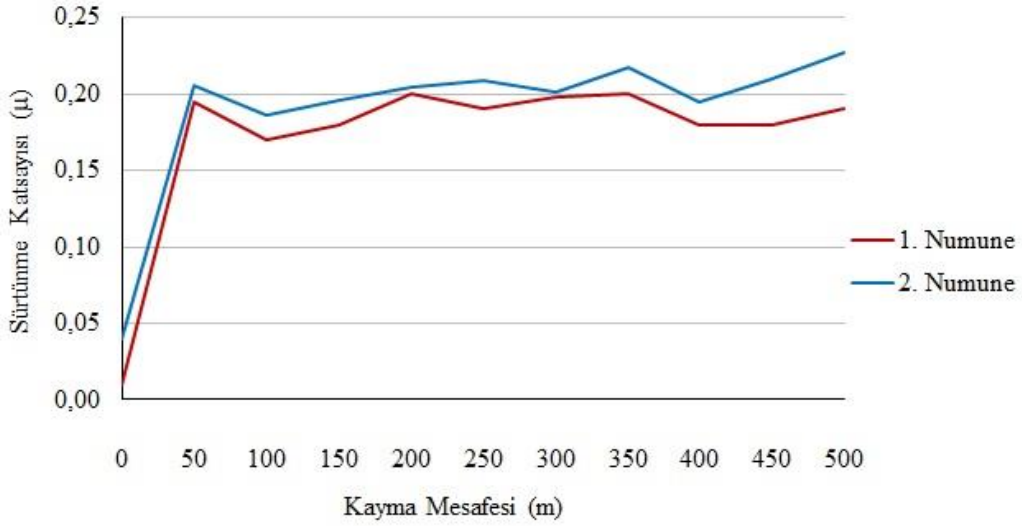
	HRc		
	Sertleştirilmiş durum	610 ºC	
		1. Meneviş	2. Meneviş
1.Numune	56	49	43
2.Numune	56	47	41

Yüzeyleri nitrürlenmiş numunelerin kuru kayma aşınma testleri sonucunda meydana gelen kütle kayıpları Görsel 1'de verilmiştir.



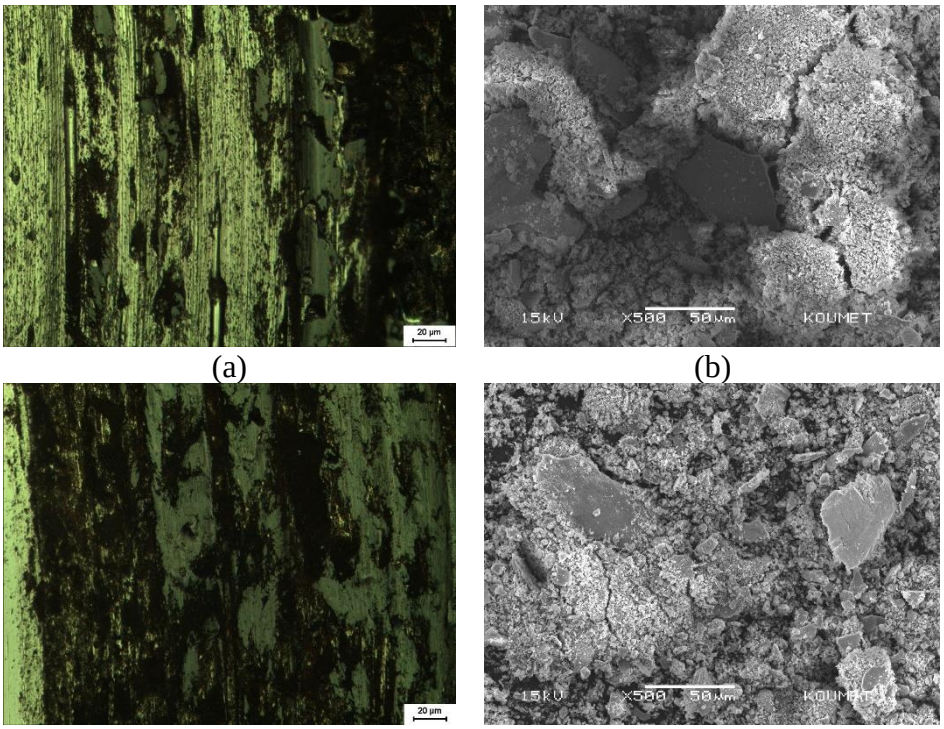
Görsel 1. Aşınma testi sonrası sıcak iş takım çeliği numunelerinde meydana gelen aşınma oranları.

Görsel 2'de numunelerin aşınma testi sırasında elde edilen sürtünme katsayısı-mesafe eğrileri verilmiştir. Eğriler her 50 metreye karşılık gelen ve aşınma test programı tarafından kaydedilen sürtünme katsayısı değerlerini göstermektedir.



Görsel 2. Aşınma testi sonrası sıcak iş takım çeliği numunelerinin kayma mesafesine bağlı olarak sürtünme katsayısı eğrileri.

Nitrürlenmiş numunelerin aşınma yüzeylerinin IM ve SEM görüntüleri Görsel 3'de verilmiştir. Sıcak iş takım çeliklerinde en yaygın olarak görülen aşınma mekanizmaları abrazif aşınma, adhezif aşınma, yorulma aşınması ve erozif aşınmadır [11].



(a) (b)

(c) (d)

Görsel 3. Aşınma yüzeylerinin IM ve SEM görüntüleri; (a ve b) 1. Numune, (c ve d) 2. Numune.

IM görüntülerinden deneysel çalışmada kullanılan sıcak iş takım çeliğinde 1. numunede abrasif aşınma mekanizmasının ve 2. numunede ise adhezif aşınma mekanizmasının baskın olarak meydana geldiği söylenebilmektedir. SEM görüntülerinden, aşınma testi sırasında kayma mesafesinin artması ile birlikte yüzeydeki nitrür tabakasından partikül şeklinde kopmaların meydana geldiği ve kopan partiküllerin oksitlenerek ve arayüzeyde birikerek adhezif tabaka oluşturduğu görülmüştür.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Deneysel çalışmada kullanılan numunelerinin meneviş sertlikleri incelendiğinde, AISI H13 sıcak iş takım çeliği spesifikasyonunda verilen menevişleme eğrisine uygun sertlik değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Derin kriyojenik işlem ve sonrasında uygulanan menevişleme ile takım çeliği mikroyapısında bulunan kalıntı östenitin neredeyse tamamı elimine edilebilmektedir. İncelenen sıcak iş takım çeliğinin sertlik değerlerinin derin kriyojenik işlemin uygulanması ile bir miktar arttığı görülmüştür. Bu durum, derin kriyojenik işlem ile sıcak iş takım çeliğinin martenzit bitiş sıcaklığına ulaşılması ve kalıntı östenitin martenzite dönüşümü ve sonrasında menevişleme işleminin uygulanması sonucu oluşan temperlenmiş martenzit yapıdaki matriks ile uyumlu ilave ikincil karbürlerin çökelmesine atfedilebilir. Ayrıca sertlik sonuçlarından, menevişlemenin sertliği düşürücü etkisinin kriyojenik işlem ile tolere edildiği de görülmüştür.

Deneysel çalışmada kullanılan sıcak iş takım çeliği numunelerinin aşınma testi sonuçlarını incelediğimizde, derin kriyojenik işlemin uygulandığı 1. numunede aşınma oranının düştüğü ve buna bağlı olarak da sürtünme katsayısının azaldığı görülmüştür. Aşınma testi sırasında, karşıt yüzey olan aşındırıcı bilya nitrürlenmiş numune yüzeyinde öncelikle beyaz nitrür tabakası ile temasta bulunur. Sert olan bu tabaka uygulanan kuvvete karşı bir direnç gösterdiğinden dolayı meydana gelen aşınma oranı azalmıştır. Sert ve aynı zamanda kırılgan olan beyaz tabakanın altında difüzyon bölgesi yer almaktadır. Difüzyon tabakasının sertliği beyaz tabakadan düşük olmasına rağmen, matriksin sertliğinden daha yüksek olduğundan aşınma direncine olumlu katkısı olduğu söylenebilmektedir.

Nitrürleme işleminde beyaz tabakada oluşan hegzagonal sıkı paket kristal kafese sahip ε-Fe_3N fazı ve yüzey merkezli γ-Fe_4N fazının bulunması yapıda iç gerilimlerin ve buna bağlı olarak da mikro çatlakların oluşmasına neden olabilir [12]. Dolayısıyla sert olmasının yanında kırılgan olan beyaz nitrür tabakasının mümkün olduğunca ince olması da istenmektedir. Deneysel çalışmada nitrürlenmiş yüzeylerde beyaz tabaka kalınlıkları karşılaştırıldığında kriyojenik işlem uygulanmış olan 1. numunede beyaz tabaka kalınlığının daha ince olduğu bulunmuştur. Bu nedenle derin kriyojenik işlemin uygulandığı 1. numunede yoğun olarak abrazif aşınma meydana gelmiştir. Kriyojenik işlemin uygulanmadığı ve beyaz nitrür tabakasının daha kalın olduğu 2. numunede ise uygulanan yük altında gevrek olan beyaz tabakada kırılmalar meydana gelmektedir. Kopan bu partiküllerin arayüzeyde uygulanan yükün etkisiyle birbiriyle temaslarının artarak birleşmesi ve kayma yönünde yapışması ve oksitlenmesi ile adhezyon aşınması görülmüştür.

Sonuç olarak, sıcak iş takım çeliklerine kriyojenik işlem uygulanmasının mekanik ve aşınma özellikleri açısından olumlu sonuçlar ortaya koyduğu bulunmuştur.

KAYNAKÇA

[1] Krawczyk J., Łukaszek-Sołek A., Śleboda T., Lisiecki Ł., Bembenek M., Cieślik J., Góral T., Pawlik J. Tool Wear Issues in Hot Forging of Steel, Materials, 16(2), 2023.

[2] Ovalı İ., Atlıhan G., Ergene B., Bolat Ç., *AISI H13 Sıcak İş Takım Çeliğine Uygulanan Gaz Nitrasyon İşleminin Aşınma Davranışları Üzerindeki Etkisi*, International Online Conferences on Engineering and Natural Sciences (IOCENS 2021), 532-542, Gümüşhane, Turkey, 2021.

[3] Özer, M., The Effect of Deep Cryogenic Processing and Tempering Heat Treatment ofAISI H13 Tool Steel on Microstructure, Hardness and Impact Energy, Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology , 7 (3) , 688-699, 2019.

[4] Alfaydh S. A. A., Çuğ H., Akgül Y., İncesu A., Eticha A. K., Ahmed S. B., Sementasyon İşleminin Sıcak İş Takım Çeliklerinin Aşınma Davranışına Etkisinin İncelenmesi, Çelik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 3(2), 1-7, 2022.

[5] Wang, M., Li, W., Wu, Y. et al. High-Temperature Properties and Microstructural Stability of the AISI H13 Hot-Work Tool Steel Processed by Selective Laser Melting. Metall Mater Trans B 50, 531-542, 2019.

[6] Berg, M., Budtz-Jorgensen, C. V., On plasma nitriding of steels, Surface & Coatings Technology, Vol.124, 25-31, 2000.

[7] https://www.istanbulisil.com/bilgi-sayfalari/nitrurleme-nitrasyon-nedir
(Erişim tarihi: 22.05.2023)

[8] Özdemir, S., *Bilyalı Dövme İşleminden Sonra Nitrürlemenin AISI 4140 Çeliğinin Kuru Kayma Aşınma Direncine Etkisi*, Tez (Yüksek Lisans), Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, 2022.

[9] Arslan Y., Özdemir A., Farklı Sürelerde Kriyojenik İşlem Uygulanmış AISI D3 Soğuk İş Takım Çeliği Zımbalarda Aşınma Davranışları ve Takım Ömrü, Journal of Advanced Technology Sciences Vol 2, No 3, 87-99, 2013.

[10] Büyükfırat, M. Ü., *Sıfır altı ısıl işlem ile ekstrüzyon kalıplarının ısıl işlem süreçlerinin kısaltılması ve PVD kaplama ile kalıp ömrünün uzatılması*, Thesis (Ph.D.), Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology, 2019.

[11] Büyükfırat, M. Ü., Arslan C., Improvement of Wear Resistance of Extrusion Dies by Heat Treatment and PVD CoatingMethod, Metal Dünyası, 2019.

[12] Mindivan H., *Nitrürleme ile Martenzitik Paslanmaz Çelik Kaplamaların Yüzey Özelliklerinin Geliştirilmesi*, Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, 2016.

HAVACILIK SEKTÖRÜ İÇİN OTOKLAVDA ÜRETİLEN KARBON FİBER TAKVİYELİ EPOKSİ POLİMER KOMPOZİTLERİN TERMAL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE OTOKLAV BASINCININ ETKİSİ

Murat Kalender EVİRGEN [1], Prof. Dr. Mustafa Kelami ŞEŞEN [2]
[1] İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği 0009-0002-1669-7327
[2] İstanbul Teknik Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği 0000-0002-8113-6289

ÖZET

Üretilen kompozit malzemelerin mekanik ve fiziksel özellikleri otoklav veya fırında kürlenme parametrelerine büyük oranda bağlıdır. Otoklav kürlemesi için üreticinin tavsiye ettiği kürlenme şeklinde (MRC) belirtilen parametreler şu şekilde sıralanabilir; Kompozit malzemelerin kürlenme süresi, kürlenme sıcaklığı, otoklav basıncı ve vakum basıncıdır. Üretimde meydana gelebilecek kürleme parametre farklılıkları, kompozit malzemelerin mekanik özelliklerini olumsuz etkilemesi ile sonuçlanabilir.
Kompozit üretim yöntemlerinden otoklav kalıplama yöntemi ile termoset kompozit malzemeye yüksek ısı ve basınç uygulanarak içerisindeki hava boşluklarını giderilmesi sağlanır. Bu sayede kompozit malzemenin içerisindeki reçine başına düşen fiber oranı arttırılarak malzemenin performansında artış hedeflenir. Bu yöntemin maliyeti yüksek olup, yüksek kalite ürün istendiğinde başvurulan yöntemdir. Günümüzde havacılık yapısal malzemeleri, uzay araçları bu yöntem ile üretilmektedir. Otoklavda 2,7 ± 0,30 bar ve 6,9 ± 0,30 bar basınçlarda üretim yapılmıştır. Otoklav tam basınca ulaşınca ısıtma işlemi başlatılmıştır. Isıtma ve soğutma hızı dakikada 2,5°C dir. Malzemenin otoklavda kalış süresi 120 dakika ve sıcaklığı 180 °C kadardır. Ultrasonik C-Tarama Görüntüleme (İletim yoluyla ultrasonik metot) yöntemiyle, kompozit parçanın yüzeyi boyunca ultrasonik dalgaların görece zayıflaması ölçülür. 2,7 bar basınçta üretilen numunelerde boşluk oluşumu 6,9 bar basınçta üretilen numunelere göre fazla olduğu için ultrasonik hız düşmüştür. Ultrasonik inceleme sonrasında 6,9 bar basınçta üretilen numunenin C-tarama ve A-taramaya göre hata içermediği gözlenmiştir. Numunelerin camsı geçiş sıcaklıklarını bulmak amacıyla Dinamik Mekanik Analiz testi EN6032 standardına uygun şekilde DMA Q800 cihazında yapılmıştır. 2,7 bar basınçta üretilen numunelerin Tg değerleri minimum 187,50 °C, maksimum 193,44°C olarak ölçülmüştür. 6,9 bar basınçta üretilen numunelerin Tg değerleri minimum 195,75 °C, maksimum 205,24 °C olarak ölçülmüştür. Katmanlar arası kayma mukavemeti (ILSS) testi EN 2563 standardına uygun olacak şekilde 25,4 mm uzunluğunda 6,35 mm genişliğinde beşerli numuneler hazırlanarak Instron 5966 cihazında testler gerçekleştirilmiştir. 2,7 bar basınçta üretilen numunelerin katmanlar arası kayma mukavemeti değerleri: 86,01, 55,18, 59,89, 61,39, 52,46 MPa olarak kaydedilmiştir. 6,9 bar basınçta üretilen numunelerin katmanlar arası kayma mukavemeti değerleri: 87,03, 95,74, 87,60, 94,01, 89,36 MPa‘dır. Otoklav basıncı arttıkça Tg ve ILSS değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Artan Tg değeri ile ILSS değeri arasında korelasyon olduğu söylenebilir. Artan otoklav basıncı ile malzemenin kullanılabileceği maksimum sıcaklık artmıştır.

Anahtar Kelimeler : Kompozit prepreg, Otoklav, ILSS, DMA

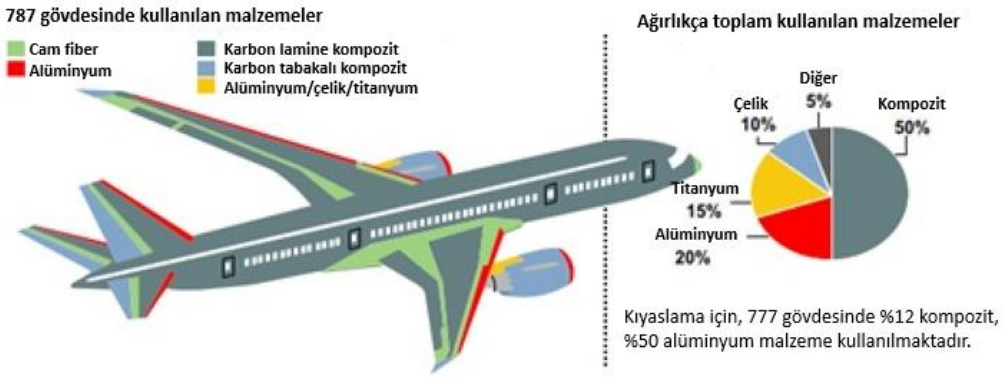
1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kompozit malzeme iki veya daha farklı malzemenin makroskopik olarak birleşimi ile tanımlanır. Kompozit malzemekler havacılık sektörü başta olmak üzere birçok sektörde

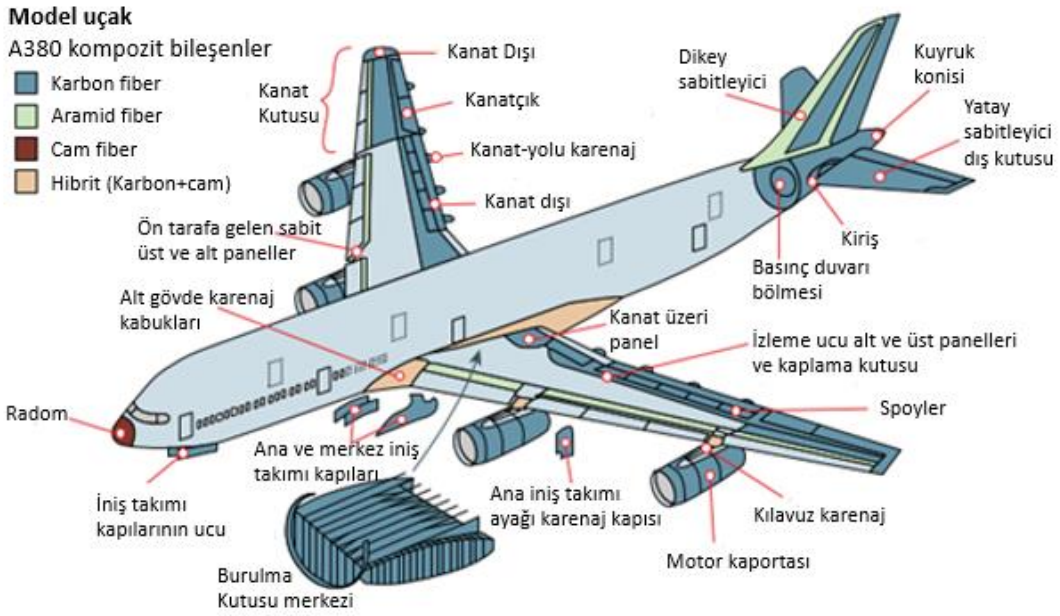
kullanılmaktadır. Hafiflik ve yüksek dayanım avantajı ile istenilen mekanik, termal, elektriksel ve kimyasal özelliklerine haiz oluşu kompozit malzemelerin tercih edilme sebebidir.
Kompozit malzemeler matrislerine göre organik reçine matrisli, metal matrisli, seramik matrisli ve polimer matrisli olarak ayrılmaktadır. Matris malzemesine ek olarak ana bileşen olarak takviye malzemeler içermektedir. Matrislerin görevi yapıya gelecek yükleri takviyelere iletmektedir. Takviye malzemeler sürekli ve süreksiz olarak iki sınıfa ayrılır. En çok kullanan takviye malzemeleri, cam fiberler, karbon fiberler ve aramid fiberlerdir. İstenilen özelliklere göre uygun matris ve takviye malzemesi seçilir.
Kompozit üretiminde yalnızca uygun matris takviyesi ve malzemeler seçilmesi tek başına yeterli değildir, aynı zamanda bu malzemelerin doğru yapılandırılmış olması gerekmektedir. Üretim metodunun uygun seçilmesi nihai kompozit malzemeden istenen özellik ve forma sahip olması açısından mutlak önem taşır. Diğer malzemelere kıyasla kompozit malzemelerin üretim methodlarının uyumu çok daha fazla önem taşır çünkü nihai kompozitin sağlayacağı tasarım ve performans kontrolü üretim methodları ile sağlanabilir. Kompozit malzemelerin üretim yöntemleri arasında el yatırması, vakum infüzyon, pultrüzyon, püskürtme, filaman sarma, otoklav kalıplama ve reçine transfer yöntemleri sayılabilir.
Bu çalışmada, reçine malzemesi olarak epoksi emdirilmiş, karbon prepregler olarak anılan, karbon fiberler kullanılmıştır. Karbon takviyeli prepreglerin temiz odada serimi ve farklı basınçlarda otoklav prosesine tabi tutulmaları ile üretilen kompozitlerin ultrasonik görüntülemeler ile, camsı geçiş sıcaklıkları ölçümleri ile, dinamik mekanik analiz (DMA) testleri ile ve katmanlar arası kayma mukavemeti (ILSS) testleri ile kompozit malzemenin termal ve mekanik özelliklerine otoklav basıncının etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. TAKVİYE TÜRLERİNE GÖRE KOMPOZİT MALZEMELER

Cam, karbon, bor ve aramid gibi malzemeler fiber üretmek için kullanılır. Kompozit malzemelerin kullanım oranları havacılık sektörü tarafından domine edilir. Boeing 787 ve A380 gibi modern uçak yapısalları geniş oranlarda karbon, cam ve aramid fiber ile üretilmiştir. Boeing 787 ve Airbus A380 uçaklarının gövdesinde kullanılan malzemeler ve ağırlıkça oranları Görsel 1 ve Görsel 2'de gösterilmiştir. [1]



Görsel 1. Boeing 787 uçak gövdesinde kullanılan malzemeler ve ağırlıkça oranları [1]



Görsel 2: Airbus A380 uçağındaki kompozit bileşenler ve gövdede gösterimi [1]

Aramid Fiberler

Aramidlerin (aromatik polyamitlerin) gelişimi 1960 yıllarının başında Dupont ile başlar. Temel bilim, mühendislik ve diğer araştırma uygulamalarının bir birleşimidir. Fiber içeren diğer polimerlere göre aramid fiber kompozitlerin anahtar özelliği ağırlığı azalırken uygun maliyetli özellik göstermesidir.
Aramid fiberler yüksek dayanım ve modül ile düşük yoğunluk ve yüksek uzamanın sonucunda eşsiz bir bileşime sahiptir. Farklı karbon fiber oranları ile aramid fiberler özellikle ağırlıklarına oranla üstün mekanik özellikleri ile havacılık sektöründe fiber katkılı polimerlerin en çok kullanılanlardandır.

Bor Fiberler

Bor fiberler ileri kompozitlerin içerisinde yüksek performans monofilament takviyesi olarak kullanılan ilk fiber türüdür. 1960 yıllarında geliştirilerek ticarileşen bor fiberler, yüksek dayanım yüksek elastiste modülü uygulamalı kompozit yapısal bileşenleri ile U.S. Hava Kuvveti F-15 ve U.S. Deniz Kuvveti F-14 hava araçlarında kullanılmıştır. Bor fiberler tercihen geniş monofilament fibere veya tel (100 ile 200 mikron yarıçap) kimyasal buhar biriktirme yöntemi (CVD) ile bor bir tungsten ve pirolize katman katman üzerine üretilir. Üretilen fiberler üstün dayanım (3450 MPa) and sertlik (400 Gpa) değerlerine sahiptir. Geniş fiber yarıçapı sayesinde çok yüksek basma dayanımına sahip kompozitler üretilebilmektedir.
Bununla birlikte üretim süreci ve öncül gazları doğası gereği pahalı olduğu için, bor fiberler karbon fiberler ile maliyet temelinde yarışması beklenemez. [2]

Cam Fiberler

Cam fiber katkılı polimer kompozitler kompozit malzemelerin üretiminde en yaygın kullanılanlardandır. Fiberlerin uygun bileşimi ve yönlenmeleri cam fiber katkılı polimer kompozitlerin istenilen özelliklere ve fonksiyon karakteristiklerine sahip olmasını sağlamaktadır. Bu sayede çelike eşit, alüminyumdan daha fazla sert ve özgül ağırlığı çeliğin dörtte biri olan malzeme elde edilebilmektedir.

Karbon Fiberler

Yüksek mukavemetli, yüksek modüllü karbon lifleri yaklaşık 5 ila 6 mm çapındadır ve karbonun allotropik formlarından biri olan "turbostratik" grafitin küçük kristalitlerinden oluşur. Grafit yapısı, güçlü kovalent bağlarının olduğu altıgen katmanlardan oluşur (w>525 kJ/mol). Katmanlar arasında ise zayıf van der Waal kuvveti vardır (<10 kJ/mol). Bu, temel kristal birimlerin oldukça anizotropik olduğu anlamına gelir. Young'ın a eksenine paralel düzlem içi modülü yaklaşık 1000 GPa'dır ve Young'ın c eksenine paralel olan modülü bazal düzlemlere normal olarak sadece 30 GPa'dır. [3]

Parçacık Takviyeli Kompozitler

Parçacık takviyeli kompozitlerin çoğunlukla uzun boyutlara haiz olmayan takviye elemanları vardır. Çünkü takviye elemanları uzun boyutlara sahip olunca dislokasyon oluşumunu esnasında ilerlemeyi engeller. Ana matrisin kırılma dayanımı etkilemek için etkili fiberler iken parçacıklar kırılma dayanımını arttırmazlar. Kırılgan yapılı matrislerde kırılma dayanımını arttırmak için polimer türünde parçacıklar kullanılabilir.

Matris malzemeye nazaran sert olan parçacıklar matrisin kalıcı şekil değişiminde kısıtlamalara sebep olur. Parçacıklar fiberlerin yükleme eksenine paralel olarak yerleştirildiğinde yükü kompozitlere göre çok az taşırlar. Buradan da anlaşılacağı gibi, sertlik arttırılması için parçacıklar kullanımı uygunken mukavemet arttırmada çokça tesiri bulunmamaktadır.

Isı ve elektrik farklılığı, sıcaklık performansını arttırmak, yüzey sertliğini iyileştirmek ve çekmeyi azaltmak amacıyla kullanılan parçacık dolgular esasında maliyet düşürmek sebebiyle kullanılmaktadır. Parçacık boyutları, yapışma özelliğinin değişmesine neden olan yüzey enerjileri, hacim oranları, homojenitesi ve eksen uzunlukları gibi parçacık takviyeli malzemelerde mekanik özellikleri etkileyen birçok etken bulunmaktadır. [4]

Çok Eksenli Fiber Takviyeli Kompozitler

Tek eksenli örgülerde, fiber yoğunluğu ağırlıklı olarak veya tamamen bir eksende toplanan yapıdadır. Tek eksenli örgülerde yapıyı daha kararlı hale getirmek için ana fiber yönüne dik yönde fiberler eklenebilir. Ana fiber yönü 0° olan bir tek eksenli ürüne 90° yönlü fiberlerle takviye yapılabilmektedir. İki eksenli örgülerin başlıca iki tipi vardır. 0° ve 90° doğrultularında, +45º ve -45º yönlü fiber dizilimine sahip iki katlı yapıdan oluşmaktadır. Üç eksenli örgülerin de başlıca iki türü vardır. +45°, 90°, -45° ve +45°, -45°, 0° yönlü fiber dizilimine sahip üç katlı yapıdan oluşmaktadır. Dört eksenli örgülerde, dört ana eksende fiber dizilimi bulunmaktadır (+45°, 90°, -45°, 0°). 0°/45°/-45°/90° yönlü fiber dizilimiyle dört katlı yapıdan oluşmaktadır. [5]

3. MATRİS ŞEKİLLERİNE GÖRE KOMPOZİT MALZEMELER

Organik Reçine Matrisli Kompozitler

Ticari uygulamalar için organik matrisler, polyester ve vinil ester reçinelerini içerirken epoksi reçineler bazı üst düzey uygulamalar için kullanılır. Birçok reçine formülasyonu, sertleştirici ajanlar, dolgu maddeleri ve diğer bileşenler, çok çeşitli varyasyon özellikleri sağlanmaktadır. Karbon ve aramid fiberlere yeterli yapışma elde etme sorunları, bu fiberleri kullanan polyester veya vinil ester kompozitleri için uygulamaların geliştirilmesini engellemiştir. Havacılık uygulamaları için organik matrisler, epoksi, bismaleimid ve poliimid reçineleri içerir. Çeşitli diğer termoset ve termoplastik reçineler, özel uygulamalar için geliştirilmekte veya

kullanılmaktadır. Epoksi reçineler günümüzde yapısal havacılık uygulamaları için gelişmiş kompozit malzemelerde diğer tüm matrislerden çok daha fazla kullanılmaktadır.

Metal Matrisli Kompozitler

Metaller ve alaşımlar genellikle katı halde üretilir ve şekil verilirler ancak bazı durumlarda özelliklerini iyileştirmek için kolaylıkla birleşebilir ve sonuç olarak oluşan malzeme metal matrisli kompozittir. Bu sınıftaki kompozitler çok farklı malzemeleri kapsar. Bu malzemeler alüminyum, bakır, titanyum gibi temel malzemesine göre ayrılabilir. Diğerlerine göre, takviye malzemesi, fiber, tanecik, lif gibi fazlar veya üretim proseslerine göre toz metalurjisi, difüzyonla bağlanma, sızdırma ve karıştırımlı döküm olarak ayrılabilir. [6]

Seramik Matrisli Kompozitler

Seramik matris kompozitler takviye malzemelerin seramik matris içerisine yerleştirildiği kompozitler anlamına gelir. Takviye malzemeler dağınık fazda, seramik matris sürekli fazda yer alır. Dağınık faz; sürekli fiberler, tanecik veya lif olabilir. Sürekli fiber takviyeli seramik matris kompozitler, fiberlerin seramik matrise dâhil edilmesiyle sadece yüksek sıcaklık dayanımından faydalanmazlar, ayrıca katostrofik hata eğilimini de azaltırlar. Süper alaşım ve tek fazlı seramiklerle karşılaştırıldığında fiber katkılı seramik matris kompozitler bazı avantajlara sahiptir. Bunlar; düşük yoğunluk, yüksek sıcaklık direnci, yüksek hasar tolerans kabiliyetidir. Fiber takviyeli seramik matrisli malzemeler; havacılık, roket, jet motorları ve fren sistemlerinde kullanılmaktadır. [7]

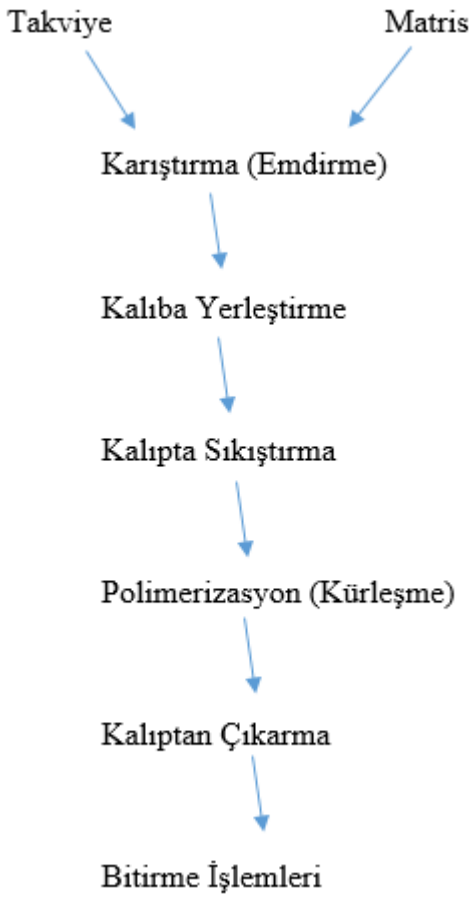
Polimer Matrisli Kompozitler

Polimerler özellikle matris malzemesi olarak kullanılmaktadır çünkü kolay üretilebilirler ve yoğunlukları metallere göre düşüktür. Özellikle fiber takviyeler zayıf matris içerisinde dağıldığında (karbon epoksi kompozitlerdeki gibi) takviyeler ana yükü paylaşır hatta neredeyse tüm yükü taşırlar. Dayanımı ve sertliği belirleyen öğe fiberlerdir. [8]

Polimer matris kompozitler, daha fazla tasarım esnekliği ve korozyon ile yorulmaya karşı üstün direnç sunmaktadır. Polimer matris kompozitler; havacılık ve otomotiv endüstrilerinde kullanılmaktadır. Yapısal ve yarı yapısal uygulamalara yönelik olan yüksek performanslı polimer matris kompozitler, ham lifler ve ıslak yatırma ile ilişkili otoklav prosesi kullanılarak geleneksel olarak üretilmektedir. Fakat otoklav prosesinin maliyeti çoğunlukla yüksek olarak değerlendirilmekte ve pek çok durumda metalik alaşımlarla karşılaştırıldığında kilogram başına maliyeti daha yüksek olmaktadır. Bu yüksek maliyet, yük taşıyıcı ürünlerde ve uygulamalarda polimer matrisli kompozitlerin (PMC) daha geniş endüstriyel kullanımının engellenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak; sıvı kompozit üretimi (LCM) ve varyantları, yani reçine transfer kalıplama (RTM) ve vakum destekli reçine transfer kalıplama (VARTM) gibi cazip, uygun maliyetli PMC üretim teknikleri büyük ilgi görmektedir. Bu çok yönlü üretim teknikleri daha düşük basınçlarda gerçekleştirilir, daha kısa çevrim sürelerine ve az miktarda buhar maruziyetine sahiptir, genel olarak daha düşük maliyetlidir. Ek olarak, seri üretim potansiyeline sahip; nete yakın biçimde sıkı boyutsal tolerans ve yüksek yüzey pürüzlülüğüyle birlikte karmaşık geometrilerde yüksek üretim kapasitesi sunmaktadır. Polimer matrisli kompozitlerde matris ile takviye arasındaki iyi ve güçlü bağlar matrisin arayüzdeki kesme yükü yoluyla dış yükleri matristen liflere iletmesine izin verir. İki tip polimer kompozit vardır, termoset ve termoplastik. Termoset polimerler düşük viskoziteli reçine ile reaksiyona girer ve kürleşerek katı formu oluşturur. Termoplastik polimerler yüksek viskoziteli reçinenin erime sıcaklığı üzerine ısıtılması prosesi ile oluşmaktadır. Çünkü termoset reçine başlar ve proses ile kürleşir, tekrardan ısıtılarak proses edilemez. Bir termoplastik polimer ilave prosesler için erime sıcaklığının üzerine yeniden ısıtılabilir. [9]

4. POLİMER MATRİSLİ KOMPOZİT MALZEMELERİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Polimer matrisli kompozit üretiminde yalnızca uygun matris takviyesi ve malzemeler seçilmesi tek başına yeterli değildir, aynı zamanda bu malzemelerin doğru yapılandırılmış olması gerekmektedir. Üretim metodunun uygun seçilmesi nihai kompozit malzemeden istenen özellik ve forma sahip olması açısından mutlak önem taşır. Diğer malzemelere kıyasla kompozit malzemelerin üretim methodlarının uyumu çok daha fazla önem taşır çünkü nihai kompozitin sağlayacağı tasarım ve performans kontrolü üretim metotları ile sağlanabilir. Polimerizasyon (sertleşme) polimer matrisli kompozit üretiminde belirleyici role sahiptir. Polimerizasyon işleminden önce matris ve takviye malzemeler birbirlerine bağlanmadan bulunurlar. Bu işlemden sonra kimyasal birleşme olduğu için matris malzeme sıvı formdan katı forma geçer. Kimyasal süreç katalizör takviyesi veya sıcaklık ile kısalabilir. Isı, basınç ve zaman polimerizasyonu etkileyen kilit parametrelerdir. Polimer matrisli kompozit üretiminde temel unsur fiberin iyi şekilde ıslatılması ve matris içerisine doğru şekilde dizilmiş olmasıdır. Diğer unsurlar, maliyet, hedeflenen üretim süresi, parçanın boyut ve şekildir. Hedeflenen nihai ürüne göre kullanılabilecek üretim yöntemleri çeşitlidir. Bu yöntemler içerisinde açık kalıplama yöntemi en kolay yöntemlerdendir. Görsel 3'de üretim aşamaları gösterilmiştir.

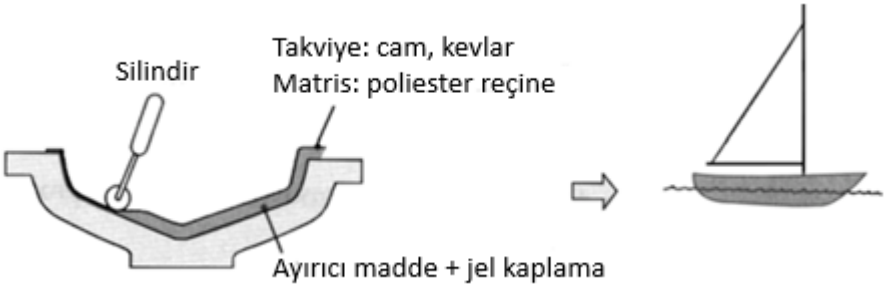


Görsel 3: Polimer matrisli kompozitlerin üretim aşamaları [10]

El Yatırması Yöntemi

El yatırması diğer bir deyişle kontakt döküm bir açık döküm şekildir. Fiberlerin katmanları reçine (ve hızlandırıcı) emdirilmiş kalıbın içerisine yerleştirilmiştir. Hava boşluğunun alınması için silindir ile sıkıştırma işlemi yapılır. Reçine ayarındaki farklılıklar için süreç, hızlandırıcı

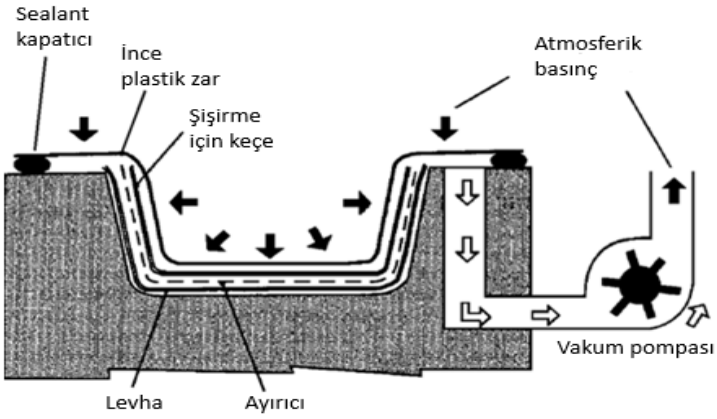
miktarına bağlı olarak birkaç dakikadan birkaç saate değişebilir. Görsel 4'de kontakt döküm örneği gösterilmiştir. Tüm fiber takviyelerinde kullandığı görünmesine rağmen en çok cam fiber takviyeli kompozitlerin üretiminde kullanılır.



Görsel 4: Kontakt döküm görseli [10]

Vakum İnfüzyon Yöntemi

Bu vakumlu kalıplama işlemine hâlihazırda çökme kalıplama ya da torba kalıplama denir. Daha önce açıklanan temaslı kalıplama olduğu gibi, üzerine emprenye edilmiş takviyelerin yerleştirilen açık kalıp kullanılır. Sandviç malzemeler olması durumunda kor malzemesi de kullanılır. Sızdırmazlık için bir parça yumuşak plastik (kalıbın perimeterine yapışkan şekilde bağlı olan) sealant kullanılır. Plastik parçanın altına vakum uygulanır. Malzeme daha sonra atmosferik basınç etkisiyle sıkıştırılarak kompakt bir hale gelir ve hava kabarcıkları yok edilir. Gözenekli kumaşlar fazla reçineyi emer. Tüm malzeme bir fırın içerisinde ya da bir otoklavda basınç (karbon/epoksi durumunda daha iyi mekanik özellik elde etmek için 7 bar) veya ısı ile veya elektron ışını veya x-ray ışınları etkisiyle polimerize edilir. Bu üretim süreci günde birkaç üretim adedi için uçak yapıları için uygulanır.



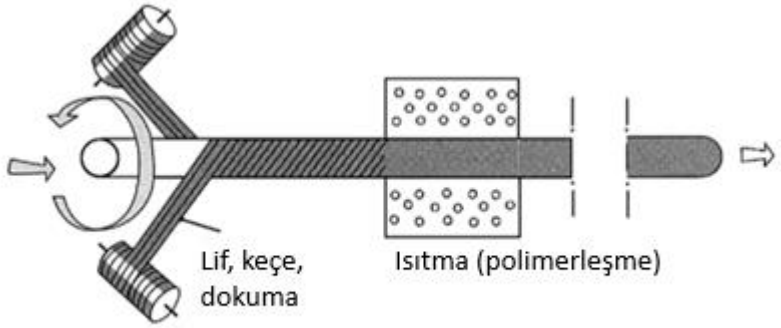
Görsel 5: Torba kalıplama işlemi [10]

Pültrüzyon Yöntemi

Pultrüzyon, sabit bir kesit alanına haiz uzun, düz yapısal kompozit parçalar yapmak için sürekli bir üretim sürecidir. 2 ila 30 mm arasında değişen et kalınlıklarında birçok çeşitte dolu ve içi boş kesitler üretebilir. Pultrüzyonlu kompozitler tipik olarak uzunlamasına yönlendirilmiş sürekli fiber lifleri ve dış yüzeylerde veya yakınında sürekli filament keçe (CFM) ve kıyılmış iplik keçesi (CSM) gibi birkaç rastgele fiber keçe katmanı içerir.

Püskürtme Yöntemi
El yatırma metodunun ekipman yardımıyla yapıldığı şekildir. Spray tabancası yardımı ile içerisinde sertleştirici reçine bulunan fiberler kalıp üzerine püskürtülür. Tabanca içerisindeki mekanizma fiberlerin püskürtülme işleminden önce kırpılmasını sağlar. Ürün hazırlama işlemi için püskürtme işleminden sonra rulo yardımıyla istenildiği şekilde düzeltilir.

Filaman Sarma Yöntemi
Filament sarma işleminde, sürekli reçine emdirilmiş fiberler veya kısa fiberlerden oluşan bir bant, içi boş sürekli fiber takviyeli polimer (FRP) kompozit parçalar üretmek için önceden seçilmiş bir fiber dizilim modelinde dönen bir mandrel etrafına gerilim altında sarılır. Islak sarma ve kuru sarma olmak üzere iki farklı tipte filament sarma işlemi vardır. Geleneksel iki eksenli sarmal filament sarma makineleri, mandreli döndürmek için bir tahrik motoru ve taşıyıcıyı mandrel yüzeyine paralel olarak ileri ve geri hareket ettirmek için bir zincir ve bir zincir dişlisi kullanır. Filament sarma makinelerinin çoğu, dönen bir mandrel ve çapraz taşıyıcıya sahip iki eksenli makinelerdir ve eksenel simetrik parçalar üretirler. Mandrel ekstraksiyonunu kolaylaştırmak için, basınçlı kaplarda olduğu gibi uç kapakların birleşik şekilde sarıldığı ürünler için parçalı veya şişirilebilir katlanabilir mandreller kullanılır. Bir filament sarma işlemindeki önemli proses parametreleri, sarma hızı, lif iletimi, lif gerilimi kontrolü, reçine emdirme ve lif ıslanması ve lif bandı oluşumudur. [11]



Görsel 6: Filaman sarma işlemi [10]

Otoklav Kalıplama Yöntemi
Termoset kompozit malzemeye yüksek ısı ve basınç uygulayarak içerisindeki hava boşluklarını giderilmesi sağlanır. Bu sayede kompozit malzemenin fiber/reçine oranı arttırılarak malzemenin performansında artış hedeflenir. Vakuma alınma yöntemine benzer şekilde sızdırmaz bir torba içerisinde basınç uygulanabilir. Basıncın düzenli uygulanabilmesi için bir atmosfer basınç üzerinde otoklava alınarak kontrollü basınç ve sıcaklık ortamı sağlanır bu sayede kompozit malzeme kalıbının içerisine sıkıştırılmış gaz verilir. Maliyeti yüksek olup, yüksek kalite ürün istendiğinde başvurulan yöntemdir.

Reçine Transferi Yöntemi
Reçine enjeksiyonlu kalıplama ile takviyeler (keçeler, kumaşlar) kalıp ve karşı kalıp arasına yerleştirilir. Reçine (polyester veya fenolik) enjekte edilir. Kalıp basıncı düşüktür. Günde bu işlem ile 30 parçaya kadar üretim yapılabilir. Yatırım daha az maliyetlidir ve otomobil gövdelerinde uygulaması vardır. Şekil 2.10'da reçine transfer yöntemi örneği gösterilmiştir. [10]

5. LİTERATÜRDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Literatürdeki çalışmalara baktığımızda polimer kompozit malzemelerin tahribatsız muayene (C-tarama), katmanlar arası kayma mukavemeti (ILSS) ve DMA analizi ile ilgili yapılan çalışmalara ulaşılmıştır.

Ahmad ve arkadaşları, tek yönlenmeli karbon fiber katkılı kompozit malzemelerin kürleme sıcaklığı, kür süresi ve otoklav basıncı parametrelerini araştırmışlardır. ASTM standartlarında Çekme dayanımı, kırılma tokluğu ve sertlik özelliklerine bakılmıştır. Kürleme sıcaklıkları olarak 120ºC ve 140ºC, kür süresi olarak 90 dakika ve 120 dakika ve otoklav basıncı olarak 3 bar ve 7 bar seçilmiştir. Varyans analizi olarak ANOVA kullanılarak optimum parametreler bulunmuştur. 24 adet test kuponu hazırlanmış olup çekme testi için ASTM D3039, Charpy darbe testi için ASTM D6110, Rockwell sertlik testi için ASTM D785 standartları uygulanmıştır. Maksimum çekme dayanımı ve sertlik değerleri için kürleme değerleri 140ºC, 120 dakika ve 7 bar olarak bulunmuştur. Kırılma tokluğu için maksimum değer 140ºC, 120 dakika ve 3 bar olarak bulunmuştur. 120ºC, 120 dakika ve 7 bar basıçta çekme gerilmesi değeri 1274,8 MPa olup 120 dakika ve 7 bar basınçta çekme gerilmesi değeri 1420 MPa; 140ºC, 120 dakika ve 7 bar basınçta kırılma tokluğu 10,9 J olup 140ºC, 120 dakika ve 3 bar basınçta kırılma tokluğu 17,4 J; 120ºC, 120 dakika ve 7 bar basınçta sertlik değeri 51,2 HRB olup 140ºC, 120 dakika ve 7 bar basınçta sertlik değeri 57,6 HRB dir. [12]

Chen ve arkadaşları, karbon fiber katkılı polimer kompozit malzemeleri mikrodalga prosesi ile farklı basınçlarda üreterek katmanlar arası kayma ve mikroyapı analizleri yapmıştır. Tek yönlü 10 katlı karbon fiber katkılı epoksi kompozit malzemeleri 0,1 MPa, 0,2 MPa, 0,3 MPa, 0,4 MPa, 0,5 MPa, 0,6 MPa olmak üzere farklı basınçta ayarlanarak yüksek basınçta mikrodalga kürleme prosesi yapılmıştır. Malzemenin kalitesini arttırmak amacıyla, önceden emprenye edilmiş fiberlerin içindeki havayı ve kabarcıkları dışarıda bırakmak için üretim esnasında sıcaklık 30 ºC'ye ulaştığında kürleme basıncının momenti seçilmiştir. Kompozit plakaların ölçüleri 250 mm uzunluk x 150 mm genişlik x 1,91 mm kalınlıktır. Mikrodalga kürlemesinde sonra son kalınlık ölçüleri 1,8 ila 2,1 mm arasındadır. Omni Scan MX2 cihazı ultrasonik görüntüleme için kullanılmıştır. Yüksek basınçta mikrodalga kürlemesinden sonra boşluk ve delaminasyon gibi hataları bulmak için kullanılır. Görüntüleme probu tek yönde 5 Hz, 64 hataya göre ayarlandı. C-tarama görüntüleme modu kullandı ve derinlik 2,5 mm, boylamsal dalga sonik hızı 3000 $m.s^{-1}$ dir. Probe ve CFRP ile birlikte bağlayıcı madde olarak su kullanılmıştır. Katmanlar arası kayma testi CMT5105 cihazı kullanılarak oda sıcaklığında yapılmıştır. Test numunelerinin kalınlığı 2 ± 0,2 mm, uzunluğu 20 ± 0,1 mm, genişliği 10 ± 0,2 mm dir. Numunelerin köşeleri stress birikmesinden dolayı kopmaları engellemek için düzeltildi. Deney esnasında yüklenen kafanın kavis yarıçapı 5 mm, yatağın kavis yarıçapı 2 mm ve pivot açıklığı 12,5 mm dir. Kompozit malzemelerin ILSS τ_m (MPa) değerine denkleme göre $\tau_m = \frac{3}{4} \times \frac{F}{bh}$ karar verilmiştir. Bu denklemde F simgesi maksimum yük (N), b simgesi numune genişliği (mm) ve h simgesi numune kalınlığıdır. Sonuçlar incelendiğinde, Ultrasonik görüntüleme cihazının boşlukların genişliği ya da şeklinden ziyade dağılımını karakterize ettiği görülmektedir. Yoğun miktarda boşluk görüldüğünde iletim ve yansıma sürecinde ultrasonik görüntüleme ciddi şekilde zayıflamıştır ve zeminde yansıma görüntülenememiştir. Artan kürleme basıncı ile zemin ve yüzey yansımaları belirgin hale gelmiştir. Bu da göstermektedir ki daha yüksek kürleme basıncı altında bileşen baskı altında daha sıkı hale gelmektedir ve boşluklar azalmaktadır. Basınç 0,4 MPa ve üzerinde geldiğinde ise boşluklar arasında değişiklik olmamaktadır. Optik mikroskop ile yapılan incelemelerde basınç 0,5 MPa ve 0,6 MPa değerlerine ulaştığında 200 µm şiddetindeki görüntüleme boşluk olmadığı gözlenmiştir. Basınç 0,4 MPa dan düşük olduğunda boşluk oluşumunun engellemesinin yeterli olmadığı

gözlenmiştir. ILSS değeri üç noktalı eğme testinden sonra bulunmuştur. Kürleme basıncı ve katmanlar arası katma dayanımı (ILSS) değerleri aşağıdaki gibidir. Çizelge 1'de kürlenme basıncı ile katmanlar arası kayma mukavemeti ilişkisi gösterilmiştir.

Çizelge 1: Kürlenme basıncı ve katmanlar arası kayma mukavemeti ilişkisi

Kürleme Basıncı (MPa)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Ort. ILSS Değeri (MPa)	78,65	92,60	101,00	106,30	107,84	108,64

Kürleme basıncı arttıkça ILSS değeri artmaktadır. 0,1 MPa ile 0,4 MPa arasında ILSS değerleri 78,65 MPa dan 106,30 MPa ya %35 artarken 0,4 MPa ile 0,6 MPa arasında ILSS değerleri 106,30 MPa dan 108,64 MPa ya %2,2 artmaktadır. Bu sebeple 0,4 Mpa nın altındaki kürleme basınçlarında ILSS değerinin değişime hassas olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum ultrasonik ve optik görüntülemelerle tutarlı bir durum sergilemiştir. Kürleme basıncı tabakaların sıkışmasını ve boşluk miktarını doğrudan etkilediği ve reçine akışını ve ILSS i desteklediği gözlenmiştir. [13]

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

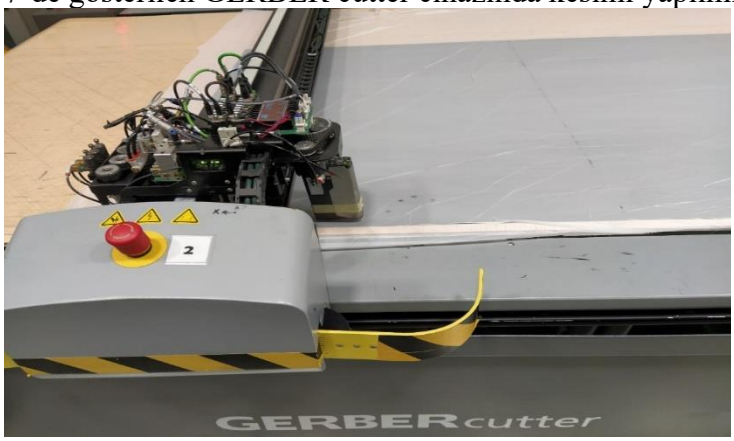
Kullanılan Malzemeler

Karbon prepregler önceden reçine malzemesi olarak epoksi emdirilmiş karbon fiberlerdir. Deneylerde kullanılan karbon takviyeli prepreg malzeme Hexcel firması tarafından üretilen M21 reçine sistemli HexPly M21/34%/UD194/IMA-12K ticari isime sahip karbon fiber prepreglerdir. Çalışmalarda tekyönlü (0°) karbon fiber prepregler kullanılmıştır. Malzemenin ürün veri sayfasına baktığımızda özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Özellikle yüksek enerji etkisinde mükemmel tokluk sağlaması,
- Darbeden sonra yüksek sıkıştırma mukavemeti
- Özellikle orta modüllü karbon elyafı ile elyaf özelliklerinin etkili dağılımı
-Düşük ekzoterm davranışı ile 48mm kalınlığa kadar kalın yapıların basit kürlenmesini sağlaması.

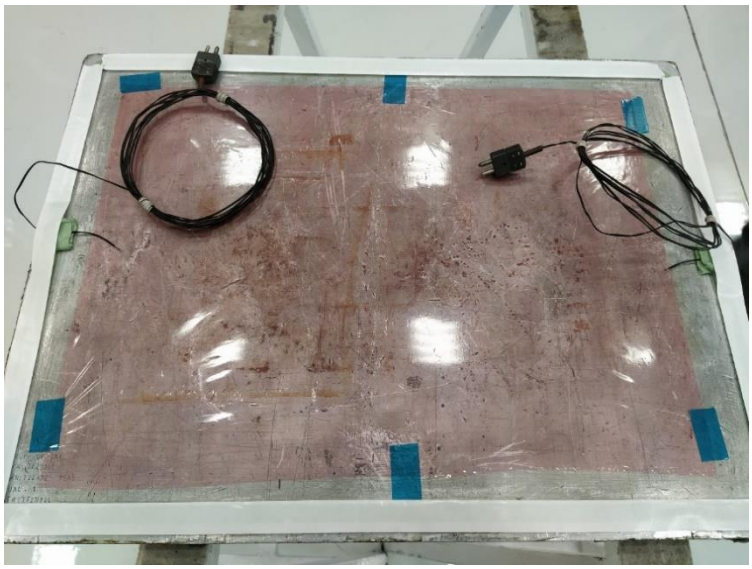
Kullanılan Cihazlar

Prepreglerin kesim işlemi için, Bilgisayardan ayarlanmış teknik resime göre plyların Görsel 7'de gösterilen GERBER cutter cihazında kesimi yapılmıştır.



Görsel 7: Plyların kesimi için kullanılan Gerbercutter makinası

Hazırlanan kompozit plyları otoklav işlemine tabi tutmadan önce serim işlemleri yapılması gerekmektedir. Görsel 8'de serim tablası gösterilmiştir.

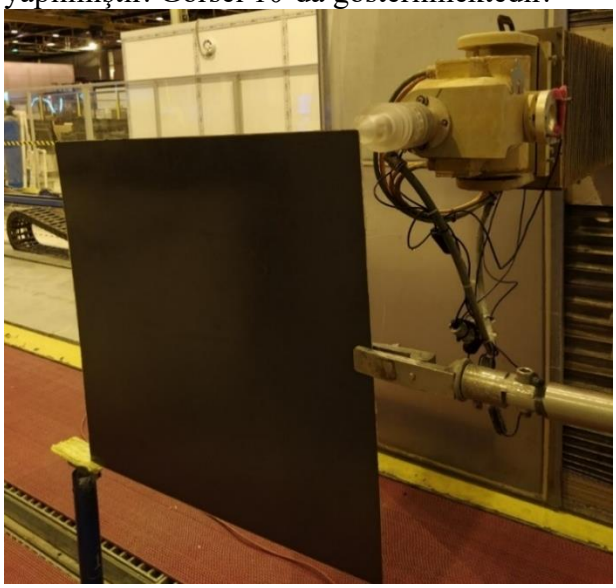


Görsel 8: Hazırlanan serim tablası

Hazırlanan numuneler otoklavda kürlenme işlemine tabi tutulmuştur. Görsel 9'da otoklav fırını gösterilmiştir.

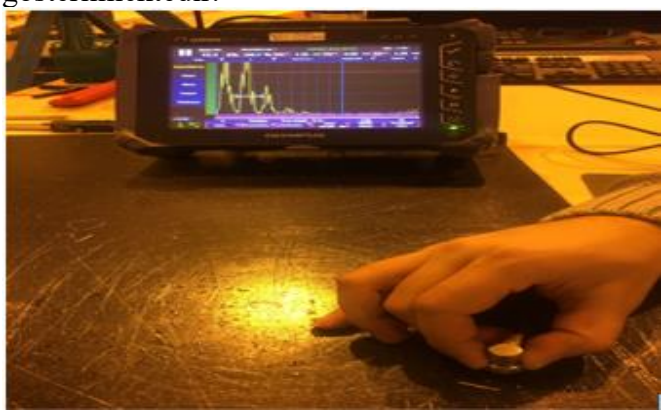
Görsel 9: Otoklav fırını

Numunelerin C-Tarama Ultrasonik Görüntülemesi robotik yarı otomatik ultrasonik cihaz ile yapılmıştır. Görsel 10'da gösterilmektedir.



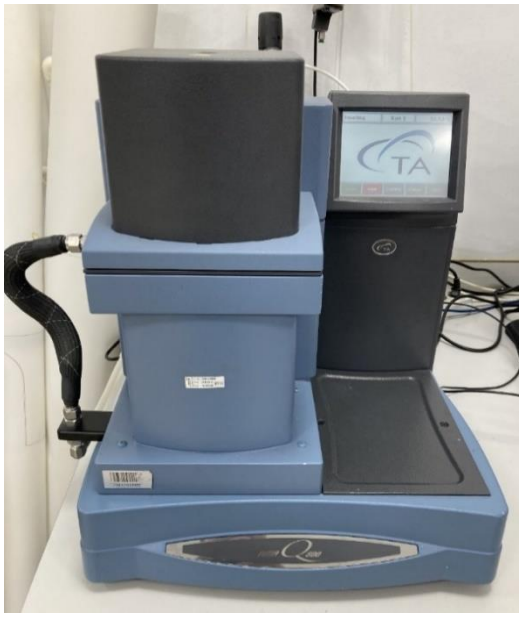
Görsel 10: Robotik yarı otomatik ultrasonik cihaz

Numunelerin A-Taraması Manuel Pulse Eco Cihazında yapılmıştır. Görsel 11'de gösterilmektedir.



Görsel 11: Manuel Pulse Eco cihazı

Dinamik Mekanik Analiz testi Görsel 12'de gösterilen DMA Q800 cihazında yapılmıştır.



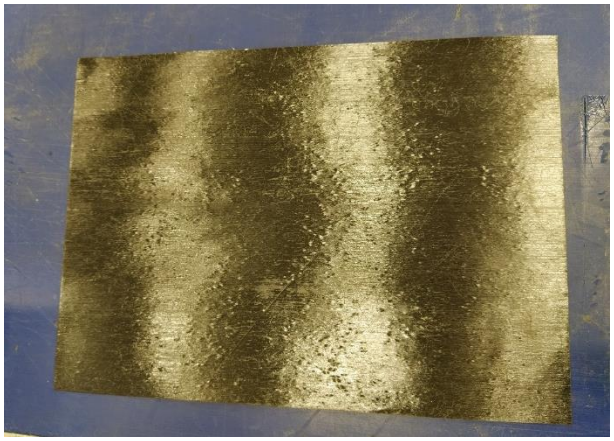
Görsel 12: DMA Q800 cihazı

Katmanlar arası kayma mukavemeti Görsel 13'de gösterilen Instron 5966 model cihaz ile gerçekleştirilmiştir.

Görsel 13: Instron 5966 model cihaz

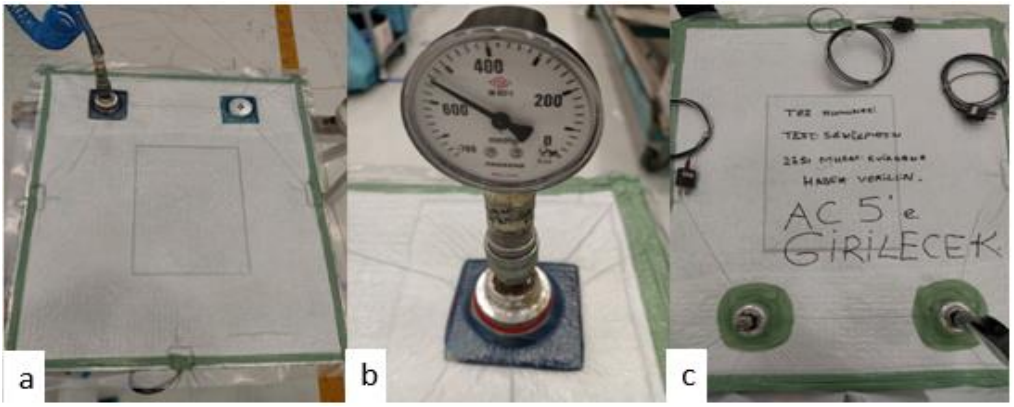
Deneylerin Yapılması

Deneylerde kullanılan karbon takviyeli prepreg malzeme Hexcel firması tarafından üretilen M21 reçine sistemli HexPly M21/34%/UD194/IMA-12K ticari isime sahip karbon fiber prepreglerdir. Çalışmalarda tekyönlü (0°) karbon fiber prepregler kullanılmıştır. 300 mm ve 215 mm boyunda 12 adet tekyönlü ply alınmıştır. Görsel 14'de kullanılan karbon fiberprepregler gösterilmiştir.



Görsel 14: Deneylerde kullanılan karbon prepreg

Serim kalıbı hazırlandıktan sonra kesilen prepreglerin serim işlemi yapılmıştır. Malzemelerin serimden sonra otoklova hazırlanması nem, sıcaklık ve basınç kontrollü temiz odada yapılmıştır. Fiber yönünde fiber prepreglerin serimi yapılmıştır. Vakum işleminde hava akışını sağlaması amacıyla Şekil 3.14'de gösterilen Breather Ultraweave mazlemesi ile kaplanmıştır. Kaplama işlemi öncesi serimleri gerçekleşen prepreglerin üzeri ayırıcı film ile kaplanmıştır. Serim yapılırken sonra otoklavda sızdırma problemi olmaması için etrafına sealant çekilmiştir. Malzeme vakuma alınmıştır. Uygulanan ara vakum değeri 530 mmHg'dir. Görsel 15'de gösterildiği gibi (a) etrafına sealant çekilen (b) vakuma alınan (c) hava akışını sağlayacak vakum çıkışları üzerinde bulunan numune otoklav işlemine alınmıştır.

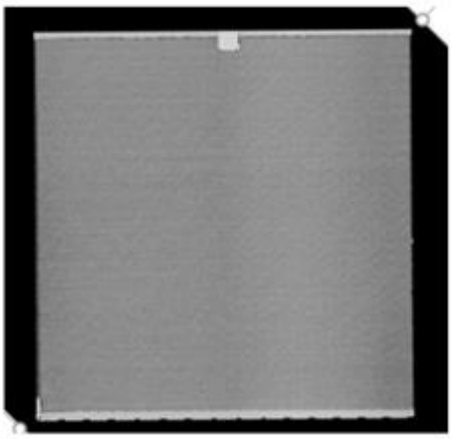


Görsel 15: Otoklav işlemine hazır numune

Birinci durumda 6,9 bar basınca ulaşınca, ikinci durumda 2,7 bar basınca ulaşınca ısıtma işlemi başlatılmıştır. Isıtma ve soğutma hızı dakikada 2,5 °C dir. Malzemenin otoklavda kalış süresi 120 dakika ve sıcaklığı 180°C kadardır. Otoklav içerisinde vakum altında yüksek sıcaklıkta ve farklı basınçlarda prepregler kürlenmiştir. Malzemeye ve kalıba zarar vermemek için kalıptan çıkartma işlemi için teflon spatula kullanılmıştır.

7. SONUÇ

Ultrasonik Görüntüleme Sonucu
Ultrasonik C-Tarama Görüntüsü Görsel 16'de verilmiştir.



Görsel 16: Ultrasonik C-Tarama Görüntüsü

Görsel 17'de gösterildiği gibi Manuel darbe-yankı Methodu ile Ultrasonik A-Tarama Görüntüleme yapılmıştır.

Görsel 17: Ultrasonik A-Tarama Görüntüleme

Bu yapılan ultrasonik görüntüleme testlerinde 2,7 bar basınçta üretilen numunelerde 6,9 bar basınçta üretilen numunelere göre ultrasonik hız düştüğü gözlenmiştir. Bunun sebebi 2,7 bar basınçta üretilen numunelerde boşluk oluşumunun 6,9 bar basınçta üretilen numunelere göre fazla olmasıdır. Ultrasonik inceleme sonrasında 6,9 bar basınçta üretilen numunenin C-tarama ve A-taramaya göre hata içermediği gözlenmiştir.

DMA Testi Sonuçları

Çizelge 2'de görüldüğü gibi 2,7 bar basınçta üretilen numunelerin Tg değerleri minimum 187,50 °C, maksimum 193,44°C olarak ölçülmüştür.

Çizelge 2: 2,7 bar basınçta üretilen numunelerin Tg değerleri

Sıra	Tg (°C)
1	187,50
2	192,35
3	193,44
4	192,81
5	188,79

Çizelge 3'de görüldüğü gibi 6,9 bar basınçta üretilen numunelerin Tg değerleri minimum 195,75 °C, maksimum 205,24 °C olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3: 6,9 bar basınçta üretilen numunelerin Tg değerleri

Sıra	Tg (°C)
1	202,67
2	205,24
3	196,38
4	195,75
5	197,95

Otoklav basıncı düşük olduğunda boşluk oluşumunun engellenmesi yeterli olmadığından katmanlar birbirine zayıf bağlanarak camsı geçiş sıcaklığını düşürmüştür.

ILSS Testi Sonuçları

Çizelge 4'de gösterildiği gibi 2,7 bar basınçta üretilen numunelerin katmanlar arası kayma mukavemeri değerleri: 86,01, 55,18, 59,89, 61,39, 52,46 MPa olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 4: 2,7 bar basınçta üretilen numunelerin ILSS değerleri

Sıra	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Maksimum Yük (N)	ILSS (MPa)
1	10	2	2293,6	86,01
2	10	2	1471,41	55,18
3	10	2	1597,12	59,89
4	10	2	1637,09	61,39
5	10	2	1398,96	52,46

Çizelge 5'de gösterildiği gibi 6,9 bar basınçta üretilen numunelerin katmanlar arası kayma mukavemeri değerleri: 87,03, 95,74, 87,60, 94,01, 89,36 MPa'dır.

Çizelge 5: 2,7 bar basınçta üretilen numunelerin ILSS değerleri

Sıra	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Maksimum Yük (N)	ILSS (MPa)
1	10	2	2320,86	87,03

2	10	2	2553,04	95,74
3	10	2	2335,97	87,6
4	10	2	2507,1	94,01
5	10	2	2382,88	89,36

Otoklav basıncı düşük olduğunda boşluk oluşumunun engellenmesi yeterli olmadığından katmanlar birbirine zayıf bağlanarak camsı geçiş sıcaklığını düşürmüştür. Otoklav basıncı düşük olduğunda boşluk oluşumunun engellenmesi yeterli olmadığından katmanlar birbirine zayıf bağlanarak camsı geçiş sıcaklığını düşürmüştür.

8. KAYNAKLAR

[1] Abramovich H, (2017) Introduction to composite materials in Stability and Vibrations of Thin Walled Composite Structures
[2] ASM Handbook Volume 21: Composites, p. 47
[3] Soutis C. (2015) Introduction: engineering requirements for aerospace composite materials in Polymer Composites in the Aerospace Industry
[4] Sevinç E. (2019) Sürekli Fiber Takviyeli Termoplastik Kompozit Esaslı Çok Katmanlı Piramit Kafes Çekirdekli Çok Hafif Sandviç Plakaların Statik Ve Dinamik İncelemesi
[5] Yalçın E.B. (2012) Farklı Kumaş Ve Farklı Yöntemlerle Üretilmiş Ctp Kompozitlerin Balistik Davranışlarının İncelenmesi
[6] Mortensen A. & Llorca J. (2015) Metal Matrix Composites
[7] Longbiao L. (2020) Introduction and overview of ceramic matrix composite
[8] Prashanth Banakar, (2012) Influence of Fiber Orientation and Thickness on Tensile Properties of Laminated Polymer Composites Int. J. Pure Appl. Sci. Technol, pp. 61-68
[9] Abramovich H. (2017) Introduction to composite materials in Stability and Vibrations of Thin Walled Composite Structures
[10] Gay, D. & Hoa S. (2007) Composite Materials: Design and Application
[11] Mallick P.K. (2017) Processing of Polymer Matrix Composites
[12] Ahmad F. (2022) Optimization of Carbon Fiber Reinforced Plastic Curing Parameters for Aerospace Application
[13] Chen X. (2017) Effect of cure pressure on microstructure and interlaminar shear strength properties of carbon fiber–reinforced plastics with microwave curing

BAZI YABANCI ZEYTİN ÇEŞİTLERİNDE ÇELİKLERİN KÖKLENDİRİLMESİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Doç. Dr., Ebru SAKAR

Harran Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0001-6622-6553

Zir. Yük. Müh. İlyas KARASU

Harran Üniversitesi, ORCID ID:0009-0006-6234-3692

Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU

Adıyaman Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0001-8060-3407

ÖZET

Ülkemizde Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'da yaygın olarak bulunan zeytinliklerimiz, zeytinin kendini yenileyebilme özelliği sayesinde geleneksel üretim teknikleriyle kurula gelmişken, son yıllarda yeni çoğaltma teknikleriyle elde edilen fidanlarla tesis edilen zeytinliklerin sayısında önemli artışlar gözlenmektedir. Zeytin çelikle çoğalabilen bir tür olmakla birlikte, çeşitleri arasında köklenme yeteneği bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu çalışma, Barnea, Frantoio, Picual, Leccino yabancı çeşitleri ile yerli Gemlik çeşidinden bahar döneminde alınan yarı odunsu çeliklerin farklı İndol Bütirik Asit dozu uygulamalarıyla köklenme ve kallus oluşumlarındaki değişimleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma sonucunda 4000 ppm İndol Bütirik Asit uygulamasının zeytin çeliklerinin %36.6 oranında köklenmesini sağladığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, 2000 ppm İndol Bütirik Asit uygulamasının zeytin çeliklerinin %24.6 'sının köklenmesini sağladığı ancak Kontrol (0 ppm) grubunun %7.3 ile en düşük köklenme oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Çelikle zeytin üretiminde, kallus oluşumu ve köklenmeyi arttırması nedeniyle IBA kullanımının gerekli olduğu kanaatine varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: zeytin, çelik, kallus, köklendirme, IBA

INVESTIGATIONS ON THE ROOTING OF STEEL IN SOME FOREIGN OLIVE VARIETIES

ABSTRACT

While olive orchards, which are common in Marmara, Aegean, Mediterranean and Southeastern Anatolia in Türkiye, have been established with traditional production techniques thanks to the self-renewal feature of olives, significant increases have been observed in the number of olive orchards established with saplings obtained with new propagation techniques in recent years. Although olive is a species that can reproduce by cuttings, there are significant differences in rooting ability among its varieties. This study was carried out to determine the changes in rooting and callus formation of semi-woody cuttings taken from Barnea, Frantoio, Picual, Leccino foreign cultivars and native Gemlik cultivar in spring with different Indole

Butyric Acid doses. As a result of the study, it was determined that 4000 ppm Indole Butyric Acid application provided 36.6% rooting of olive cuttings. However, it was determined that the 2000 ppm Indole Butyric Acid application enabled 24.6% of olive cuttings to root, but the Control (0 ppm) group had the lowest rooting rate with 7.3%. It has been concluded that using IBA is necessary for producing olives with cuttings, as it increases callus formation and rooting.

KEY WORDS: olive, steel, callus, rooting, IBA

1. GİRİŞ

M.Ö. 4000 yılından günümüze kadar insanoğlu tarafından yetiştiriciliğinin yapıldığı arkeolojik çalışmalarla kanıtlanan zeytin (*Olea europea* L.), bu tarihsel süreç boyunca birçok efsane, mit, hikâye içerisinde konu edilmiş, eski uygarlıklara ait yazıtlarda ve metinlerde yer almış ve hatta semavi dinlerin kutsal kitaplarında bahsedilen az sayıdaki bitkilerden biri olmuştur. Zeytin bitkisinin gen merkezi, Güneydoğu Anadolu'nun da içinde yer aldığı Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya'dır. Zeytin yetiştiriciliğinin, bitkinin gen merkezi olan bu coğrafyadan günümüzde yetiştiriciliğinin yapıldığı dünyanın diğer bölgelerine üç koldan yayıldığı düşünülmektedir. Bunlardan birincisi Mısır üzerinden Tunus ve Fas; ikincisi Anadolu boyunca batıya doğru ve sonra Ege Adaları, Yunanistan, İtalya, İspanya ve üçüncüsü de günümüz İran sınırları üzerinden Pakistan, Çin rotalarını oluşturmaktadır (Özkaya ve ark., 2010).

Zeytinin kültüre alış süreci boyunca, zeytin yetiştiriciliği yapan eski uygarlıklarda zeytinyağı üretimi ve depolanması yapılmıştır. Nitekim zeytinyağı, Akdeniz'e kıyısı olan bu uygarlıklarda yaşayan insanların önemli bir gıdası haline gelmiştir. Bu durum doğal olarak zeytinyağının ticaretinin yapılmasına neden olmuş ve Akdeniz ticaretinin başlamasında ve gelişmesinde de rol oynamıştır. Elbette ki zeytin yağının geçmiş uygarlıklarda yalnızca bir besin maddesi olarak değil aynı zamanda ışık kaynağı, sağlık ve güzellik iksiri olarak da kullanılması, kendisine verilen önemin ve değerin nedenleri arasındadır. Zeytin yetiştiriciliği günümüzde dünya üzerindeki beş kıtada, Kuzey ve Güney yarım kürede özellikle Akdeniz iklimine sahip 30° - 45° derece enlemler arasındaki alanlarda sürdürülmektedir. Bununla birlikte İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Türkiye, Suriye, Fas ve Portekiz dünya zeytinyağı üretimini %90'dan fazlasını tek başına sağlamaktadır (Öztürk ve ark., 2010).

Yaprakları ve kökleri haricinde diğer bütün organları ile çoğaltılabilen bir meyve türü olan zeytinin çoğaltılmasında; dip sürgünleri, kalın dal çelikleri ve yarı odun çelikleri gibi vejetatif organları yaygın olarak kullanılmaktadır (Dağ, 1985; Çavuşoğlu ve Çakır, 1988). Bu çoğaltma yöntemlerinde arasında yaygın olarak tercih edilen yöntem yarı odun çelikleri ile çoğaltmadır. Nitekim bu yöntemle zeytin çoğaltması yapıldığında; bitkiye daha az zarar verilmekte ve elde edilen fidanlarda gençlik kısırlığı süresi çok daha kısa olmaktadır (Çelik ve ark., 2005).

Türkiye'de zeytin fidanı üretimi, 1970'li yıllardan itibaren "mist propagation" metodunun kullanılmaya başlanmasıyla birlikte artmıştır (Aykas, 1998). Ayrıca zeytin fidanı üretiminde çelikle çoğaltmanın kolay ve ekonomik bir metot olması, bu metodun üreticiler tarafından hızla benimsenmesini de sağlamıştır. Zeytin çelikle çoğaltılabilen bir meyve türü olmakla birlikte çeliklerinin köklenme yeteneği bakımından zeytin çeşitleri arasında göz ardı edilemeyecek farklılıklar vardır. Bu nedenle çelikleri zor köklenen zeytin çeşitlerinde köklenme oranının

artırılmasına yönelik çalışmalar ve araştırmalar günümüzde halen yürütülmekte ve güncelliğini korumaktadır. Çelikle çoğaltmanın doğası gereği bunlar kullanılarak elde edilen fidanların oluşturacağı ağaçlar, genotipik olarak çeliği alınan donör (ana) ağaçlara benzeyecekleri için donör ağaçların ve bunlardan alınacak çelik materyalinin seçimi büyük dikkat gerektirmektedir. Birçok araştırmacı çelik alınacak donör ağaçların; hastalık ve zararlılardan ari, verim çağına ulaşmış, kuvvetli gelişen ve verimliliği yüksek olan ağaçlar olması gerektiğini bildirmektedir. Ayrıca bu ağaçlardan çelik materyali olarak değerlendirilmesi düşünülen dalların pişkin ve kuvvetli olması gerekmektedir (Gözel, 2006).

Diğer meyve türlerinde de görülebildiği gibi zeytinlerde çelikle yapılan çoğaltımda karşılaşılan en büyük sorun, bazı çeşitlerin zor köklenmesidir. Dünya ‘da ve ülkemizde kolay köklenen zeytin çeşitleri olduğu gibi zor köklenen zeytin çeşitleri de bulunmaktadır (Çelik ve ark., 2005). Zeytin çeşitleri arasındaki bu köklenme farklılıkları, araştırıcıları köklenmeyi etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik çalışmalara yönlendirmiştir. Gerek zeytinlerde gerekse diğer bitki türlerinde yapılan araştırmalar, çeliklerin köklenmesi üzerinde birçok çevresel ve içsel faktörün etkili olduğunu ortaya koymuştur (Hartmann ve ark., 1997). İçsel faktörler arasında en çok dikkat çekeni ve araştırmalara konu olanı bitki hormonlarıdır.

Bitkiler üzerinde yapılan araştırmalar, bitkilerin büyümesi ve gelişmesini düzenleyen doğrudan bitkiler tarafından sentezlenen ve dokularda çok küçük miktarlarda bulunmasına karşın biyokimyasal faaliyetlerinin çoğuna etki eden bazı organik maddelerin varlığını ortaya çıkarmıştır. Diğer canlılarda da yaşamsal faaliyetlerde yer alan ve onları düzenleyen organik maddelere verilen “hormon” adından yola çıkarak bitkilerdeki bu organik maddelere “fitohormon” ya da “bitki hormonu” adı verilmiştir (Algül ve ark., 2016). Fitohormonlar bitkilerdeki biyokimyasal faaliyetleri tek başlarına ya da birlikte değiştirebilmekte bunun yanı sıra bitki gelişimini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilmektedirler (Sezgin ve Kahya, 2018). Bazı fitohormonlar bitkilerin diğer yaşamsal faaliyetlerinde yer aldıkları gibi bitkilerden alınan çeliklerin köklenme kabiliyetini de etkileyebilmektedirler. Bitkilerde köklenmeyi teşvik eden fitohormonlar, “Oksin” grubu altında yer almakta ve doğal olarak bitkilerde sentezlenebildikleri gibi yapay koşullarda da üretilebilmektedirler (Çetin, 2014).

Fitohormonların kimyasal formüllerinin yapay koşullarda taklit edilmesi yoluyla elde edilen kimyasallara büyümeyi düzenleyici madde (BDM) adı verilmektedir (Ağaoğlu ve ark., 2012). Doğal fitohormonlar arasında dünyada en yaygın kullanılanı Etilen grubu (%23)’dur. Bunu Oksin (%20) ve Gibberellin (%17) grupları takip etmektedir (Barut, 1995). Bu gruplardan biri olan Oksin grubunda yer alan fitohormonlar, bitki büyümesini teşvik edici fitohormonlar olarak bildirilmektedir (Walsh, 2003). Aynı zamanda Oksin grubunda yer alan fitohormonların yapay koşullarda elde edilmiş türevleri, tarımsal üretimde kullanılan en eski BDM’lerdir (Halloran ve Kasım, 2002). Oksin BDM’leri genel olarak bitkilerde hücre genişlemesine ve büyümesine neden olan maddeler olup; hücre uzaması, doku gelişimi ve kök teşekkülü bu maddelerin kullanımı ile teşvik edilebilmektedir (Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, bitkilerin çelikler çoğaltılmasını teşvik etmek amacıyla Oksin grubunda yer alan Indol Asetik Asit (IAA), Indol Butirik Asit (IBA) ve Naftalen Asetik Asit (NAA) gibi fitohormonlar ve bunların değişik konsantrasyonları denenmişse de çoğaltılmak istenen türlere, bu türe ait çeşitlere ve hatta kullanılan çelik tiplerine bağlı olarak

farklı sonuçlar elde edilmiştir (Gil-Albert ve Boix, 1978; Kaushik ve Shukla, 2020). Her ne kadar yapılan araştırmalarda Oksin grubu hormonların genel olarak bitki çeliklerinde kök oluşturma kabiliyetini olumlu yönde etkilediği kanıtlanmışsa da bu etkiyi de sınırlayan bazı faktörler vardır. Bitkilerin genetik yapıları, rejenerasyon yetenekleri, donör bitkinin yaşı, beslenme durumu ve hormonal seviyesi, çelik alma zamanı, çelik tipi ve çoğaltma ortamının koşulları bu faktörlerden bazılarıdır (Hartmann ve ark., 1997; Schaberg ve ark., 2000; Ahmed ve ark., 2002).

Bu çalışma, Oksin grubu hormonlardan biri olan IBA'nın farklı bitki türlerine ait çeliklerin köklenmesi üzerine literatürde belirtilen etkilerinin zeytin çeşitlerinde de görülüp görülmediğinin belirlenmesi ve en uygun uygulama dozunun saptanması amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada kontrol dahil 3 farklı IBA dozunun, 5 farklı zeytin çeşidine ait çeliklerin köklenmesi üzerine etkisini incelenmiştir.

2. MATERYAL ve METOD

2.1. Materyal

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye Müdürlüğü bünyesindeki cam sera ve Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüştür. Adana Bilici Tarım işletmesinde yetiştirilen zeytin ağaçlarından Barnea, Frantoio, Leccino, Picual ve Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme bahçesinde bulunan Gemlik zeytin çeşidinden alınan bir yıllık sürgünlerin çelikleri bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmada çelikleri kullanılan zeytin çeşitlerinin bazı özellikleri Çizelge 1.'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada çelikleri incelenen zeytin çeşitlerinin bazı özellikleri

Çeşit	Menşei	Yayılım	Ağaç Özellikleri	Meyve Özellikleri
Barnea	İsrail	İsrail, Filistin, Ürdün, Avustralya, Arjantin, Yeni Zelanda	Ağaçları kuvvetli ve dik büyür ancak meyve dalları incedir. Tacı ise gevşek ve açıktır. Dikim sonrası üçüncü yılda ticari verim çağına ulaşabilir.	Meyvesi orta büyüklükte uzamış, eğik, geniş tabanlı ve tepesi dardır. Genelde bir meme ile biten yeşil meyve kaba bir yüzeye sahiptir.
Frantoio (Frantoiano, Correggiolo, Raggio Gentile, Razzo)	İtalya (Toskana)	İtalya, İspanya, Avusturya, ABD, Şili, Arjantin, Ürdün	Ağaçları orta kuvvette gelişim gösterir. Tacı uzun ince yapıdadır. Meyve dalları yarı-sarkık yapıdadır. Yaprakları orta boylu, parlak koyu yeşil renkli, mızrak ve elips şeklindedir.	Yağlık bir çeşittir. Verimliliği ve kalitesi yüksek olduğu için geniş bir coğrafyada yetiştirilmektedir.
Leccino (Leccio)	İtalya (Toskana)	İtalya, Arjantin, Avustralya, Ürdün,	Ağaçları kuvvetli gelişim gösterir. Tacı geniştir ve ucu kıvrık, çok-sarkık küçük dallara sahiptir.	Meyveleri sert çekirdekli, orta uzunlukta 2–2.5 g ağırlığında, elipsoidal ve yuvarlak uçludur.

		İsrail, Yeni Zelanda		Olgunlaşması erken ve eş zamanlıdır. Tozlayıcı çeşide ihtiyaç duyulmaktadır.
Picual	İspanya	İspanya	Yıllık büyüme orta ve genellikle yanal yönlüdür. Yıllık sürgünleri orta düğümden itibaren gri renklidir. Yaprakları düzgün, biraz içe kıvrılmış, üst yüzeyi parlak koyu yeşil ve alt yüzeyi gri – yeşil renklidir.	Yağlık bir çeşittir. Yağ içeriği taze ağırlık bazında %21 – 25 arasında değişmektedir. Meyveleri genellikle 3-5 g ağırlığındadır.
Gemlik	Türkiye	Türkiye	Ağaçları orta kuvvette gelişir. Verimliliği yüksektir ve düzenlidir. Soğuğa kısmi tolerans gösterir.	Sofralık bir çeşittir. Meyveleri erken olgunlaşır ve eti çekirdekten kolay ayrılır. Kısmen kendine verimlidir.

2.2. Metot

2013 yılının vejetasyon döneminde (Nisan ayının ilk haftası), çalışma kapsamında incelenen zeytin çeşitlerinin genç (yıllık) sürgünleri ağaçlardan kesilerek alınmıştır. Çeliklerin alt kısmının yaprakları dikkatlice koparılıp ayrılmış ve her çeşide ait 4-6 yapraklı, 15-20 cm uzunluğunda 90 adet çelik hazırlanmıştır (Şekil 1). Çalışmada zeytin çeliklerinin gelişimi üzerine IBA dozlarının etkisini belirlemek amacıyla, Indol-3 Bütirik Asit (IBA)'in kontrol dahil üç dozu (Kontrol-0 ppm, 2000 ppm, 4000 ppm) hazırlanmış ve çeliklerin dip kısmı hızlı daldırma (10 sn) yöntemi ile IBA karışımlarına daldırılmıştır. Ardından çelikler, önceden perlit-torft (1:1 v/v) karışımı doldurulmuş olan köklendirme kasasına (tavasına) dikilmiştir. Çeliklerin üzeri %75'lik net örtü ile örtülmüş, düzenli olarak sisleme sistemiyle sulanmış ve iki haftada bir sisleme sisteminden fungusit uygulaması yapılmıştır (Şekil 1).

Şekil 1. Çeliklerin hazırlanması (*a*), dikimi (*b*) ve bakımı (*c*)

Köklendirme kasasında 90 gün boyunca yetiştirilen zeytin çelikleri bu sürenin sonunda sökülmüş ve kök teşekkül etme ile kallus oluşturma durumları incelenmiş, elde edilen bulgular oransal (%) ifade edilmiştir. Buna ek olarak hem kök hem de kallus oluşumu gözlenmeyen çelikler ıskarta çelik olarak nitelendirilmiş ve oranları (%) saptanmıştır. Elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında incelenen zeytin çeşitlerine ait çeliklerin köklenmesi üzerine IBA uygulamalarının etkilerine ilişkin bulgular Çizelge 2.'de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; çeşit x doz interaksiyonunda yer alan gruplar, köklenme oranları bakımından birbirlerinden farklılık göstermiştir. Bununla birlikte söz konusu gruplar içerisinde en yüksek köklenme oranına sahip olanı Barnea/4000 ppm (%40.0), en düşük köklenme oranına sahip olanı ise Gemlik/Kontrol (%3.3) olarak saptanmıştır. Çalışma kapsamında incelenen zeytin çeşitleri, çeliklerine uygulanan IBA dozlarından bağımsız olarak karşılaştırıldıklarında; en yüksek köklenme oranına Picual (%27.7), en düşük köklenme oranına ise Frantoio (%12.2) çeşidinin sahip olduğu belirlenmiştir. Öte yandan Picual, Barnea, Leccino ve Gemlik çeşitleri, çeliklerinin köklenme oranı bakımından aynı istatistiki grupta yer almış ve bu yönüyle benzerlik göstermişlerdir.

Çizelge 2. Farklı zeytin çeşidi çeliklerinin köklenme oranı (%) üzerine IBA uygulamalarının etkileri

Çeşitler/Dozlar	**4000 ppm**	**2000 ppm**	**Kontrol**	***Çeşit Ortalaması***
Barnea	40.0 a*	20.0 dc	13.3 de	24.4 A*
Picual	36.6 ab	40.0 a	6.6 e	27.7 A
Leccino	40.0 a	26.6 bc	6.6 e	24.4 A
Frantoio	26.6 bc	3.3 e	6.6 e	12.2 B
Gemlik	40.0 a	33.3 ab	3.3 e	25.5 A
Doz Ortalaması	36.6 A*	24.6 B	7.3 C	
LSD Çeşit x Doz: 5.00				
LSD Çeşit: 2.85				
LSD Doz: 2.24				

*Çeşit x Doz, Çeşit ve Doz gruplarında farklı harflerle belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Zeytin çeliklerinin köklenme oranları, incelenen zeytin çeşitlerinden bağımsız değerlendirildiğinde; çeliklere uygulanan IBA dozlarının istatistiksel olarak anlamlı etkilerinin olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Elde edilen bulgular, zeytin çeliklerinin dip kısımlarına dikim öncesi uygulanan IBA dozunun artışına bağlı olarak çeliklerin köklenme oranlarının da arttığını göstermiştir. Zeytin çeliklerine uygulanan 4000 ppm'lik IBA dozu, çeliklerde ortalama %36.6 köklenme oranının elde edilmesini sağlamış ve bu oran IBA uygulanmayan çeliklere kıyasla 5 kat yüksek bulunmuştur. Şeker ve ark. (2010) kocayemiş çeliklerinde, Kara ve ark. (2011) ise biberiye, çördükotu ve adaçayında yaptıkları çalışmada 4000 ppm IBA dozunun köklenmeyi ve köklerin niteliğini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Araştırıcıların elde ettikleri sonuçlarla, bizim çalışmamızda elde edilen bulgular paralellik göstermektedir.

Farklı İndol Bütirik Asit dozu uygulamalarının, 5 farklı zeytin çeşidine ait çeliklerin kallus oluşturma oranları üzerindeki etkilerine ilişkin saptamış olduğumuz bulgular Çizelge 3.'de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; çeşit x doz interaksiyonunda yer alan gruplar istatistiksel olarak birbirlerinden farklılık göstermişler ve en yüksek kallus oluşturma oranına Leccino/Kontrol (%60.0) grubu sahip olmuştur. Bununla birlikte Picual/4000 ppm, Gemlik/4000 ppm, Gemlik/2000 ppm ve Frantoio/Kontrol gruplarının hem aynı istatistiki grupta yer aldıkları hem de oldukça düşük kallus oluşturma oranına sahip oldukları tespit

edilmiştir. İncelenen çeşitler, çeliklerinin kallus oluşturma oranlarına göre IBA dozlarından bağımsız değerlendirildiklerinde en yüksek orana Leccino çeşidinin sahip olduğu ve bu çeşidi sırasıyla Picual, Frantoio, Barnea ve Gemlik çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 3. Farklı zeytin çeşidi çeliklerinin kallus oluşturma oranı (%) üzerine IBA uygulamalarının etkileri

Çeşitler/Dozlar	**4000 ppm**	**2000 ppm**	**Kontrol**	***Çeşit Ortalaması***
Barnea	30.0 de*	36.6 cd	26.6 de	31.1 BC*
Picual	20.0 e	46.6 bc	50.0 ab	38.8 B
Leccino	36.6 cd	56.6 ab	60.0 a	51.1 A
Frantoio	36.6 cd	56.6 ab	20.0 e	37.7 B
Gemlik	23.3 e	23.3 e	26.6 de	24.4 C
Doz Ortalaması	29.3 C*	44.0 A	36.6 B	
LSD Çeşit x Doz: 6.02				
LSD Çeşit: 3.67				
LSD Doz: 2.59				

*Çeşit x Doz, Çeşit ve Doz gruplarında farklı harflerle belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Bu çalışmada çelikleri kullanılan zeytin çeşitleri inceleme dışında bırakıldığında; çeliklerin kallus oluşturma oranı üzerinde IBA dozlarının tek başına istatistiki olarak anlamlı etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Buna karşın IBA dozlarının zeytin çeliklerinin kallus oluşturma oranları üzerindeki etkileri tek yönlü değildir. Bir başka ifade ile 2000 ppm IBA uygulaması, hem 4000 ppm hem de Kontrol uygulamasına göre daha fazla sayıda çelikte kallus oluşumuna neden olmuştur. Bu durumun nedeni; zeytin çeliklerine uygulanan IBA ‘nın çeliklerin metabolik faaliyetlerini hızlandırarak çeşide özgü köklenme veya kallus oluşturma eğilimi teşvik etmesi olabilir. Nitekim Çelik ve Özkaya (1999), zor ve kolay köklenen zeytin çeşitlerine ait çeliklerin köklenmeyle ilişkili olarak anatomik yapılarında bir farklılık olmadığını ancak çeliklerdeki metabolik aktivitenin kök teşekkülü yerine kallus oluşumunda kullanıldığını bildirmişlerdir. Gerakakis ve Özkaya (2005) ise Domat ve Ayvalık çeşitlerine ait çeliklerin farklı köklendirme ortamlarındaki köklenme durumlarını inceledikleri çalışmada, Domat çeşidi çeliklerinde kök teşekkülü olmamasına karşın %70 oranında kallus oluşumunun meydana geldiğini bildirmişlerdir. Bu yönüyle bulgularımız literatürle benzerlik göstermektedir.

Çalışmada incelediğimiz farklı zeytin çeşidi çeliklerine uygulanan değişik IBA dozlarının, çeliklerin köklenmeme (ıskartaya çıkma) oranları üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular Çizelge 4.’de sunulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; çeşit x doz interaksiyonunda yer alan gruplardan Frantoio/Kontrol ve Gemlik/Kontrol istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve en yüksek köklenmeme oranlarına sahip olmuşlardır. Bununla birlikte zeytin çeşitleri, IBA dozlarından bağımsız olarak karşılaştırıldıklarında; Barnea, Frantoio ve Gemlik çeşitlerinin, çeliklerde köklenmeme oranı bakımından benzer nitelikte ve incelenen diğer iki çeşide göre daha yüksek oranlara sahip oldukları görülmüştür. Çeliklere uygulanan IBA dozları, tek başlarına köklenmeme oranına istatistiksel olarak anlamlı etki etmişlerdir. 4000 ppm ve 2000 ppm IBA dozu uygulanan çelikler Kontrol grubuna göre daha düşük köklenmemeye sahip bulunmuşlardır.

Çizelge 4. Farklı zeytin çeşidi çeliklerinin köklenmeme (ıskartaya çıkma) oranı (%) üzerine IBA uygulamalarının etkileri

Çeşitler/Dozlar	4000 ppm	2000 ppm	Kontrol	*Çeşit Ortalaması*
Barnea	30.0 de*	43.3 c	60.0 b	44.4 A*
Picual	43.3 c	13.3 f	43.3 c	33.3 B
Leccino	23.3 ef	16.6 f	33.3 cde	24.4 B
Frantoio	36.6 cd	40.0 cd	73.3 a	50.0 A
Gemlik	36.6 cd	43.3 c	70.0 a	50.0 A
Doz Ortalaması	34.0 B*	31.3 B	56.0 A	
LSD Çeşit x Doz: 0,544				
LSD Çeşit: 0.404				
LSD Doz: 0,243				

*Çeşit x Doz, Çeşit ve Doz gruplarında farklı harflerle belirtilen değerler arasında istatistiksel olarak farklılık vardır.

Hartmann ve Kester (1983), çelikle çoğaltmada başarının ve yüksek oranda köklenmenin elde edilebilmesi için 3 temel unsura (donör bitkinin içsel durumu, çeliğin hazırlanması ve dikimi arasındaki uygulamaların niteliği, köklenme ortamının koşulları) dikkat edilmesi gerektiğini bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, araştırmacıların bildirdiği unsurlardan biri olan donör bitkinin içsel durumunun çeliklerin köklenmesini etkilediği değerlendirmesini desteklemektedir. Nitekim zeytin çeliklerine dışarıdan uygulanan IBA dozları genel olarak köklenme ve kallus oluşumunu teşvik etmiştir. Elde ettiğimiz bu bulgulara göre; çeliklere donör bitkiden gelen doğal Oksin türevi fitohormonların miktarının da köklenmeyi ve hatta kallus oluşumunu doğrudan etkileyebileceği söylenebilir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Zeytin çeliklerinde kallus oluşum ve köklenme oranları göz önüne alındığında; IBA uygulamalarından 2000 ppm'in %68.6, 4000 ppm'in ise %65.9 oranında çeliklerin gelişimini teşvik ettiği görülmüştür. Buna karşın IBA uygulanmayan Kontrol grubu çeliklerinden yalnızca %7.3'ünde kök oluşmuş ve çok sayıda çelik (%56.0) ıskartaya çıkmıştır. Fidancılık için önemli bir kriter olan çelik randımanı hem üretilmesi planlanan fidan sayısını hem de üretimde oluşan kayıplar birim fidan maliyetini etkilemektedir. Düşük çelik randımanının elde edilmesi, çelikle üretimi yapılan meyve türlerine ait fidanların fiyatının artmasına da neden olmaktadır. Bu nedenle çelikle zeytin fidanı üretiminde randımanın arttırılması için dikim öncesi fidanlara IBA uygulamalarının yapılması gerektiği, bu çalışmadan elde edilen bulgulara dayanarak söylenebilir. Bunun yanı sıra her ne kadar 2000 ppm IBA dozu zeytin çeliklerinde kallus oluşum oranını 4000 ppm IBA dozuna göre daha fazla arttırmışsa da zeytin çeliklerinin çoğaltılmasında 4000 ppm IBA dozunun kullanımı kök oluşum oranını arttırması nedeniyle daha uygun bulunmuştur.

EKLER

Bu çalışma İlyas Karasu'nun aynı isimli yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

KAYNAKLAR

Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, İ., Yanmaz, R. (2012). Genel bahçe bitkileri (4.baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.

Ahmed, M., Laghari, M.H., Ahmed, I., Khokhar, K.M., 2002. Seasonal variation in rooting of leafy olive cuttings. *Asian Journal of Plant Sciences*, 1(3): 228-229.

Algül, B.E., Tekintaş, F.E., Dalkılıç, G.G., 2016. Bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı ve içsel hormonların biyosentezini arttırıcı uygulamalar. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 87-95.

Aykas, B. 1998. Zeytinin yetişme koşulları, tesisi ve modern zeytincilik, zeytin yetiştiriciliği kursu. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Yayınları, No:61, Bornova-İzmir, 221s.

Barut, E., 1995. Gelecekte bahçe bitkilerinde büyüme düzenleyici maddelerin kullanımı. *Derim*, 7(2): 51-73.

Çavuşoğlu., A., Çakır, M., 1988. Modern zeytincilik. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, Ankara, 303s.

Çelik., M, Özkaya., M.T, Polat., M, Çakır., E., 2005. Kolay ve zor köklenen zeytin (O*lea europae* L.) çeşitlerinde bazı içsel hormonların düzeyleri ile köklenme arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Kesin Raporu, Proje No: 2000-11-01-001, Ankara.

Çelik, M., Özkaya M., 1999. Kolay ve zor köklenen zeytin (*Olea europaea* L.) çeliklerinde köklenme süresince anatomik yapıdaki değişimin belirlenmesi. Türkiye III. Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül, Ankara.

Çetin, V., 2014. Meyve ve sebzelerde kullanılan bitki gelişmeyi düzenleyiciler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 12(2): 40-50.

Dağ, O., 1985. Zeytin üretim metodları. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, No:33, Ankara, 18s.

Gerakakis, A.Ç., Özkaya, M.T. (2005). Effects of cutting size, rooting media and planting time on rooting of Domat and Ayvalik olive (*Olea europaea* L.) cultivars in shaded polyethylene tunnel (Spt). *Journal of Agricultural Sciences*, 11(3): 334-338.

Gil-Albert, F., Boix, E., 1978. Effects of treatment with IBA on rooting of ornamental conifers. *Acta Horticulture*, 79: 63-77.

Gözel, H., 2006. Kilis yağlık ve Nizip yağlık zeytinin çeşitlerinde tohumların çimlenme ve çeliklerin köklenme durumlarının belirlenmesi üzerinde bir araştırma. Kahramanmaraş

Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 56s.

Halloran, N., Kasım, M.U., 2002. Meyve ve sebzelerde büyüme düzenleyici madde kullanımı ve kalıntı düzeyleri. *Gıda*, 27(5): 351-359.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., 1993. Plant propagation: principles and practices. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 647p.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F., Geneve, Y.R., 1997. Plant propagation: principles and practices (6th Ed.). Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 770p.

Kara, N., Baydar, H., Erbaş, S., 2011. Farklı çelik alma dönemleri ve IBA dozlarının bazı tıbbi bitkilerin köklenmesi üzerine etkileri. *Derim*, 28(2): 71-81.

Kaushik, S., Shukla, N., 2020. A review on effect of IBA and NAA and their combination on the rooting of stem cuttings of different ornamental crops. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(3): 1881-1885.

Kumlay, A.M., Eryiğit, T., 2011. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: bitki hormonları. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(2): 47-56.

Özkaya, M.T., Tunalıoğlu, R., Eken, G., Ulaş, M., Tan, M., Danacı, A., İnan, N., Tibet, Ü., 2010. Türkiye zeytinciliğinin sorunları ve çözüm önerileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara, ss.515-537.

Öztürk, F., Yalçın, M., Varol, N., 2010. Ege bölgesinde konvansiyonel ve organik zeytin yetiştiriciliğinin ekonomik analizi. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran – 1 Temmuz 2010, Erzurum, ss.90-94.

Schaberg, P.G., Snyder, M.C., Shane, J.B., Donnelly, J.R., 2000. Seasonal patterns of carbohydrate reserves in red spruce seedlings. *Tree Physiology*, 20(8): 549-555.

Sezgin, M., Kahya, M., 2018. Phytohormones. *Bitlis Eren University Journal of Science and Technology*, 8(1): 35-39.

Şeker, M., Akçal, A., Sakaldaş, M., Gündoğdu, M.A., 2010. Farklı çelik alma dönemleri ile oksin dozlarının kocayemişin (*Arbutus unedo* L.) köklenme oranı üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1): 99-108.

Walsh, C.S., 2003. Plant Hormones. *In: Concise encyclopedia of temperate tree fruit*. Baugher T.A and Singha (Edit.). 245-250, Haworth Press, ISBN 1560229411.

TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN ENDEMİK KAPADOKYA/PERİ HAVACİVAOTU (*ALKANNA CAPPADOCICA* Boiss. & Bal., BORAGINACEAE)'NUN GÖVDE VE YAPRAK ANATOMİSİ

Şeyma BOYAR
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, seymacetin50@gmail.com– 0000-0003-3687-7480

Gençay AKGÜL
Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, akgulgencay@gmail.com - 0000-0003-2823-3706

ÖZET

Bu çalışmada, Hodangiller (Boraginaceae) ailesinden, Havaciva otu (Alkanna Tausch) cinsine bağlı endemik Kapadokya/Peri Havacivaotu (*Alkanna cappadocica* Boiss. & Balansa) türünün gövde ve yaprak anatomisi incelenmiştir. Türe ait örnekler arazi çalışmaları sırasında Nevşehir ili çevresinden toplanmıştır. Araziden toplanan bitki örneklerinin teşhisler Türkiye Florası adlı eser dikkate alınarak yapılmış ve bir kısmı kurutularak, herbaryum materyali haline getirilmiştir. Taze olan bitki örneklerinin bir kısmı ise % 70'lik etil alkolde fikse edilerek, anatomik incelemelerde kullanılmak üzere muhafaza edilmiştir. Anatomik incelemelerde bitkinin gövde ve yapraklarından, türe ait birden çok örnek üzerinde, elle birden fazla enine ve yüzeysel kesitler alınmıştır. Preparatların bir kısmı safranin-fastgreen ikili boyama yöntemi ile boyanmıştır. Preparatlar ışık mikroskobunda incelenerek, fotoğrafları çekilmiştir. Fotoğraflar üzerinde Ala Met, S. 0.06 programı ile hücre çap ölçümleri yapılmıştır. Türün gövdesine ait enine kesitinde genel görünüşünün daireye yakın bir şekle sahip olduğu görülmüştür. En dış kısımda tek sıra halinde dizilmiş ve ovalimsi hücrelerden oluşmuş epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis tabakasının üzerinde örtü ve salgı tüyleri yer almaktadır. Epidermisin altında ise 3-4 sıralı, kollenkima tabakası ve çok sıralı hücrelerden oluşan parankima tabakası bulunmaktadır. Gövdede korteks ve iletim demeti bölgesi arasında çok hücre sıralı sklerenkimatik halkalar yer almaktadır. Kambiyum tabakası belirgin olup, ksilem doku daha geniştir. Oval hücrelerden oluşan öz bölgesi büyük bir alanı kaplamaktadır. Yaprak enine kesitinin görünüşü ise genişçe bir V harfi şeklinde ve ekvifasiyaldir. En dışta kutikula tabakası ve altında tek sıralı epidermis görülmektedir. Palizat ve sünger parankimaası ayrımı belirgindir. Palizat parankimaası genellikle 2 sıralı, sünger parankimaası ise çoğunlukla 2, bazen 3 sıralıdır. Yaprak dış yüzeyinde salgılı ve salgısız tüyler bulunmaktadır. Yaprak alt yüzeyinde ve üst yüzyinde bulunan stoma hücreleri anomositiktir. Ayrıca çalışmada, türün stoma indeksi de hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Alkanna cappadocica*, Boraginaceae, Anatomi, Endemik, Türkiye

STEM AND LEAF ANATOMY OF ENDEMIC CAPPADOCIA/FAY AVIATION (*ALKANNA CAPPADOCICA* Boiss. & Bal., BORAGINACEAE) SPREADING IN TURKEY

ABSTRACT

In this study, the stem and leaf anatomy of the endemic Cappadocia/Fairy Aerial Grass (Alkanna cappadocica Boiss. & Balansa) the genus Aerial Grass (Alkanna Tausch) species species from the Boraginaceae family was investigated. Specimens belonging to the species were collected from around Nevşehir province during field studies. Identification of plant samples collected from the field was made by taking into account the work called Flora of Turkey, and some of them were dried and turned into herbarium material. Some of the fresh plant samples were fixed in 70% ethanol and preserved for use in anatomical examinations. In anatomical examinations, multiple transverse and superficial sections were taken from the stem and leaves of the plant on more than one specimen of the species. Some of the preparations were stained with the safranin-fastgreen dual staining method. The preparations were examined under a light microscope and their photographs were taken. Cell diameter measurements were made on the photographs with Ala Met, S. 0.06 program. In the cross-section of the body of the species, it was observed that the general appearance of the species has a shape close to a circle. In the outermost part, there is the epidermis layer, which is arranged in a single row and consists of oval-like cells. There are covering nonglandular and glandular hairs on the epidermis layer. Under the epidermis, there is a 3-4 row collenchyma layer and a multi-row parenchyma layer. In the trunk, there are multicellular sclerenchymatic rings between the cortex and the vascular bundle region. The cambium layer is prominent and the xylem tissue is wider. The pith region, which consists of oval cells, covers a large area. The appearance of the leaf cross-section is in the form of a broad 'V' letter and it is equifacial. The outermost cuticle layer and a single layered epidermis are seen underneath. The distinction between palisade and sponge parenchyma is evident. Palisade parenchyma usually has 2 rows, whereas sponge parenchyma is usually 2, sometimes 3 rows. There are glandular and non-glandular hairs on the outer surface of the leaf. The stomatal cells on the lower surface and upper surface of the leaf are anomocytic. In addition, in the study, the stomatal index was calculated.

Anahtar kelimeler: *Alkanna cappadocica*, Boraginaceae, Anatomy, Endemic, Türkiye

1. GİRİŞ

Hodangiller (Boraginaceae Juss.) ailesinden olan Havaciva otunun (*Alkanna* Tausch) dünyada 117 türü bulunmaktadır. Bunlardan 64'ü geçerli isimdir, kalanlar eş addır (synonym) [1]. Türkiye Bitkileri Listesi'nde *Alkanna* cinsi, 39 tür, 32'si endemik 41 taksonla temsil edildiği belirtilmiştir [2]. *Alkanna* türleri ülkemizde deniz seviyesinden 2500 metreye kadar olan yükseltilerde ve genellikle kalkerli yamaçlar, kalkerli kayalık alanlar, orman ve maki açıklıkları ile step alanlarda yetişmektedirler [3].

Alkanna cinsine ait türler halk arasında "havacıva (genel), eğnik, kızılenik, tüylüboya, yerineği, tosbağaotu (Nevşehir), kanburuyan, kurbağaotu, boyaotu, kökboya ve karakök" gibi değişik yöresel isimlerle tanınmaktadır. Cins adı Arapça boya anlamına gelir. Kelime dilimize de kına olarak olarak geçmiştir, ancak kına elde edilen bitki *Lawsonia inermis*'tir. Bitkinin Farsça adı hevâcûyedir, Türkçe adı buradan çıkarılmış gibi gözükmektedir. Türkçe metinlerde bitkinin adı eşek marulu ve enlik olarak geçmektedir [4].

Alkanna cinsi eski çağlardan günümüze geleneksel halk ilacı olarak, tekstil, gıda ve kozmetikte renklendirici olarak ve ayrıca, eczacılık sektöründe de kullanılmaktadır. Tarihte *Alkanna* türlerinin kullanımına dair ilk kayıt Hipokrat (MÖ. 460-377)'ın çalışmalarında rastlanmıştır. Hipokrat *Alkanna tinctoria* bitkisini ülser tedavisinde kullanmıştır [5]. Milattan önceki dönemlerde de kumaş boyamada kullanıldığı belirtilmiştir. Avrupa'da 17. yüzyılda bitkinin yara, ülser ve yanık tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir [6]. Ülkemizde yapılan etnobotanik çalışmalarda bazı türlerin (*A. froedinii, A. orientalis* ve *A. tinctoria)* yaprak ve çiçeklerinin gıda olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Köklerinin kırmızı olması ve renk vermesi nedeni ile *A. tinctoria* türüne "kızılenik veya tüylü boya", *A. orientalis* için "kanburuyan", *A. pseudotinctoria* için "kökboya veya karakök", *A. cappodocica* için "boyaotu, peri/kapadokya havacivaotu" gibi isimler verilmiştir. Anadolu'da halı, kilim ve iplik boyamada bitkisel boya olarak kullanılırlar [7].

Bir naftakinon türevi olan alkanin ve şikoninler *Alkanna* köklerine kırmızı rengi vermektedir. Alkanin ilk defa yurt dışında "alkanet" olarak bilinen *A. tinctoria* bitkisinin köklerinden elde edilmiştir [8]. 1970'lerden günümüze kadar geçen sürede *Alkanna* türleri üzerine tıbbi yönden yapılan araştırmalar sonucunda türlerin sahip olduğu bu bileşiklerin antioksidan, antimikrobiyal, antitümör, antienflamatuar, antiseptik özellik gösterdiği, yara ve yanık tedavisinde etkili olduğu bildirilmiştir. *Alkanna* türleri ile yapılan çalışmalarda pirolizidin alkaloidleri, flavonoidler, yağ asitleri ve naftokinon türevi bileşikler elde edilmiştir [9, 10, 11, 12, 13, 14].

Kapadokya havacivaotu (*A. cappadocica*) İç Anadolu'da yayılış göstermektedir. Çok yıllık ve endemik olan tür, 1100 ila 1700 m yükseklikte yetişir ve Iran Turan bitkicoğrafyası bölgesi elemanıdır. Tür Dünya Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN (2001) kriterlerine göre LC (En az endişe verici) kategorisindedir [15, 16]. Bu tür, 15-40 cm boyunda yeşilimsi renkte, çoğunlukla kısa yumuşak salgılı tüylü veya kılsı salgısız tüylü. Taban yapraklar şeritsi mızraksı şekilli ve yaprak ucu sivridir. Gövde yaprakları şeritsi mızraksı veya tamamen mızraksıdır. Çiçek durumları meyvedeyken 15-20 cm ve simöz durumludur. Taşıyıcı yapraklar şeritse mızraksı veya tamamen mızraksı şekill ve uç kısmı sivridir. Çanak yapraklar çiçekteyken 5-8 cm, meyvede daha uzundur. Taç yapraklar mazi renklidir. Dış kısmı tüysüz 12-15 mm uzunluktadır. Fındıksı meyveler 3-4 mm çaplı, yüzeyinde ağsı süslü, gagası orta derecede bükülmüştür. 1100 ila 1700 m yükseklikleri yetişen türün çiçek açma mevsimi Nisandan Temmuza kadardır. Bu çalışmanın amacı, türün yaprak ve gövde anatomik yapılarının belirlenmesidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Türe ait örnekler arazi çalışmaları sırasında Nevşehir ili çevresinden toplanmıştır (Görsel 1). Araziden toplanan bitki herbaryum kurallarına göre preslenmiş ve örneklerinin

teşhisleri Türkiye Florası adlı eserden yapılmıştır [3]. Bir kısmı ise % 70'lik etil alkolde fikse edilerek, anatomik incelemelerde kullanılmak üzere muhafaza edilmiştir. Anatomik incelemeler için bitkinin gövde ve yapraklarından jilet kullanılarak, enine kesitler alınmıştır. Yaprak üst ve alt yüzeyinden yüzeysel kesitler alınarak, stoma yapıları incelenmiş ve stoma indeksi hesaplanmıştır (Çizelge 3.1). Türe ait farklı örneklerden birden fazla kesit alınmıştır. Alınan kesitler safranin-fastgreen ikili boyama yöntemi ile boyanmıştır (Görsel 3.2.B). Preparatlar kameralı ışık mikroskobunda incelenerek, fotoğrafları çekilmiştir. Fotoğraflar üzerinden Ala Met, S. 0.06 programı ile hücre çap ölçümleri yapılmıştır (Çizelge 2).

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. *A. cappadocica* Boiss. & Bal. türünün gövde anatomisi özellikleri

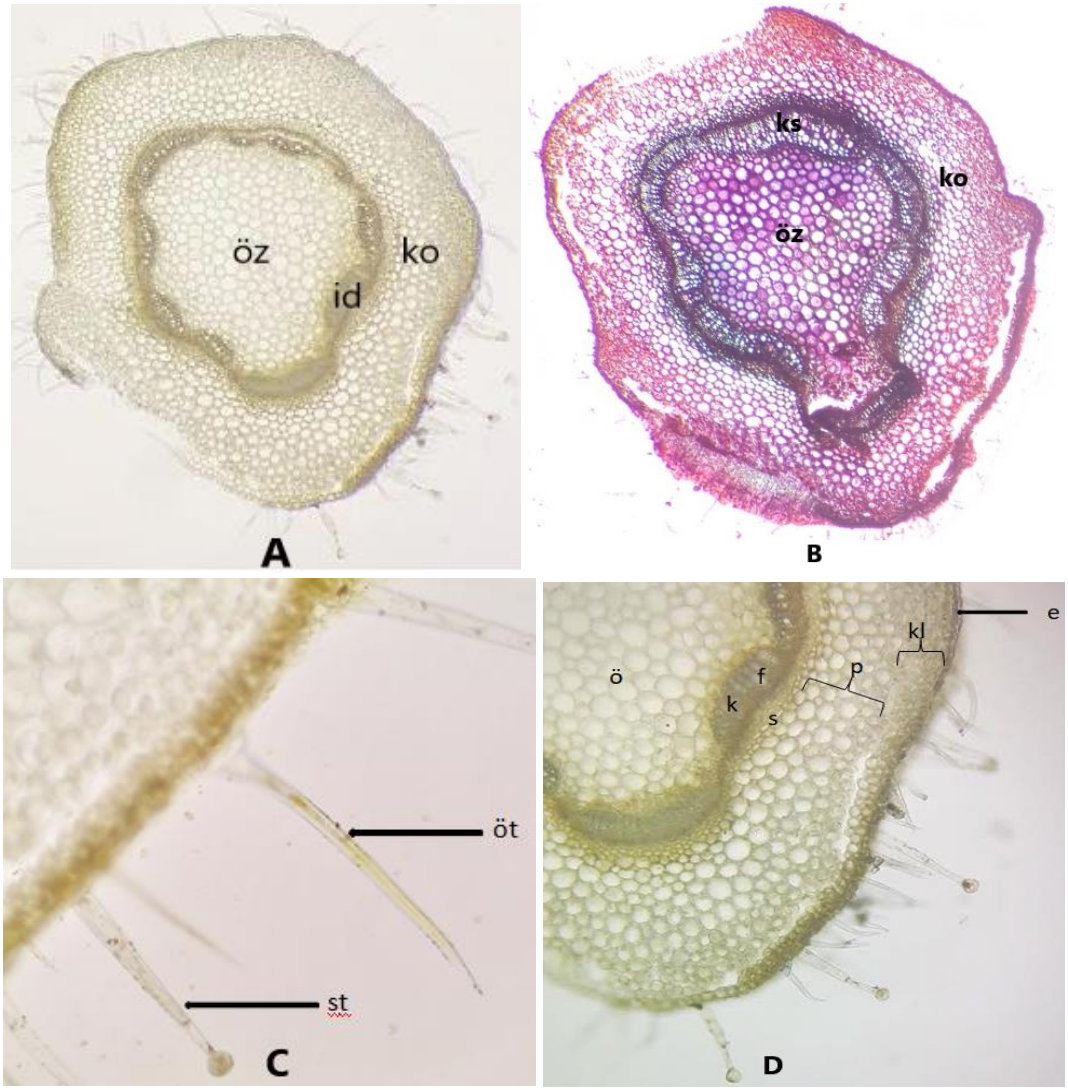
Türün gövdesine ait enine kesitinde genel görünüşünün daireye yakın bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Türün gövde çapı 400-480 µm'dur (Görsel 3. 2. A). En dış kısımda tek sıra halinde dizilmiş ve oval hücrelerden oluşmuş epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermis tabakasının üzerinde kısa veya uzun, 1-2 hücreli örtü tüyler yer almaktadır. Ayrıca genelde uzun saplı ve 1-2 hücreli salgı tüyleri bulunmaktadır (Görsel 3. 2. C). Epidermis tabakasının hemen altında ise 3-4 sıralı, oval ve 20-30 µm kollenkima tabakası tespit edilmiştir. Kollenkima hücrelerinin altında çok sıralı, oval şekilli hücrelere sahip ve 30-50 µm parankima tabakası bulunmaktadır. Gövdede korteks ve iletim demeti bölgesi arasında çok hücre sıralı sklerenkimatik halkalar yer almaktadır. Kambiyum tabakası belirgin olup, ksilem doku daha geniştir. Öz bölgesi ise 200-250 µm çapında, oval hücrelerden oluşmuş büyük bir alanı kaplamaktadır (Görsel 3. 2, A, B).

Görsel 3. 1. *A. cappadocica* Boiss. & Bal. Türünün habitatı ve görünümü

3.2. *A. cappadocica* Boiss. & Bal. türünün yaprak anatomisi özellikleri

Yaprak enine kesiti genişçe bir V şeklinde ve ekvifasiyaldir (Görsel 3. 3. A). En dışta kutikula tabakası ve altında tek sıralı epidermis görülmektedir. Palizat ve sünger parankiması ayrımı belirgindir. Palizat parankiması genellikle 2 sıralı, 9 x 1.5 µm çaplı hücrelerden oluşmaktadır. Sünger parankiması çoğunlukla 2, bazen 3 sıralı ve 5 x 3 µm hücreler mevcuttur. Yaprak dış yüzeyinde salgılı ve salgısız tüyler bulunmaktadır. Salgılı tüyler genelde iki hücreli saplı ve ortalama 29.5 µm uzunluğundadır. Örtü tüyler çoğunlukta 2 hücreli, nadiren tek hücreli ve ortalama 22.2 uzunluğundaki tüylerdir (Görsel 3. 3. B). Yaprak alt yüzeyinde ve üst yüzyinde

bulunan stoma hücreleri anomositiktir ve genellikle 3-4 komşu epidermis hücresi tarafından kuşatılmıştır (Görsel 3. 3. C).



3. 2. *A. cappadocica* Boiss. & Bal. Türünün Yaprak Anatomisi Özellikleri
(öt. Örtü tüyü, st. Salgı tüyü, e. Epidermis, kl. Kollenkima, ko. Kortex, p. Parankima, s. Sklerenkima, id. İletim demeti, ks. Ksilem, f. Floem, ö. Öz)

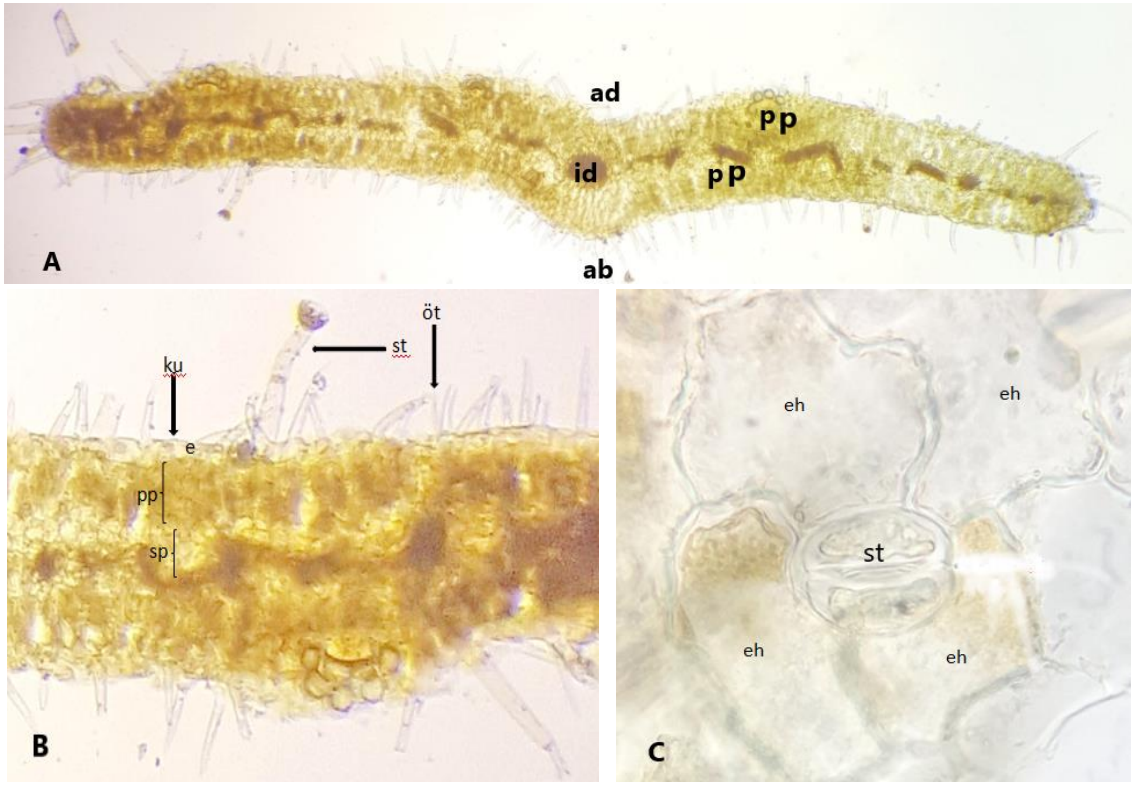
Çizelge 3. 1. *A. cappadocica* türünün stoma çapı ve indeksi

YAPRAK	Üst Yüzey (ort.)	Alt Yüzey (ort.)
Stoma Sayısı (1 mm^2)	34	26
Epidermis Hücre Sayısı	100	106
Stoma Boy (µ)	79	60
Stoma En (µ)	60	40
Stoma İndeksi	25	20

Çizelge 3. 2. *A. cappadocica* türünün gövde ve yaprak anatomik özellikleri

GÖVDE	**En (Çap Ortalama)**	**Boy (Çap Ortalama)**
Epidermis hücresi	3,2	4,2
Kollenkima hücresi	4,4	4
Parankima hücresi	9,9	10,2
Sklerenkima hücresi	3,5	3,4
Öz hücreleri	13	12,9
YAPRAK		
Kutikula	2,5	-
Epidermis hücresi	14,8	12
Palizat parankiması hüc.	26,4	10,4
Sünger parankiması hüc.	19	21,2

*Tablodaki ölçümler değerleri mikron (µm) cinsindendir.



Görsel 3.3. *A. cappadocica* yaprak anatomisi yüzeyinde bulunan stoma ve epiderma hücreleri
(A. enine kesiti genel görünüşü, B. Doku ve hücreler, C. Stoma; ad. Adaxial, ab. Abaxial, öt. Örtü tüyü, st. Salgı tüyü, ku. Kutikula, pp. Palizat parankiması, sp. Sünger parankiması, eh.Epidermis, s. Stoma, ah. Epidermis hücresi)

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kapadokya havacivaotu (*A. cappadocica*) İç Anadolu'da yayılış göstermektedir. Çok yıllık, geniş yayılışlı ve yöresel (endemic) olan tür, 1100 ila 1700 m yükseklikte yetişmektedir ve Iran Turan bitkicoğrafyası bölgesi elemanıdır. Bu tür, Dünya Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN (2001) kriterlerine göre LC (En az endişe verici) kategorisindedir [15]. *Alkanna* cinsi eskiden beri geleneksel halk ilacı olarak, tekstil, gıda ve kozmetikte renklendirici olarak ve ayrıca, eczacılık sektöründe de kullanılmaktadır. Bu cinsin üyelerinden Kapadokya/Peri havacıva otu (*A. cappadocica*) da, köklerinden boya elde edilen türlerden biri olup, bayrağa rengini veren tür olarak bilinmektedir.

Metcalfe'nin çalışmasında, familya üyelerinin gövdelerinde ince bir mumsu tabaka bulunmaktadır [17]. Epidermis tabakası tek sıralı, hücreler oval şekilli ve ince çeperlidir. Epidermis üzerinde 1-2 hücreli salgılı ve salgısız tüyler bulunmaktadır. Bu karakterlerle, Kapadokya/Peri havacıva otu'nun gövde anatomisi karakterlerinin benzer olduğu görülmektedir. Ayrıca Metcalfe'nin eserindeki bulgulara göre familya üyelerinin yaprakları ekvifasiyaldir. Stoma tipi ya anomositik veya anomositik ve anomositiktir. Benzer sonuçlar, Kapadokya/Peri Havacıva otu yaprak anatomisinde de bulunmuştur. Ayrıca türün stoma sayısı üst epidermiste 34, alt epidermiste 34 tür. 1 mm^2 deki üst epidermiste hücre sayısı 100, alt epidermiste 106 dır. Stoma indeksi ise yaprağın üst yüzeyinde 25, alt yüzeyinde 20 dir.

Not: Bu çalışma Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Rektörlüğü, BAP Birimi tarafından desteklenen, YLTPF15 numaralı, "Türkiye'de yetişen bazı *Anchusa* L. (Boraginaceae) taksonlarının polen ve tohum morfolojileri" adlı proje kapsamında yapılmıştır.

KAYNAKLAR

[1] http://www.thplantlist.org/1.1/browse/A/Boraginaceae/

[2] https://bizimbitkiler.org.tr/list.html, Erişim tarihi:15.5.2023

[3] A. Huber-Morath, Alkanna Tausch, In: Davis PH, ed. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.6, Edingburgh Press, 1978.

[4] https://turkiyebitkileri.com/tr/ Erişim:15.5.2023.

[5] Weigle, P. 1974, Ancient Dyes for Modern Weavers, Watson-Guptil, New York, 50-52 pp.

[6] Culpeper, N. 1965. The English Physitian Enlarged, *Churchill*, 3-4, London.

[7] Baytop T. 1994. Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Ankara: Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınlar›: 578.

[8] Papageorgiou, V.P. 1976. DSc. Thesis, School of Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki.

[9] Papageorgiou, V.P. 1977. A new pigment of *Alkanna tinctoria* having naphthaquinone structure, *Planta Medica*, 31(4): 390-394 pp.

[10] Papageorgiou, V.P. 1978. Wound healing properties of naphthaquinone pigments from *Alkanna tinctoria*, *Experientia*, 34(11): 1499-1501 pp.

[11] Michaelides, C., Striglis, C., Panayotou, P. and Ioannovich, I. 1993. Ann. Medit. Burns Club, VI, 24-25 pp.

[12] Papageorgiou, V.P. Assimopoulou, A.N., Couladouros, E.A., Hepworth, D. and Nicolaou, K.C. 1999. The Chemistry and Biology of, Shikonin and Related Naphthazarin Natural Products, 38th ed. Angewandte Chemie International, 270–300 pp.

[13] Kourounakis, A.P., Assimopoulou, A.N., Papageorgiou, V.P., Gavalas, A. and Kourounakis, P.N. 2002. Alkannin and Shikonin: Effect on free radical processes and on inflammation a preliminary pharmacochemical investigation, *Archiv der Pharmazie* (Weinheim), 335 (6): 262-266.

[14] Assimopoulou, A.N., Boskou, D. and Papageorgiou, V.P. 2003. Antioxidant activities of alkannin, shikonin and *Alkanna tinctoria* root extracts in oil substrates, *Food Chemistry*, 87: 433–438 pp.

[15] IUCN Species Survival Commision (2001). IUCN Red List Categories and Criteria. Approved by the 51 st meeting of the IUCN Council, Version 3.1 Switzerland: Gland.

[16] Yıldırımlı, Ş., The chorology of the Tukish species of Boraginaceae family. The Herb Journal of Systematic Botany, 7(2): 257-272, 2000.

[17] Metcalfe CR & Chalk L. 1979. Anatomy of Dicotyledons I. London: Oxford University Press.

ANCHUSA L. (BORAGINACEAE) CİNSİNE AİT BAZI TAKSONLARIN (*A. undulata* L. ssp. *hybrida* (Ten) Coutinho, *A. azurea* Miller var. *azurea*, *A. leptophylla* Roemer & Schultes ssp. *incana* (Ledep) Chamb.) YAPRAK SAPI ANATOMİSİ

Sibel Sapmaz[1], Gençay Akgül[2]

[1]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, -0000-0001-7658-9024
[2]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, 0000-0003-2823-3706

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'de yayılış gösteren *Anchusa* L. (Boraginaceae) cinsine ait üç taksonun (*A. leptophylla* Roemer & Schultes subsp. *incana* (Ledeb.) Chamb., *A. azurea* Miller var. *azurea*, *A. undulata* L. subsp. *hybrida* (Ten.) Coutinho) yaprak sapı anatomik yapıları incelenmiştir. Taksonlara ait örneklerin yaprak saplarından alınan kesitler, daimi preparat haline getirilmiş ve ışık mikroskobunda (LM) incelenmiştir. Türlere ait anatomik kesitlerin fotoğrafları kameralı ışık mikroskobuyla çekilmiştir. Çekilen bu fotoğraflar üzerinden LASEZ adlı programda hücre çap ölçümleri yapılmıştır. Varyasyonların daha iyi belirlenebilmesi amacıyla, yapılan yaprak sapı anatomik ölçümlerinin en yüksek (maximum) ve en küçük (minimum) değerleri de tespit edilerek, türlerin yaprak sapı anatomik özellikleri belirlenmiştir. Yaprak sapı (petiol) şekilleri türlere göre değişmektedir. *A. leptophylla* ve A. azurea'da, genişçe oluklu ve köşeleri uzamış keskin kenarlı, *A. undulata* ssp. *hybrida*'da düz ve hafif konkavdır. Taksonların tek sıralı hücrelerden oluşan epidermisi üzerinde dalgalı kutikula tabakası bulunmaktadır. Epidermis tek sıralı *A. leptophylla* epidermis hücreleri köşeli veya oval, *A. azurea*'da oval veya köşeli, *A. undulata* ssp. *hybrida*'da ovaldir. Epidermis tabakası altında bir veya birkaç sıralı hücrelerden oluşan klorenkima tabakasına rastlanmıştır. Kollenkima tabakası petiyol kenarlarında çok sıralıdır. Parankima tabakası geniş bir bölgeyi kaplamaktadır. Petiyol ortasında tek, şekli türlere göre değişen (*A. leptophylla*'da V şeklli, *A. azurea*'da hafif yaysı, *A. undulata*'da yaysı şekilli) büyük bir iletim demeti bulunmaktadır. Köşelere doğru irili ufaklı ve genellikle yuvarlak şekilli değişik sayıda küçük iletim demeti bulunmaktadır. İletim demeti kapalı kollateral tiptedir. Ayrıca türlerin epidermis tabakası üzerinde örtü ve salgı tüyleri bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Anchusa*, Boraginaceae, Yaprak Sapı, Anatomi, Türkiye.

PETIOL ANATOMY OF SOME TAXA OF THE GENUS ANCHUSA L. (BORAGINACEAE) (*A. undulata* L. ssp. *hybrida* (Ten.) Coutinho, *A. azurea* Miller var. *azurea*, *A. leptophylla* Roemer & Schultes ssp. *incana* (Ledep) Chamb.)

Abstract

In this study, petiole anatomical structures of the three taxa (*A. leptophylla* Roemer & Schultes ssp. *incana* (Ledep.) Chamb., *A. azurea* Miller var. *azurea*, *A. undulata* L. ssp. *hybrida* L. (Ten.) Coutinho) belonging to the genus *Anchusa* L. (Boraginaceae) distributed in Turkey, were examined. Sections taken from the petiole of the samples belonging to the taxa were made into permanent preparations and examined under the light microscope (LM). Photographs of the anatomical sections of the species were taken with a light microscope with a camera. Cell diameter measurements were made in the program called LASEZ on these photographs. In order to better determine the variations, the highest (maximum) and the smallest (minimum) values of the anatomical petiole anatomical measurements were determined, and the petiole anatomical characteristics of the species were determined. Petioles shapes vary according to the species ın *A. leptophylla* ssp. *incana* and *A. azurea* var. *azurea* it is broadly grooved and sharp-edged with elongated corners, *A. undulata* ssp. *hybrida* it is straight and slightly concave. There is a wavy cuticle layer on the epidermis of taxa, which consists of single-row cells. Epidermis single-row in *A. leptophylla* epidermis cells angular or oval in *A. azurea* oval or angular, ıt is oval in *A. undulata* ssp. *hybrida*. Chlorenchyma layer consisting of one or more rows of cells was found under the epidermis layer. The collenchyma layer is multi-rowed at the petiole margins. The parenchyma layer covers a large area. In the middle of the petiole, there is a single large vascular bundle whose shape varies according to the species (V-shaped in *A. leptophylla*, slightly arcuate in *A. azurea*, arc-shaped in *A. undulata*). Towards the corners, there are different numbers of small vascular bundles of various sizes and generally rounded shapes. Conduction bundle is of closed collateral type. In addition, there are covering and glandular hairs on the epidermis layer of the species.

Keywords: *Anchusa*, Boraginaceae, Petiole Anatomy, Türkiye

1. GİRİŞ

Kuzey ve Güney Yarımkürenin ılıman ve subtropikal alanlarında yayılış gösteren Hodangiller (Boraginaceae) ailesi dünyada 155 cins ve 2686 tür ile temsil edilmektedir. Bu ailenin birçok üyesi süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Bazı cinlere ait (*Symphytum* gibi) türler sebze olarak ta kullanılmaktadır. Ayrıca bazı üyeleri (*Alkanna* gibi) boyacılık sanayinde kırmızı bir boyanın (alkanet) elde edilmesinde de yararlanılmaktadır [1-5].

Türkçe adı Sığırdili olan *Anchusa* L. (Boraginaceae) cinsinin dünyada 37 türü bulunmaktadır. Bu Cinsin üyelerinin Akdeniz havzası, Avrupa, Güneybatı Amerika, Batı Asya ve tropik Afrika'da yayılışları bulunmaktadır. Ayrıca Türkiye florası'nda *Anchusa*'nın dünyadaki yayıldığı yerler Bulgaristan, Romanya, Rusya, Irak, İran, Kıbrıs, Lübnan, Filistin,

Arabistan, Suriye, Yunanistan, Mısır, Tibet, Etiyopya, Sicilya olarak belirtilmiştir [6]. Bu cins Türkiye Florası'nda toplam 14 türle temsil edilmektedir [7]. Bunlardan bazıları ülkemiz için endemiktir. Bu cinse ait bazı türlerin çok yıllık, otsu, batıcı tüylü ve mavi çiçekli dallarının idrar artırıcı ve terletici etkilere sahip olması, bu cinsin önemini daha da artırmakta ve *Anchusa* üzerinde yapılan çalışmaları daha da yoğunlaştırmaktadır. Bitki nitrat tuzları ve az miktarda alkoloitler taşımaktadır [3, 8].

Türkiye Florası için *Anchusa* L. (Boraginaceae) cinsinin ilk revizyonu, Chamberlain tarafından 1978 yılında yapılmıştır [9]. Türkiye Flora'sında belirtildiğine göre *Anchusa* cinsinin bazı türlerinde diagnostik olarak kullanılan özelliklerin oldukça fazla varyasyon göstermesi, cinsin taksonomisinde bir takım sorunları da beraberinde getirmekte ve bazı alt türler arasında geçiş gösteren özellikler nedeniyle net bir ayrım yapılamaması, bu sorunları daha da arttırmaktadır [6, 9]. *Anchusa* cinsinin üyelerinin bazı morfolojik karakterlerinin varyasyon göstermesi nedeniyle heterocins özelliktedir. Bu cinsin üyelerinde görülen tüylülük karakterleri taksonomik açısından öneme sahiptir. Anatomik veriler sistematikte uzun zaman boyunca kullanılmıştır. Anatomik verilerin kullanımı, morfolojik verilerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamıştır [10, 11].

Anchusa cinsinde taksonların ayrımında kullanılan en önemli morfolojik karakterler; kaliks tüpü ve dişlerinin uzunluğu, anterlerin düzenlenişi ve korolla tüpüne bağlanma seviyesi, boğaz pullarının şekli ve düzenlenişi, braktelerin uzunluğu, korolla rengi ve korolla loblarının şekli, stilus uzunluğu ve stigma şekli gibi özelliklerdir [12,13]. Tipik olarak bütün Anchusa türlerinin yüzeylerinin az veya çok sert, sivri tüyler ile kaplı olduğu ve tüylerin tek tipte (monomorfik indumentum) olabileceği gibi farklı tüy tiplerinin de (dimorfik indumentum) bulunabileceği belirtilmektedir [9, 14].

Bu cinsin örneklerine ait tohumlar yağ verimi ve yağ asitleri bakımından zengindir. İçerdikleri Oleik, Linoleik, Alfa-linoleik ve Beta-linoleik asit bakımından zengin olmaları nedeniyle tıbbi öneme sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca bu cinsin ait olduğu familya Linoleik asit kaynağı olup, C vitamini açısından oldukça zengindir [3]. *Anchusa* cinsinin kromozom sayısı 2n=12 ile 2n=32 arasında değişmektedir. Cinsin bazı türleri Türk halk hekimliğinde yara iyileştirici ve diüretik maddeler olarak kullanılmaktadır. Ayrıca *A. azurea*'nın ödem atıcı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. *A. azurea*'nın köklerinden fenolik bileşiklerin izolasyonu yapılmıştır. İzolasyon için yaprak, çiçek ve kök olmak üzere üç bölümü de kullanılmaktadır Bitkinin tamamı idrar artırıcı ve temizleyicisi olarak kullanılmaktadır. Köklerinden kırmızı boya elde edildiği, yaprak ve çiçeklerinin de egzama tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir. Ayrıca *A. azurea* var. *azurea*'nın yaprakları ezilerek yapılan karışımın, yılan sokmasına karşı panzehir olarak kullanıldığı bildirilmiştir. *A. azurea* bitkisinin içerdiği C vitamini miktarları açısından iyi bir kaynak olduğu belirlenmiştir. Bu özelliklerinden dolayı halk arasında; Tort (*A. azurea*) olarak bilinen ve yemeği yapılan bu bitki, antioksidan bakımından zengindir. Cinsin bazı türleri ise terletici etkilere sahiptir. Bu cinsin diğer bazı türleri ise, antioksidan özellikte olup, farklı yörelerde gıda olarak kullanılmaktadır [15].

Bu çalışmadaki başlıca amaç, *Anchusa* cinsinin bazı taksonlarının yaprak sapı anatomilerini incelemek ve elde edilen bulguların, çalışılan türler arasındaki farklılıklarını

araştırıp, taksonların farklarıyla birlikte ortalama verilerini ortaya koymaktır. Elde edilen bütün veriler, *Anchusa* cinsinde var olan bazı taksonomik sorunların çözümlenmesine ve sonuç olarak, ileride bu cinsin taksonomisiyle ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutmaya ve katkı sağlamaya yarayacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında türlere ait örnekler yapılan arazi çalışmaları sırasında Nevşehir ili çevresinden toplanmıştır. Toplanan örneklerin bir kısmı preslenerek kurutulmuş, bir kısmı ise arazi çalışmaları sırasında anatomik çalışmalarda kullanılmak üzere %70'lik alkolde muhafaza edilmiştir. Preslenen örneklerin teşhisleri Türkiye Florasından yararlanılarak yapılmıştır [6]. Teşhisleri yapılan bitki örnekleri Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü herbaryumunda muhafaza edilmektedir. Bitki örneklerinin lokalite ve toplayıcı isimleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Taksonların lokaliteleri ve toplayıcı isimleri

No	Taksonlar	Lokalite	Yükseklik (m)	Tarih	Toplayıcı İsmi
1	*A. leptophylla* ssp. *incana*	B5 Nevşehir: Üniversite Kampüsü	1200	Mayıs, 2021	Sibel SAPMAZ
2	*A. azurea* var. *azurea*	B5 Nevşehir: Üniversite Kampüsü	1200	Mayıs, 2021	Sibel SAPMAZ
3	*A. undulata* ssp. *hybrida*	B5 Nevşehir: Bekdik Mah.	1200	Mayıs, 2021	Sibel SAPMAZ

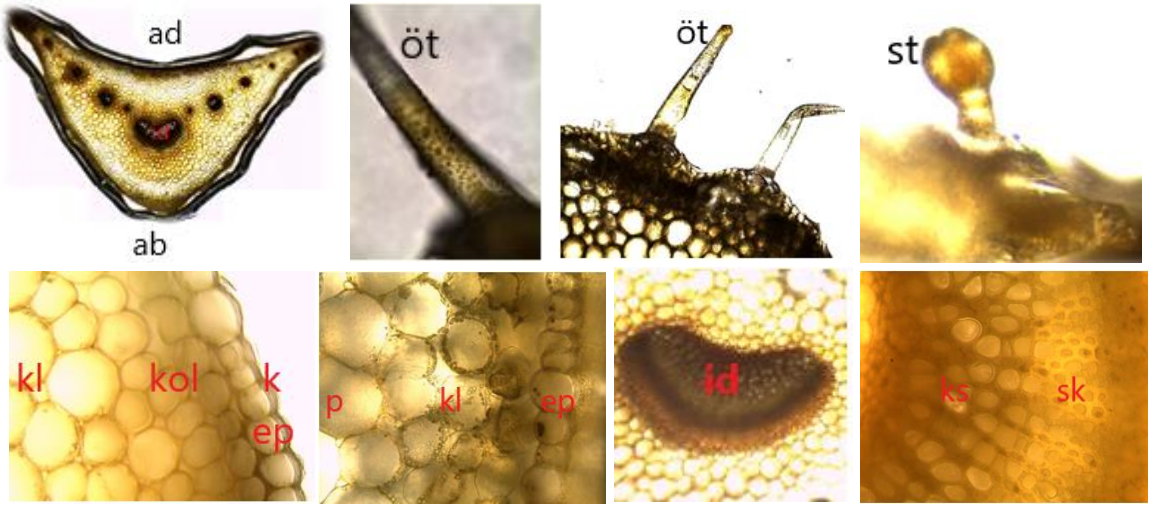
Taksonlara ait örneklerden birden fazla kesitler alınarak anatomik incelemelerde bulunulmuştur. Anatomik incelemelerde örneklerin yaprak saplarından enine kesitler alınmıştır. Kesit alma işlemi jilet ile yapılmıştır. Alınan kesitler lam ve lamel kullanılarak daimi preparat şeklinde hazırlanmıştır. Hazırlanan preparatlar ışık mikroskobunda incelenerek daimi preparat haline getirilmiştir. Anatomik incelemelerde türün yaprak sapı kesitlerinde epidermis, kollenkima, klorenkima, parankima, iletim demeti, floem ve ksilem doku kalınlıkları ve trake hücrelerinin çapları LASEZ adlı program kullanılarak ölçülmüştür. Türlerin anatomik kesitlerinin fotoğrafları ışık mikroskobuyla çekilmiştir. Varyasyonların daha iyi belirlenebilmesi amacıyla, yapılan yaprak sapı anatomik ölçümlerinin maximum ve minimum değerleri de tespit edilerek, türlerin genel özellikleri ortaya konulmuştur.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. ***Anchusa leptophylla*** Roemer & Schultes ssp. *incana* (Ledeb.) Chamb.

Petiyol, köşeleri uzamış keskin kenarlı ve adaxialde genişçe oluklu, dışta abaxialde konkavdır. Kutikula tabakası nispeten kalın ve dalgalıdır. Epidermis düzenli şekilde çeperleri kalın tek hücre sıralı, hücreler köşeli veya oval, çapları 35,9504 µ dur. Nispeten uzun olan örtü tüyleri beneklidir. Kısa örtü tüylerinde benek görülmemektedir. Ayrıca kısa saplı salgı tüyleri de bulunmaktadır. Epidermisin hemen altında 1-2 sıra klorenkima dokusu yer alır. Kollenkima

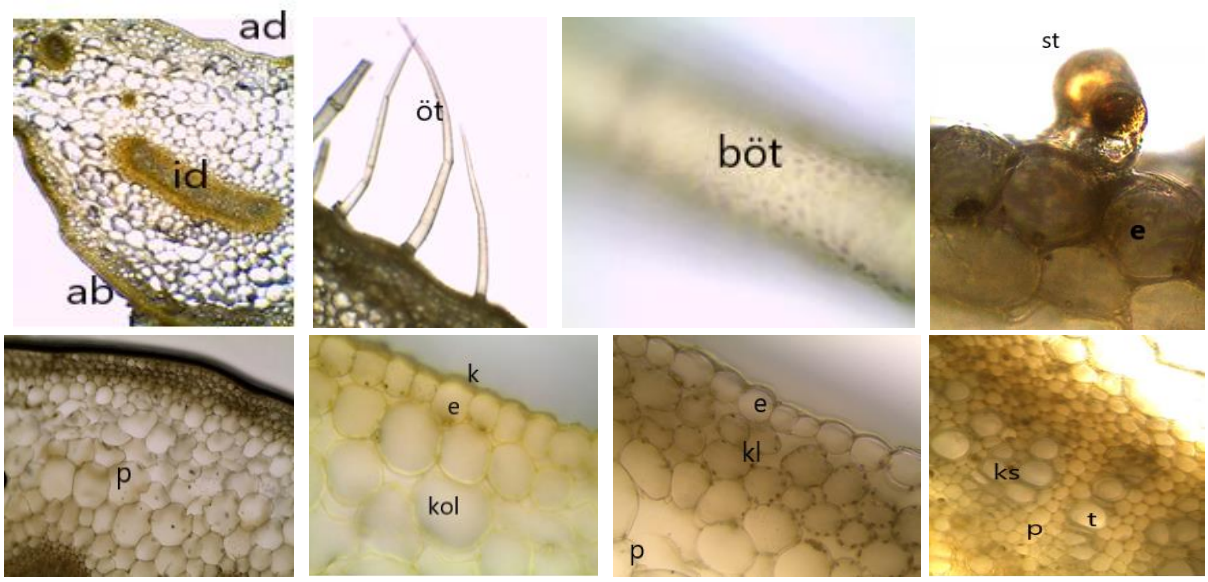
tabakası abaxial tarafta 5-6, diğer bölgelerde 2-3 hücre veya tek sıralı, petiyol köşelerinde çok sıralı şekildedir. Kollenkima hücre çapları 35,586 µ'dur. Parankima geniş bir bölgeyi kaplar. Parankima hücreleri 88,6852 µ'dur. Petiyol ortasında tek, büyük ve V şeklinde bir iletim demeti bulunur. Köşelere doğru irili ufaklı, yuvarlak şekilli, 4 çift, bir tarafta 4, diğerinde 5 olmak üzere toplam 9 küçük iletim demeti bulunmaktadır. İletim demeti kapalı kollateral tipte olup, çapı 416,746 µm'dur. Ksilem tabakası kalınlığı 207,106 µm, trake hücrelerinin çapı 18,3944 µm'dur. Floem tabakası kalınlığı ise 95,476 µm olarak ölçülmüştür (Görsel 3.1.1.)



Görsel 3.1.1. *Anchusa leptophylla* ssp. *incana* yaprak sapı enine kesiti şekli ve dokular
(ad. Adaxial, ab. Abaxial, öt. Örtü tüyü (benekli), st. Salgı tüyü, k. Kutikula, ep. Epidermis, kol. Kollenkima, kl. Klorenkima, p. Parankima, id. İletim demeti,sk. Sklerenkima)

3.2. *Anchusa azurea* Miller var. ***azurea***

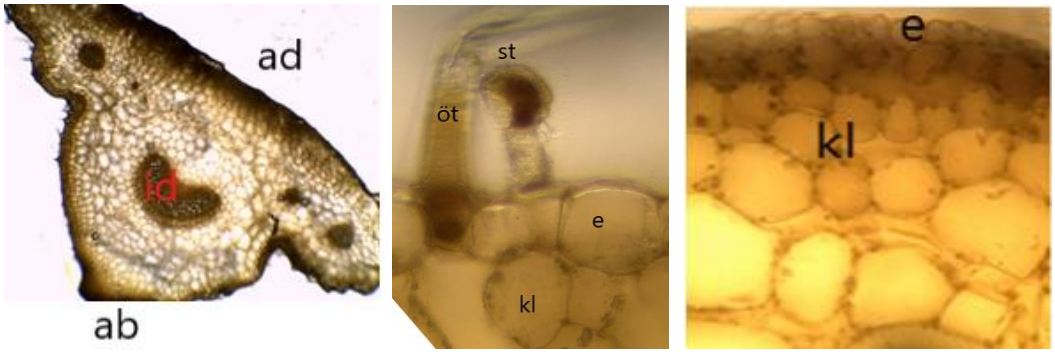
Petiyol, köşeleri uzamış keskin kenarlı ve içte (adaxial) genişçe oluklu, dışta (abaxial) konkavdır. Kutikula tabakası nispeten kalın ve dalgalıdır. Epidermis düzenli şekilde tek hücre sıralı, hücreler genellikle oval veya bazen köşeli, çapları 35,8924 µ. Epidermiste salgı ve örtü tüyleri bulunur. Nispeten uzun olan örtü tüyleri beneklidir. Epidermisin hemen altında çok sıralı kollenkima ve klorenkima tabakası bulunmaktadır. Parankima geniş bir bölgeyi kaplamaktadır. Parankima tabakasının kalınlığı 1.080,57 µ'dur. Parankima hücre çapları 122,2072 µ. Petiyol ortasında tek, büyük ve genişçe yay şekilli, kapalı kollateral, merkezi bir iletim demeti bulunmaktadır. Merkezi iletim demeti çapı 408,5 µ'dur. Ksilemde trakeler geniş çaplı olup, çizgi şeklinde tek sıralı veya birkaçı bir arada küme şeklindedir. Trakelerin çapları 25,4576 µ'dur. Trakelerin aralarını parankima hücreleri doldurmaktadır. Floemde kalburlu borular ve arkadaş hücreleri yer almaktadır. İletim demetinin çevresi sklerenkimatik parankima ile çevrelenmiştir. Köşelere doğru genellikle bir çift büyük, yuvarlak şekilli toplam 2 çift iletim demeti bulunmaktadır. Bazen bir köşede 4, diğerinde 3 olmak üzere merkezi iletim demetine göre daha küçük, toplam 7 iletim demeti bulunmaktadır. İletim demeti kapalı kollateral tiptedir (Görsel 3.2.1).

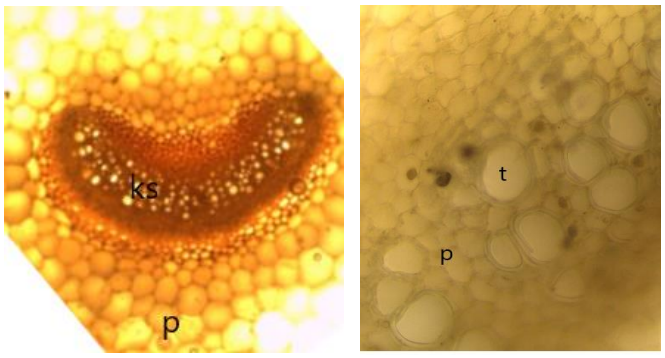


Görsel 3.2.1. *A. azurea* var. *azurea* yaprak sapı enine kesiti şekli ve dokular
(ad. Adaxial, ab. Abaxial, id. İletim demeti, öt. Örtü tüyü, böt. Benekli örtü tüyü, st. Salgı tüyü, k. Kutikula, ep.Epidermis, kol. Kollenkima, kl. Klorenkima, p. Parankima, ks. Ksilem, t. Trake)

3.3. ***Anchusa undulata*** L. ssp. *hybrida* (Ten.) Countinho

Petiyol, köşeleri uzamış keskin kenarlı ve adaxialde düzdüzdür, abaxialde dışbükeydir. Kutikula tabakası nispeten ince ve dalgalıdır. Epidermis düzenli şekilde tek hücre sıralı, hücreler genellikle oval, çapları 21,2444 µ dur. Epidermiste salgı ve örtü tüyleri bulunur. Kollenkima tabakası çok sıralı olarak gözlenmiştir. Epidermisin hemen altında çok sıralı klorenkima tabakası bulunmaktadır. Parankima geniş bir bölgeyi kaplamaktadır. Parankima tabakasının kalınlığı 814,14 µ'dur. Parankima hücre çapları 88,8832 µ. Petiyol ortasında tek, büyük ve yay şeklinde, kapalı kollateral, merkezi bir iletim demeti bulunmaktadır. Merkezi iletim demeti çapı 367,88 µ'dur. Ksilemde trakeler oldukça geniş çaplı olup, çizgi şeklinde tek sıralı veya birkaçı bir arada küme şeklindedir. Trakelerin çapları 19,9612 µ'dur. Trakelerin aralarını parankima hücreleri doldurmaktadır. Floemde kalburlu borular ve arkadaş hücreleri yer almaktadır. Ksilem ve floemin çevresi sklerenkimatik parankima ile çevrelenmiştir. Köşelere doğru genellikle bir çift büyük toplam 2 çift iletim demeti bulunmaktadır. Bazan bir köşede 4, diğerinde 3 olmak üzere merkezi iletim demetine göre daha küçük, toplam 7 iletim demeti bulunmaktadır. İletim demeti açık kollateral tiptedir (Görsel 3.3.1).





Görsel 3.3.1. *A. undulata* var. *hybrida* yaprak sapı enine kesiti şekli ve dokular
(ad. Adaxial, ab. Abaxial, id. İletim demeti, öt. Örtü tüyü, böt. Benekli örtü tüyü, st. Salgı tüyü, k. Kutikula, ep.Epidermis, kol. Kollenkima, kl. Klorenkima, p. Parankima, ks. Ksilem, t. Trake)

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

İncelenen bütün türlerin epidermisleri üzerinde tüylere rastlanmıştır. Tüyler örtü ve salgı tüyleri tipindedir. Örtü tüyleri çok hücrelidir. Taksonların yaprak sapı enine kesitlerinde en dış kısımda kutikula ve bir sıralı epidermis tabakası bulunmaktadır. Kutikula *A. leptophylla* ssp. *incana* ve *A. azurea* var. *azurea* nispeten kalın ve dalgalı, *A. undulata* ssp. *hybrida*'da ise nispeten incedir. Epidermis *A. leptophylla* ssp. *incana*'da düzenli şekilde çeperleri kalın tek hücre sıralı, hücreler köşeli veya oval, çapları 35,9504 µ, *A. undulata* subsp. *hybrida*'da ise hücreler genellikle oval, çapları 21,2444 µ dur. Klorenkima, kollenkima ve parankima tüm taksonlarda farklı kalınlıklarda ve genellikler taksonlarda çok sıralıdır.

A. leptophylla ssp. *incana*'da petiyol ortasında tek, büyük ve V şeklinde bir iletim demeti bulunur. *A. azurea* var. *azurea*'da genişçe yay şekilli ve *A. undulata* ssp. *hybrida*'da ise yay şeklindedir. Hemen tüm taksonlarda köşelere doğru irili ufaklı, yuvarlak şekilli, taksonlara gör değişen sayıda küçük iletim demeti bulunmaktadır.

Yapılan bu çalışmayla, bu taksonların (*A. leptophylla* ssp. *incana, A. undulata* ssp. *hybrida, A. azurea* var. *azurea*) yaprak sapı anatomik karakterleri ayrıntılı olarak ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen bu verilerle taksonların sistematik ayrımlarına ışık tutacaktır. Bu manada bu çalışma ilk defa yapılmış olacaktır. Bu çalışma ile elde edilecek veriler yazılmakta olan Türkiye florasında bu cinsle ilgili anatomi bilgilerine de katkısı olacaktır. Ayrıca bu çalışmayla, anatomik karakterlerin cins ve tür ayırımında belirleyici olduğu görülmüştür. Bu nedenle taksonomik problemleri olan cins ve tür düzeyindeki kategorilerde morfolojinin yanında anatomik çalışmalarında yapılması gereklidir.

Not: Bu çalışma "ANCHUSA L. (BORAGINACEAE) CİNSİNE AİT BAZI TAKSONLARIN (*A. undulata* L. ssp. *hybrida* (Ten) Coutinho, *A. azurea* Miller var. *azurea*, *A. leptophylla* Roemer & Schultes ssp. *incana* (Ledep) Chamb.) YAPRAK SAPI ANATOMİSİ" adlı Yüksek Lisans tezinin bir parçasıdır.

KAYNAKLAR

[1] http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Boraginaceae/#B (Erişim tarihi: 30.5.2023)

[2]http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Boraginaceae/Anchusa/ (Erişim tarihi: 30.5.2023)

[3] Baytop T (1984). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul: İstanbul Univ. Yay›n no: 40.

[4] Papageorgiou, V.P. 1977. A new pigment of *Alkanna tinctoria* having naphthaquinone structure, *Planta Medica*, 31(4): 390-394 pp.

[5] Papageorgiou, V.P. 1978. Wound healing properties of naphthaquinone pigments from *Alkanna tinctoria*, *Experientia*, 34(11): 1499-1501 pp.

[6] Davis, P.H. vd. 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vols:1-9, Edinburgh at the University Press.

[7] https://bizimbitkiler.org.tr/v2/hiyerarsi.php?c=Anchusa (Erişim tarihi: 30.5.2023)

[8] Baytop T. 1994. Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Ankara: Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınlar›: 578.

[9] Chamberlain, D. F. , Anchusa L. In: Davis PH, ed. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.6, Edingburgh Press, 388-402., 1979.

[10] Yentür, S., 2003. Bitki Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, İstanbul.

[11] Metcalfe, C.R. ve Chalk, L., 1950. Anatomy of Dicotyledons. Oxford University press.

[12] Akman, Y., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Güney, K., Hamzaoğlu, E., Tuğ, G. N. 2007.

Angıospermae (Kapalı tohumlular), Ankara.

[13] Selvi, F., Bigazzi, M., "Revision of genus Anchusa (Boraginaceae, Boragineae) in Greece", Botanical Journal of the Linnean Society, 142: 431-454. 2003.

[14] Selvi, F., Bigazzi, M., "Anchusa L. and allied genera (Boraginaceae) in Italy", Plant Biosystems, 132(2): 113-142., 1998.

[15] Çöteli E. Tort (*Anchusa azurea* Miller var. *azurea*) Bitkisindeki A, E, C Vitaminleri, Malondialdehit ve Glutatyon Miktarlarının Araştırılması, Fen Bilimleri Dergisi, 5 (2) (2015) 155-162, 2015.