



ormancılık araştırma DERGİSİ

Turkish Journal of Forestry Research

Yıl
Year 2022

Cilt
Volume 9

Sayı
Issue Özel Sayı

ISSN 2149-0783
e-ISSN 2149-0775

ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ General Directorate of Forestry

Özel Sayı / Special Issue
KAROK 2021



OGM

1839

TÜBİTAK ULAKBİM Dergipark
<http://dergipark.gov.tr/ogmoad>



Ormanlık Araştırma Dergisi

Cilt: 9 Sayı: Özel Sayı
ISSN: 2149-0783
e-ISSN:2149-0775
Haziran 2022
Yaygın Süreli Yayın
Yılda 2 Defa Yayınlanır
(Haziran-Aralık)

Sahibi

Orman Genel Müdürlüğü adına,
Daire Başkanı
Ahu Peruzhan ÖZYAKUP

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Murat BAŞAR

Editörler Kurulu

Fatma FEYZİOĞLU
Ercan VELİOĞLU
Hüseyin KARATAY
Ali KAVGACI
Erdal ÖRTEL
Gaye KANDEMİR
Mehmet Güvenç NEGİZ
Şükrü Teoman GÜNER
Sevda POLAT
Filiz YÜKSEK
Neşat ERKAN
Ersin YILMAZ
Taner OKAN
Mustafa BATUR
Nur DİKTAŞ BULUT
Hadiye BAŞAR
Oğuzhan SARIKAYA
Halil İbrahim YOLCU
Akif KETEN
Alptuğ SARI
Coşkun KÖSE
Gökhan GÜNDÜZ
Nadir YILDIRIM
Deniz AYDEMİR
Ümmühan ASLAN
Şaban ÇETİNER
Necla KORALAY

Yazışma Adresi

Orman Genel Müdürlüğü Dış
İlişkiler Eğitim ve Araştırma
Dairesi Başkanlığı, Beştepe
Mahallesi Söğütözü Caddesi
No: 8/1 06560 Yenimahalle /
ANKARA

Tel: 0312 248 17 10-11-69

Fax: 0312 248 17 12

Baskı: Orman Genel Müdürlüğü
Matbaası

Tel: 0312 248 17 10-76

Baskı Tarihi: Haziran.2022

Sorumlu Editörler

Corresponding Editors

Baş Editör <i>Editor in Chief</i>	Murat BAŞAR <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i>
Yetiştirme <i>Growing</i>	Ali TEMİZ <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon</i> Cengiz ACAR <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon</i>
İşletme <i>Forest Management</i>	İbrahim TURNA <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon</i> Alptuğ SARI <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon</i>
Orman Ürünleri <i>Forest Products</i>	Samet DEMİREL <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon</i>
Dil Editörleri <i>Language Editors</i>	Şaban ÇETİNER <i>Orman Genel Müdürlüğü, Ankara</i> Ümmühan ASLAN <i>Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Antalya</i> Necla KORALAY <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon</i>



Danışma Kurulu Advisory Board

Islah <i>Tree Breeding</i>	Nebi BİLİR, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i> Servet ÇALIŞKAN, <i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul</i>
Yetiştirme <i>Growing</i>	Ali KAVGACI, <i>Karabük Üniversitesi, Karabük</i> Ayşe DELİGÖZ, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i> Fahrettin TILKI, <i>Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin</i> Mustafa YILMAZ, <i>Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa</i>
Ekoloji <i>Ecology</i>	Ender MAKİNECİ, <i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul</i> Ferhat GÖKBULAK, <i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul</i> Kürşad ÖZKAN, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i> Ömer KARA, <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon</i>
İşletme <i>Forest Management</i>	Bekir KAYACAN, <i>İstanbul Üniversitesi, İstanbul</i> Sacit KOÇER, <i>Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araş. Enst., İzmit</i> Yılmaz ÇATAL, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i>
Koruma <i>Conservation</i>	H. Tuğba DOĞMUŞ LEHTİJARVI, <i>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta</i> İsmail DEMİR, <i>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon</i> Ömer KÜÇÜK, <i>Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu</i>
Orman Ürünleri <i>Forest Products</i>	Arif KARADEMİR, <i>Bursa Teknik Üniversitesi, Bursa</i> Fatih MENGELOĞLU, <i>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, K.Maraş</i> M. Hakkı ALMA, <i>Iğdır Üniversitesi, Iğdır</i> Temel ÖZEK, <i>Anadolu Üniversitesi, Eskişehir</i> Türker DÜNDAR, <i>İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İstanbul</i>



**KARADENİZ
TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**
Orman Fakültesi
Karok2021

ORF

**IV. ULUSAL
KARADENİZ ORMANCILIK KONGRESİ**
6-9 ARALIK 2021





Değerli Meslektaşlarım ve Ormanlığa Gönül Vermiş Değerli Paydaşlarımız,

Mezunu ve mensubu olmaktan gurur duyduğumuz KTÜ Orman Fakültesi 1963 yılında kurulmuş olup eğitim-öğretim hayatına 1971 yılında başlamıştır. Fakültemizin eğitim öğretime başlamasının 50.yılı münasebetiyle gerçekleştirdiğimiz “IV. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi” 6-9 Aralık tarihleri arasında büyük bir katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Açılış konuşmalarını Sayın Rektörümüz Prof. Dr. Hamdullah ÇUVALCI'nın yaptığı kongre, 20 Davetli konuşmacının sunumları ile devam etmiştir.

Davetli konuşmacılar arasında Milletvekili, Orman Genel Müdürü, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürü, çeşitli STK Temsilcileri, Özel Sektör Temsilcileri, Çeşitli Üniversitelerden Akademisyenler ve Emekli Öğretim Üyeleri bilgi ve birikimlerini paylaşarak güncel sorunlara ve çözüm önerilerine değinmişlerdir.

Bilimsel oturumlar 2 ayrı online salonda gerçekleştirilmiş olup toplam 16 oturumda 132 adet bildiri, bilim dünyasına kazandırılmıştır. Bildirilere yazar olarak katılım sağlayan akademisyen ve lisansüstü öğrenci sayısı toplam 339 olup programı online olarak OGM personelleri, Orman Fakültesi öğrencileri ve Akademik camiadan çok sayıda kişi izleme imkanı bulmuştur.

Bu kongrenin ülkemiz, milletimiz ve ormancılığımız için hayırlara vesile olması dileklerle, tüm katılımcılara, bu kongrenin hazırlanmasında gece-gündüz emeği geçen düzenleme kurulundaki çalışma arkadaşlarıma ve kongremize gönderilen bildirimleri hakem süreçlerinden geçirerek akademik camianın erişimine sunan Ormanlık Araştırma Dergisinin tüm çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Sizleri sevgiyle, saygıyla selamlıyorum.

Prof. Dr. Ali Temiz
KTÜ Orman Fakültesi Dekanı



Kongre Organizasyonu Congress Organization

Onur Kurulu <i>Honorary Board</i>	HAMDULLAH ÇUVALCI (Rektör) ALİ TEMİZ (Dekan)
Başkan <i>President</i>	ALİ TEMİZ
Düzenleme Kurulu <i>Organization Board</i>	BEDRİ SERDAR CENGİZ ACAR İBRAHİM TURNA ÖMER KARA SEDAT ONDARAL ŞAĞDAN BAŞKAYA ERHAN ÇALIŞKAN DERYA USTAÖMER DORUK GÖRKEM ÖZKAN MÜBERRA PULATKAN SAMET DEMİREL ALPTUĞ SARI AHMET ARPACIK İBRAHİM YILDIRIM MUSTAFA BİLGEHAN İMAMOĞLU FAHRETTİN ATAR GAYE KÖSE DEMİREL KADİR ALPEREN COŞKUNER ABDULLAH ÇİĞDEM DUYGU AKYOL KUYUMCUOĞLU MAKBULENUR ONUR MURAT ÖZTÜRK ÖZLEM BOZDOĞAN BALÇIK
Sekreteryası <i>Secretaria</i>	İBRAHİM YILDIRIM GAYE KÖSE DEMİREL MURAT ÖZTÜRK



Kongre Bilim Kurulu
Scientific Committee of the Congress

ABDULLAH KELKİT
ABDÜRRAHİM AYDIN
AHMET TOLUNAY
ALİ KAVGACI
ALİ ÖMER ÜÇLER
ALİ TEMİZ
ARİF KARADEMİR
AYDIN TÜFEKÇİOĞLU
AYFER DÖNMEZ ÇAVDAR
BANU ÇİÇEK KURDOĞLU
BARIŞ KARA
BEDRİ SERDAR
BÜLENT KAYGIN
CANTÜRK GÜMÜŞ
CENGİZ ACAR
CENGİZ GÜLER
DERYA EŞEN
DEVLET TOKSOY
EBUBEKİR GÜNDOĞDU
ELMAS ERDOĞAN
ENGİN NURLU
EROL AKKUZU
EROL KIRDAR
ERTUĞRUL BİLGİLİ
ESAT GÜMÜŞKAYA
EYLEM DİZMAN TOMAK
FAHRETTİN TİLKİ
GÖKAY NEMLİ
GÜRSEL ÇOLAKOĞLU
HAKAN OĞUZ
HAKKI YAVUZ
HALDUN MÜDERRİSOĞLU
HALİL BARIŞ ÖZEL
HALİL TURGUT ŞAHİN
HÜLYA KALAYCIOĞLU
HÜSEYİN FAKİR
HÜSEYİN KIRCI
HÜSEYİN PEKER
İBRAHİM TURNA
İLHAN DENİZ
İSMAİL AYDIN
KADRİ CEMİL AKYÜZ

M. NURİ ÖNER
MAHMUT EROĞLU
MEHMET HAKKI ALMA
MEHMET KOCABAŞ
MEHMET MISIR
MURAT AKTEN
MURAT DEMİR
MURAT ERTAŞ
MURAT ÖZYAVUZ
MURAT ZENCİRKIRAN
MURAT ZENGİN
MUSTAFA ALTINOK
MUSTAFA FEHMİ TÜRKER
MUSTAFA USTA
MUSTAFA VAR
NİHAT SAMİ ÇETİN
NURAY MISIR
NURGÜL AY
OSMAN UZUN
ÖMER KARA
ÖMER KÜÇÜK
REYHAN ERDOĞAN
SALİH TERZİOĞLU
SEBAHAT AÇIKSÖZ
SEDAT ONDARAL
SELÇUK GÜMÜŞ
SELÇUK İNANÇ
SEMRA ÇOLAK
SERHAT URSAVAŞ
SEZGİN HACISALİHOĞLU
SİBEL YILDIZ
SİNAN GÜNER
SÜLEYMAN AKBULUT
ŞAĞDAN BAŞKAYA
ŞEVKET ALP
TEMEL SARIYILDIZ
TURAN YÜKSEK
TURGAY AKBULUT
TURGAY ÖZDEMİR

ÜMİT CAFER YILDIZ
YILMAZ ÇATAL
ZAFER CEMAL ÖZKAN
ZERRİN SÖĞÜT
ZEYNEL ARSLANGÜNDOĞDU
AKİF KETEN
ALPEREN KAYMAKÇI
ARZU KALIN
AYTAÇ AYDIN
BANU BEKÇİ
BANU KARASHAH
BÜLENT TURGUT
CENK DEMİRKIR
DENİZ GÜNEY
DERYA USTAÖMER
DORUK GÖRKEM ÖZKAN
ELİF BAYRAMOĞLU
ELİF MERVE ALPAK
EMEL BAYLAN
EMRAH YALÇINALP
ENGİN DERYA GEZER
ENGİN EROĞLU
ERHAN ÇALIŞKAN
ERTAN DÜZGÜNEŞ
ERTAN ÖZEN
HABİBE ACAR
HİLAL TURGUT
HÜSEYİN AYAZ
İLKER AKYÜZ
İSMAİL ŞAFAK
MAHMUT MUHAMMET BAYRAMOĞLU
MEHLİKA AKLIBAŞINDA
MERT EKŞİ
MÜBERRA PULATKAN
NİLGÜN GÜNEROĞLU
OĞUZ KURDOĞLU
ÖMER LÜTFÜ ÇORBACI
ÖZLEM ÖZGENÇ
SAMET DEMİREL
SEFA AKBULUT
SEMA MUMCU
SERAP YILMAZ
ŞÜKRÜ TEOMAN GÜNER

TUĞBA DÜZENLİ
UZAY KARAHALİL
ZAFER YÜCESAN
AHMET DUYAR
ALPTUĞ SARI
AYSEL YAVUZ
DERYA MUMCU KÜÇÜKER
DERYANUR DİNÇER
ERCAN OKTAN
HİLAL KAHVECİ
İBRAHİM YILDIRIM
KEMAL ÜÇÜNCÜ
NURİ BOZALİ
SALİHA ÜNVER
VEDAT BEŞKARDEŞ
AHMET ARPACIK
ALİ CEM AYDIN
AYDIN ÇÖMEZ
AYDIN DEMİR
BURCU ÇENGEL
CANAN YILMAZ
CELAL TAŞDEMİR
CEMAL FİDAN
CEYHUN KILIÇ
ERSİN YILMAZ
FAHRETTİN ATAR
FATMA FEVZİOĞLU
FİLİZ YÜKSEK
GAYE KANDEMİR
GAYE KÖSE DEMİREL
GIYASETTİN AKBİN
HANİFE ERDOĞAN GENÇ
HÜSEYİN KARATAY
KADİR ALPEREN COŞKUNER
MEHMET ÇALIKOĞLU
MEHMET ÖZDEMİR
MUSTAFA ARSLAN
NEJAT ÇELİK
ÖMER ÖNCÜL
SACİT KOÇER
SELDA AKGÜL
SEVDA POLAT
TUNCAY PORSUK

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Yetiştirme / Growing <i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle tohumunun çimlenmesi üzerine ekim zamanı ve yetiştirme ortamının etkisi / <i>Effect of sowing time and media on germination of Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle seed Fahrettin ATAR, İbrahim TURNA	Araştırma makalesi / Research article 1-8
Yetiştirme / Growing Kırmızı yapraklı Japon akçaağacının çelikle üretilmesinde farklı sera ortamları ile oksinlerin etkileri / <i>Effects of different greenhouse media and auxins on cutting propagation of red-leaved Japanese maple</i> Ali BAYRAKTAR, Deniz GÜNEY, Seyyed Hossein CHAVOSHI	Araştırma makalesi / Research article 9-15
Yetiştirme / Growing Solaklı Havzası (Trabzon/Türkiye)'nin yabancı bitki taksonları / <i>Exotic plant taxa of Solaklı Watershed (Trabzon/Türkiye)</i> Salih TERZİOĞLU	Araştırma makalesi / Research article 16-23
Yetiştirme / Growing <i>Magnolia kobus</i> DC.'nin yeşil çelikle üretiminde farklı hormon uygulamalarının etkileri / <i>Effect of different hormone doses on propagation by softwood cutting of Magnolia kobus DC.</i> Müberra PULATKAN, Elif KAYA ŞAHİN	Araştırma makalesi / Research article 24-29
İşletme / Forest Management Orman sertifikasyonunun odun hammaddesi üretim faaliyetlerine etkilerinin incelenmesi (Bolu Orman İşletme Müdürlüğü örneği) / <i>The investigation of the effects of forest certification on wood raw material harvesting activities (Case study of Bolu State Forest Enterprise)</i> Yılmaz TÜRK, Erhan ŞENGÖÇ, Yaşar Selman GÜLTEKİN, Korhan ENEZ	Araştırma makalesi / Research article 30-40
İşletme / Forest Management Trabzon Değirmendere Çatak alt havzasının erozyon risk haritasının oluşturulması ve sediment iletim oranının belirlenmesi / <i>Creating erosion risk map and determining sediment delivery ratio of the Trabzon-Değirmendere- Çatak subwatershed</i> Necla KORALAY, Ömer KARA	Araştırma makalesi / Research article 41-54
İşletme / Forest Management Ormanlıkta iş tanımının önemi (hizmet vasıtası şoförü örneği) / <i>The importance of job definition in forestry (example of pickup driver)</i> İsmail ŞAFAK, Mehmet EKER, Hadiye BAŞAR, Süleyman OKUMUŞ	Araştırma makalesi / Research article 55-66
İşletme / Forest Management Türkiye'de ikinci orman fakültesinin Karadeniz Teknik Üniversitesinde kurulması ve eğitim-öğretime başlama süreci / <i>Establishment of the second faculty of forestry at Karadeniz Technical University in Turkey and the process of starting education</i> Selahattin KÖSE	Araştırma makalesi / Research article 67-75
İşletme / Forest Management Açık maden sahalarında kazı sonrası zemin değişiminin izlenmesinde İHA-tabanlı RTK/PPK yönteminin kullanımı: Düzce-Tatlıdere taş ocağı örneği / <i>The use of UAV-based RTK/PPK method in monitoring the ground change after excavation in open-pit mine sites: A case study in the Düzce-Tatlıdere quarry</i> Yılmaz TÜRK, Berkan BALABAN, Ece ALKAN, Tunahan ÇINAR, Abdurrahim AYDIN	Araştırma makalesi / Research article 76-85

İşletme/Forest Management	Araştırma makalesi / Research article	
Sosyal sorumluluk amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmaları: örnek olay incelemesi / <i>The afforestation activities carried out for the purpose of social responsibility: a case study</i>		86-96
Seçil YURDAKUL EROL, Burcu GÖY		
İşletme/Forest Management	Araştırma makalesi / Research article	
İnsansız hava aracı ile orman yolu kazı ve dolgu hacimlerinin belirlenmesi: Bolu-Taşlıyayla örneği / <i>Determination of forest road cut and fill volumes by using unmanned aerial vehicle: A case study in the Bolu-Taşlıyayla</i>		97-104
Yılmaz TÜRK, Harun CANYURT, Remzi EKER, Abdurrahim AYDIN		
İşletme/Forest Management	Araştırma makalesi / Research article	
Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde çalışan işçi personelin özellikleri / <i>Characteristics of workers working in the Forestry Research Institute</i>		105-114
İsmail ŞAFAK		
İşletme/Forest Management	Araştırma makalesi / Research article	
Subasar ormanlarda endüstriyel odun hammaddesi üretiminin teknik ve çevresel yönlerden incelenmesi / <i>The investigation of industrial wood raw material production in forested wetlands from technical and environmental aspects</i>		115-123
Yılmaz TÜRK, Batuhan ÇATALBAŞ		
İşletme/Forest Management	Araştırma makalesi / Research article	
Sera Gölü Tabiat Parkı'nın kullanıcı memnuniyeti açısından değerlendirilmesi / <i>Evaluation of Sera lake nature park in terms of user satisfaction</i>		124-132
Nilgün GÜNEROĞLU, Sabriye PEKTAŞ		
İşletme/Forest Management	Araştırma makalesi / Research article	
Sürdürülebilir kırsal kalkınma bağlamında kırsal tutundurma model araştırması: Mut örneği / <i>Rural promotion model research in the context of sustainable rural development: The case of Mut</i>		133-141
Hüseyin ÇALIŞKAN, Sezgin ÖZDEN		
Orman Ürünleri/Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Alkil keten dimer / borik asit kombinasyonları ile emprenye edilen sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.) örneklerinin boyutsal kararlılığı ve mekanik özellikleri / <i>Water absorption and mechanical properties of scots pine (Pinus sylvestris L.) wood samples treated with alkyl ketene dimer / boric acid combinations</i>		142-147
Gaye KÖSE DEMİREL, Ali TEMİZ		
Orman Ürünleri/Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Farklı vaks türlerinin lif levhaların bazı fiziksel ve yüzey özellikleri üzerindeki etkinliğinin değerlendirilmesi / <i>The evaluation of the efficiency of different waxes on some physical and surface properties of fiberboard</i>		148-154
Derya USTAÖMER, Elif TOPALOĞLU, Evren ERSOY KALYONCU		
Orman Ürünleri/Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Türkiye ve dünyada orman ürünleri sanayi sektörüne ait bazı ürünlerin karşılaştırmalı analizleri / <i>Comparative analysis of some products of the forest products industry sector in Turkey and the world</i>		155-164
İbrahim YILDIRIM, Eşşan EMİROĞLU		



Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Isıl işlem uygulanmış çam odun örneklerinin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası renk ve pürüzlülük değerlerinin incelenmesi / <i>Investigation of color and roughness properties of heat-treated pine wood after accelerating weathering</i>		165-171
Ahmet CAN		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Higrotermal yaşlandırmanın, MDF ve yonga levhalarda renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve vida çekme direncini üzerine etkisinin incelenmesi / <i>Investigation of the effect of hygrothermal aging on color change, surface roughness and screw direct withdrawal resistance of MDF and particleboards</i>		172-177
Emre BİRİNCİ		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Anadolu şimşiri (<i>Buxus sempervirens</i> L.) gövde odununun bazı teknolojik özelliklerinin araştırılması / <i>Investigation of some technological properties of Anatolian boxwood (Buxus sempervirens L.) stem wood</i>		178-185
Elif TOPALOĞLU, Derya USTAÖMER, Murat ÖZTÜRK, Nurgül AY		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Küreselleşme sürecinde odun esaslı levha üretim ve dış ticaret durumunun analizi / <i>Analysis of wood-based panel production and foreign trade situation in the process of globalization</i>		186-192
Aytaç AYDIN, Sebahattin TİRYAKİ, Hakan ADANUR		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Viniltrimetoksisilan ile modifiye edilmiş yongalardan üretilen levhaların bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi / <i>Investigation of some mechanical and physical properties of boards produced from chips modified with vinyltrimethoxysilane</i>		193-198
Oktay GÖNÜLTAŞ, Mahmut Ali ERMEYDAN, Onur AYKANAT		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Bazı ağaç türlerinde mikrodalga uygulamasının verniklerin parlaklık direnci üzerine etkisi / <i>The effect of microwave treatment on the gloss resistance of varnishes in some tree species</i>		199-206
Çiğdem KASA, Özlem BOZDOĞAN BALÇIK, Turgay ÖZDEMİR		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Ahşap malzemede aktif anti-bakteriyel özelliklerin defne ve kekik ekstraktları ile artırılması / <i>Increasing the active anti-bacterial properties of wood material with laurel and thyme extracts</i>		207-211
Osman Emre ÖZKAN		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Nano seryum-oksit ile muamele edilen odunun hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrasında renk ve yüzey kimyasındaki değişimi / <i>Color change and surface chemistry of nano cerium-oxide treated wood after accelerated weathering</i>		212-223
Uğur ÖZKAN, Sebnem Sevil ARPACI, Eylem DİZMAN TOMAK		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Kalsiyum karbonatın selülozik liflerle etkileşiminin artırılması / <i>Increasing the interaction of calcium carbonate with cellulosic fibers</i>		224-228
Doğan CANBOLAT, Meryem ONDARAL, Kemal ÇAKAR, Ebru HEZER, Şamil Ercan ÖZCAN, Sedat ONDARAL		

Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Bakteriyel selüloz ve boraks katkılı atık gazete kağıtlarının termal ve optik özelliklerinin incelenmesi / <i>Investigation of thermal and optical properties of waste newspaper with bacterial cellulose and borax additives</i>	229-237	
Evren ERSOY KALYONCU, Emrah PEŞMAN		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan poliüretan verniklerin parlaklığına ısıl işlem yöntemi ve işlem sıcaklığının etkisi / <i>The effect of heat treatment method and process temperature on the glossiness of polyurethane varnishes applied to wood material surfaces</i>	238-246	
Erol KOÇ, Hüseyin PELİT		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Hammadde tedarik sorunlarının Türkiye mobilya üretimi açısından değerlendirilmesi ve bir projeksiyon çalışması / <i>Evaluation of raw material supply problems in terms of furniture production in Turkey and a projection study</i>	247-253	
Sebahattin TIRYAKI, Aytaç AYDIN, Hakan ADANUR		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Bazı yenilebilir yabani <i>Lactarius</i> mantarlarının biyoaktif ve radyoaktif özellikleri / <i>Bioactive and radioactive properties of some edible wild Lactarius mushrooms</i>	254-263	
Sibel YILDIZ, Ayşenur GÜRGEN		
Orman Ürünleri / Forest Products	Derleme/Rewiev	
Odun polimer kompozitlerin doğal ve yapay (suni) yaşlandırma sonrası özelliklerinde meydana gelen değişiklikler / <i>The properties of wood polymer composites after natural and artificial weathering</i>	264-270	
Büşra AVCI, Ayfer DÖNMEZ ÇAVDAR, Fatih MENGELOĞLU		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Tropik ağaç türü olan dahoma (<i>Piptadeniastrum africanum</i>) odununun odun plastik kompozit üretiminde kullanımı / <i>The usage of wood of dahoma (Piptadeniastrum africanum), a tropic tree, in the production of wood plastic composite</i>	271-280	
İbrahim Halil BAŞBOĞA, İbrahim KILIÇ, İlkay ATAR, Fatih MENGELOĞLU		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Mobilya tercihinde etkili kriterlerin uzman ve kullanıcılar açısından incelenmesi / <i>Examining the effective criteria in furniture preference from perspective of experts and users</i>	281-290	
İbrahim YILDIRIM, Merve ASLAN		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Investigation of some mechanical properties of composite materials made of LDPE and bamboo at two different rates / <i>Bambu ve LDPE'den üretilmiş kompozit malzemelerin bazı mekanik özelliklerinin incelenmesi</i>	291-298	
Samet DEMİREL, Onur GENÇALİOĞLU, Mustafa ASLAN, Hüseyin KIRCI		
Orman Ürünleri / Forest Products	Derleme/Rewiev	
İç ortam kullanım yerlerinde güneş ışınlarının ahşabın özelliklerine etkisi / <i>The effect of sunlight on the wood properties in indoor applications</i>	299-309	
Uğur ÖZKAN, Eylem DİZMAN TOMAK		

Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Dezenfekte ürünlerinin laminat parkenin çizilme direnci, yüzey pürüzlülüğü ve toplam renk değişimine etkisi / <i>The effect of disinfection products on the scratch resistance, surface roughness and total color change of laminate flooring</i>		310-317
Mehmet KARAMANOĞLU		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Firetex ilave edilerek hazırlanmış atık kağıtların termal, fiziksel, optik ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi / <i>Determination of thermal, physical, optical and mechanical properties of waste papers prepared by adding Firetex</i>		318-328
Emrah PEŞMAN, Ezgi CİVİL		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
MDF üretiminde Dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) kimyasalı kullanımının levha özelliklerine etkisi / <i>The effect of the use of dimethyloldihydroxyethyleneurea (DMDHEU) chemical in MDF production on the properties of the board</i>		329-335
Meryem ONDARAL, Mustafa USTA, Sedat ONDARAL		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Polivinil klorür (PVC)'ün geri dönüştürülmesi: PVC köpük üretimi ve Karakterizasyonu / <i>Recycling of polyvinyl chloride (PVC): production and characterization of PVC foams</i>		336-341
Yıldız BİRBİLEN, Kadir KARAKUS, Fatih MENGELOĞLU		
Orman Ürünleri / Forest Products	Derleme/Rewiev	
Odun esaslı levha sektöründe Yaşam Döngüsü Analizi'ne bir bakış / <i>An overview of Life Cycle Analysis in the wood-based panel industry</i>		342-354
Mehmet Eren ŞAHİN, Hülya KALAYCIOĞLU, Ugur ARAS		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Farklı yöntemlerle ısıtılmış işlem uygulanmış ağaç malzemelerde yoğunluk ve eğilme direncinin belirlenmesi / <i>Determination of density and bending strength of heat-treated wood materials with different methods</i>		355-362
Selçuk BAYRAKTAR, Hüseyin PELİT		
Orman Ürünleri / Forest Products	Araştırma makalesi / Research article	
Tanalith E ve Celcure AC 500 ile emprenye edilerek hazırlanan kızılâğaç kamelyalarının biyolojik dayanımı ve yıkanma mekanizması / <i>Biological resistance and leaching mechanism of alder camellias prepared by impregnation with Tanalith E and Celcure AC 500</i>		363-368
Serkan KILINÇ, Ali TEMİZ, Gaye KÖSE DEMİREL		
İşletme / Forest Management	Derleme/Rewiev	
Türkiye'de orman mühendisliği eğitimi ve KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü / <i>Forest engineering education in Turkey and KTU Faculty of Forestry- Forest Engineering Department</i>		369-380
Cantürk GÜMÜŞ		

Ailanthus altissima (Mill.) Swingle tohumunun çimlenmesi üzerine ekim zamanı ve yetiştirme ortamının etkisi

Effect of sowing time and media on germination of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle seed

Fahrettin ATAR¹ 
İbrahim TURNA¹ 

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)
Fahrettin ATAR
fatar@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (*Received*)
17.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)
13.05.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)
Ali TEMİZ
temiz@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Atar, F. & Turna, İ. (2022). *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle tohumunun çimlenmesi üzerine ekim zamanı ve yetiştirme ortamının etkisi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 1-8 . DOI: 10.17568/ogmoad.1089610



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Çalışma kapsamında *Ailanthus altissima* tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı yetiştirme ortamı ve ekim zamanının etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. *Ailanthus altissima* tohumları, doğal tohum döküm zamanı olan Kasım ayı içerisinde KTÜ Kanuni kampüsünde bulunan ağaçlardan elde edilmiştir. Ekim işlemi önceden hazırlanmış özel ve yüksek ekim yastıklarında gerçekleştirilmiştir. Ekim işlemi, özel ekim yastıklarına Kasım ve Mart ayında, yüksek ekim yastığında ise Ocak ayında gerçekleştirilmiştir. Tohumların ekimden önce 1000 tane ağırlıkları belirlenmiştir. Tohumlar, özel ekim yastıklarına kanatsız ve kanatlı olmak üzere iki farklı şekilde, yüksek ekim yastığında ise yalnız kanatlı tohumlar kullanılarak çizgi ekimi yöntemiyle ekilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre Kasım ayında kanatlı veya kanatsız şekilde yapılan ekimin çimlenme yüzdesinin değişmesinde etkili olduğu ancak çimlenme için gerekli sıcaklık ve nemin rahatça alınabildiği ilkbahar mevsiminde tohumların kanatlı olup olmamalarının önemli olmadığı ve hemen hemen birbirine yakın çimlenme yüzdesine (kanatlı tohum ÇY %94,17, kanatsız tohum ÇY %99,45) sahip oldukları saptanmıştır. *Ailanthus altissima* tohumları için uygun ekim zamanının ilkbahar olduğu tespit edilmiş olup, sonbaharda fidan ihtiyacının karşılanmasında başarılı bir sonucun elde edilebilmesi için ekim işleminin sera koşullarında yapılmasının uygun olacağı ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kokar Ağaç, çimlenme yüzdesi, perikarp, ekim zamanı, ekim ortamı

Abstract

Within the scope of the study, it was aimed to determine the effect of different media and sowing time on the germination of *Ailanthus altissima* seeds. *Ailanthus altissima* seeds were obtained from the trees in the KTU Kanuni campus in November, which is the natural seed fall time. Sowing was carried out on specially prepared seedbeds. Sowing was carried out on special seedbeds in November and March and on traditional seedbeds in January. The 1000 seed weight was determined before sowing. Seeds were sown on special seedbeds in two different ways as without the pericarp and with pericarp, and by line sowing method using seeds with pericarp on the traditional seedbeds. According to the results of the study, it was determined that sowing seeds with or without pericarp in autumn were effective in on the germination percentage. However, it has been detected that it is not important to sow seeds with or without pericarp in the spring season when the temperature and humidity required for germination can be easily ensured. Both sowing treatments (seed with pericarp 94.17%, seed without pericarp 99.45%) had almost similar germination percentages. It has been determined that the appropriate planting time for *Ailanthus altissima* seeds is spring in terms of germination percentages, and it has been revealed that sowing under greenhouse conditions would be appropriate in order to meet the need for seedlings in autumn.

Keywords: Tree-of-heaven, germination percentage, pericarp, sowing time, sowing media

1. Giriş

Ağaçlandırma ve yapay gençleştirme sahalarının optimum hale getirilmesi yetişme ortamı şartlarına bağlı çeşitli etmenler nedeniyle çoğu durumda mümkün olmamaktadır. Böyle durumda dikim alanlarının ekolojik koşulları göz önünde tutularak dikim amaçlarına uygun, morfolojik, fizyolojik ve genetik özelliklere sahip fidan materyalinin kullanımını önem arz etmektedir. Bu nedenle ormancılık faaliyetleri arasında oldukça yorucu ve pahalı bir işlem olan ağaçlandırma ve yapay gençleştirme çalışmalarına kaliteli tohum ve bunlardan yetiştirilecek kaliteli fidanla başlaması gerekmektedir (Güney ve ark., 2018). Tüm ağaçlandırma çalışmalarının çıkış noktası tohumdur. Orman yetiştirme çalışmaları, orijini belli tohum toplanması ve kullanılması yanında tohumun çimlenme kabiliyetiyle ilgili yeterli bilgilerin elde edilmesini de gerekli kılmaktadır (Ürgeç, 1998).

Toplanan tohumların saklanma süresi, ekim zamanı, ekim ortamı vb. faktörler çimlenme yeteneğini etkilemektedir (Li ve ark., 2005; Güney ve ark., 2014, 2015; Atar ve ark., 2017, 2018; Göktürk ve ark., 2019). Bu bakımdan tohumların çimlenme biyolojileri ve fizyolojik gereksinimlerinin bilinmesi, arzu edilen fidan materyalinin başarılı bir şekilde üretilmesine olanak sağlayacaktır.

Son yıllarda hem dünya hem de ülkemiz ormancılığında egzotik (yabancı) türlere yönelik pozitif bakış açısı bulunmaktadır. Nitekim bazı egzotik türlerin küresel iklim değişimine bağlı olarak ortaya çıkan kurak koşullara dayanıklı olması ve gerek ormancılık alanlarda ağaçlandırma faaliyetlerinde gerekse peyzaj amaçlı olarak kentsel alanlarda yaygın kullanım potansiyeline sahip olması bunun başlıca nedenlerindedir (Güney ve ark., 2018). *Ailanthus altissima* bu özelliklere sahip ve dünyada geniş bir alanda yayılım gösteren önemli egzotik türlerden biridir.

Ailanthus altissima, Türkiye’de ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan önemli bir tür olup, kurak mıntıkaların (özellikle İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve diğer bölgelerde) ve verimsiz sahaların ağaçlandırılmasında, erozyon kontrolüne yönelik çalışmalarda, duman ve zehirli gazlara karşı çok dayanıklı olduğundan dolayı büyük endüstriyel kentlerde park-bahçe ve yol kenarı ağacı olarak tercih edilmektedir (Enescu, 2014; Trájer ve ark., 2016; Mercurio, 2018; Yıldız ve ark., 2021). Kısa ömürlü (40-50 yıl) ancak hızlı büyüyen bir ağaç türüdür (Hu, 1979).

Ülkemizin egzotik bir türü olan *Ailanthus altissima* halk arasında kokar ağaç, cennet ağacı, gök

ağacı, Çin sumacı gibi isimleriyle tanınmaktadır (Kayacık, 1969). *Ailanthus altissima* türünün ana vatanı Çin’dir. İlk olarak Avrupa’ya ve daha sonra 18. yüzyılın sonlarına doğru Amerika’ya getirilmiştir (Udvardy, 1998). Avrupa, Kuzey Amerika ve Kıbrıs’ta geniş çapta yetiştirilmiş ve doğallaştırılmış bir türdür. Ülkemizin ise hemen her yöresinde yetişebilmekle birlikte Doğu Karadeniz Bölümünde doğallaşma eğiliminin de olan çok yaygın bir türdür (Anşin ve Terzioğlu, 1998).

Uzun yıllar çıplak halde kalmış, her türlü bitki örtüsünden mahrum topraklarda ve elverişsiz iklim şartları altında yetişebilen, hava kirliliğine özellikle kükürt dioksit ve klorine dayanıklı, erozyonu önleme amaçlı ağaçlandırmalarda üst toprağı büyük ölçüde kaybolmuş ve biyolojik aktivitesi olmayan topraklarda tutunabilen kuvvetli kök sistemine sahip, kuraklığa dayanıklı bir tür olduğu belirtilmektedir (Ürgeç, 1986) ve ilk on yılda 18-21 metre boy değerine ulaşabildiği ifade edilmektedir (Knapp ve Canham, 2000; Kowarik ve Säumel, 2007). Çin, ABD, Güney ve Orta Avrupa’da özellikle hava kirliliğinin olduğu yerlerde geniş çapta süs, gölge ve toprak stabilizasyonu ağacı olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte mobilyacılıkta, yapı işlerinde, ambalaj sandığı ve karoser yapımında tercih edilmektedir. Yaprakları ve kabukları eczacılık alanında kullanılmaktadır (Al-Snafi, 2015). Ayrıca yaprakları ile beslenen *Attacus cyntia* adındaki bir böcek türü ile ipek böcekçiliği de yapılmaktadır (Hu, 1979).

Avusturya’da rüzgar perdeleri olarak bu ağaç türü denenmektedir. Verimi yüksek selülozun kolay elde edilmesi, direnç özelliklerinin iyi olması bakımından kağıt sanayii için önemli bir türdür. Tarımsal ormancılık alanında kullanılan ağaç türleri arasında yer almaktadır. Türkiye, Çin, Hindistan ve başka ülkelerde tarımsal ormancılık sistemleri içerisinde kullanılmakta olup yöre halkının gelir sağlaması, gereksinim duydukları yapacak-yakacak odununu temin etmesi, saha verimliliğinin erozyon vb. zararlardan korunması, tarımsal üretimin gerçekleştirilmesi ve böylece sistemden aynı zamanda birçok faydanın sağlanması ile yöre halkının sosyo-ekonomik durumuna katkıda bulunmaktadır (Şefik, 1995; Turna, 2013).

Türün tohumları genellikle 33-48 mm uzunluğunda, uzun ve yassı olan meyve kanadının ortasında yer almaktadır (Feret ve ark., 1974; Zasada ve Little, 2008). Tohumlar yaz aylarında çok sayıda yoğun kümeler halinde gelişmekte, erken sonbaharda olgunlaşmakta ve genellikle ağaç üzerinde ilkbahara kadar kalmaktadır. Rüzgarla dağılan tohumlar, 200 m’yi aşan taşınma mesafesi ile geniş alanlarda yetişebilmektedir (Landenberger ve

ark., 2007). *Ailanthus altissima* türünün tohum ve çimlenme özellikleri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Graves, 1990; Li ve ark.,2005; Kaproth ve McGraw, 2008; Samuilov ve ark.,2014; Cabra-Rivas ve Castro-Diez, 2016; Wickert ve ark.,2017; Rebbeck ve Jolliff, 2018; Pepe ve ark.,2020).

Ailanthus altissima türü sahip olduğu faydalarından dolayı yaygın olarak dünyada Cennet ağacı olarak adlandırılmakta olup, bugün ülkemiz için üzerinde durularak değerlendirilmesi ve faydalanılması gereken önemli bir türdür.

Çalışma kapsamında *Ailanthus altissima* tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı ortam ve ekim zamanının etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ, ktu.edu.tr) Orman Fakültesi Araştırma ve Uygula-

ma Serasında gerçekleştirilmiştir. *Ailanthus altissima* tohumları, doğal tohum döküm zamanı olan kasım ayı içerisinde KTÜ Kanuni kampüsünde bulunan ağaçlardan toplanmıştır. Toplanan tohumlar Orman Fakültesi Silvikültür laboratuvarına getirilerek ekim işlemine hazır hale getirilmiştir.

Ekim işlemi önceden hazırlanmış özel ekim yastıklarında gerçekleştirilmiştir. Sera içerisinde hazırlanan ekim yastıklarında %50 killi toprak, %25 orman toprağı, %25 kum karışımı (2:1:1) kullanılmıştır. Açık alandaki ekim yastıklarında ise killi toprak ve üzerine örtü materyali olarak killi toprak ile orman toprağı karışımı kullanılmıştır.

Tohumların 1000 tane ağırlığı (g), tesadüfî olarak alınan 8×100 adet tohum örneğinin ağırlıklarının ölçülüp ortalamaları alındıktan sonra gerekli hesaplamalar yapılarak belirlenmiştir (ISTA, 2007). Çalışma kapsamında uygulanan çimlendirme testleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Uygulanan çimlendirme testlerine ait bilgiler
Table 1. Information on the germination tests applied

İşlem I	Sera içerisinde kasım ayında özel ekim yastıklarına çizgi ekim yöntemiyle 5×60=300 adet kanatsız tohum ekilmiştir.
İşlem II	Sera içerisinde kasım ayında özel ekim yastıklarına çizgi ekim yöntemiyle 5×60=300 adet kanatlı tohum ekilmiştir.
İşlem III	Açık alan fidanlık koşullarında kasım ayında özel ekim yastıklarına çizgi ekim yöntemiyle 5×60=300 adet kanatsız tohum ekilmiştir.
İşlem IV	Açık alan fidanlık koşullarında kasım ayında özel ekim yastıklarına çizgi ekim yöntemiyle 5×60=300 adet kanatlı tohum ekilmiştir.
İşlem V	Normal şartlar altında muhafaza edilmiş (+4°C’de buzdolabında) kanatsız tohumlar, mart ayında açık alan fidanlık koşullarında özel ekim yastıklarına çizgi ekim yöntemiyle (5×60 adet) ekilmiştir.
İşlem VI	Normal şartlar altında muhafaza edilmiş (+4°C’de buzdolabında) kanatlı tohumlar, mart ayında açık alan fidanlık koşullarında özel ekim yastıklarına çizgi ekim yöntemiyle (5×60 adet) ekilmiştir.
İşlem VII	Normal şartlar altında muhafaza edilmiş (+4°C’de buzdolabında) kanatlı tohumlar, ocak ayında fidanlık ekim yastığına çizgi ekim yöntemiyle ekilmiştir.

Her bir işleme ilişkin tohumlar, tesadüfî parseller deneme desenine göre 1,0 m genişliğindeki ve 10 cm sıra aralığındaki ekim çizgilerine her ekim çizgisinde 60 tohum olacak şekilde ekilmiştir. Çimlenmelerin gözlenmesi, ekimlerin yapıldığı tarihten itibaren 7., 10., 14., 21., 28., 35. günlerde, takip eden süreçte haftada bir kez olmak üzere 160. güne kadar devam etmiştir. Çimlenmeler tamamlandıktan sonra, tohumlara uygulanan her işlem için ekilen tohumların çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir.

Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Çimlendirme işlemleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlılığı varyans analizi (one-way ANOVA) ile test edilmiştir. İşlemler arasında anlamlı farklılık çıkması durumunda Duncan testi ile işlemlerin meydana

getirdiği gruplar tespit edilmiştir.

3. Bulgular

Çalışma kapsamında öncelikle tohumların kanatlı ve kanatsız olacak şekilde 1000 tane ağırlıkları tespit edilmiştir. Buna göre kanatlı tohumların 1000 tane ağırlığı 48,18 g, kanatsız tohumların 1000 tane ağırlığı ise 27,98 g olarak belirlenmiştir. *A. altissima* tohumlarına uygulanan farklı işlemlere bağlı olarak çimlenme değerlerine ilişkin sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. (Tablo 2).

Tablo 2’de gösterilen sonuçlar incelendiğinde minimum çimlenme yüzdesi %13,33 ile IV. işlemde meydana gelirken, maksimum çimlenme yüzdesi ise V. ve VI. işlemlerde %100 olarak elde edilmiştir. Ortalama çimlenme yüzdesi sonuçlarına bakıl-

dığında, %99,45 çimlenme yüzdesi ile V. işlem en yüksek değere sahip olmuştur. En düşük ortalama

çimlenme değeri ise %16,11 ile IV. işlemde tespit edilmiştir.

Tablo 2. Farklı ekim işlemlerine bağlı olarak çimlenme yüzdelere ait sonuçlar
Table 2. Results of germination percentages depending on different sowing treatments

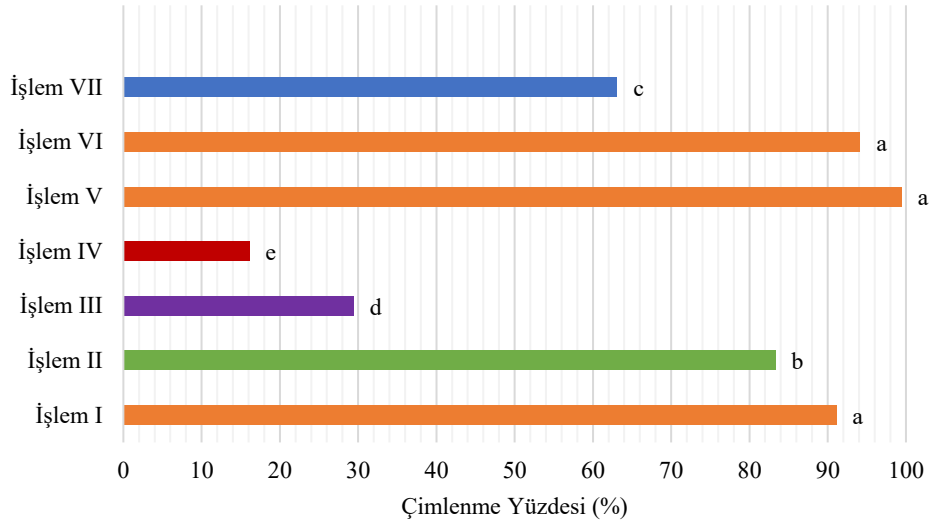
Çimlendirme Testleri	Çimlenme Yüzdesi				One-way Anova	
	Min.	Mak.	Ort.	Std.hata	F	P
İşlem I	86,66	96,66	91,11	1,86		
İşlem II	81,66	86,66	83,33	1,05		
İşlem III	18,33	43,33	29,44	1,64		
İşlem IV	13,33	21,66	16,11	1,75	134,660	0,000
İşlem V	97,78	100,00	99,45	0,25		
İşlem VI	84,44	100,00	94,17	1,28		
İşlem VII	43,27	88,98	63,13	2,55		

Farklı çimlendirme işlemlerine ait çimlenme yüzdesi sonuçları arasındaki farkların anlamlılığını ortaya koymak için yapılan varyans analizi sonucunda, işlemler arasında %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

İşlemler arasında anlamlı farklılıkların bulunma-

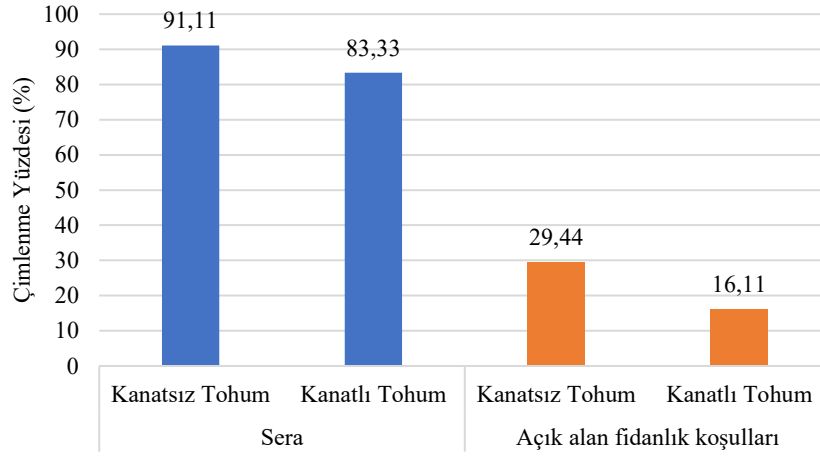
sından dolayı Duncan testi ile işlemler arasında meydana gelen gruplar belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 1'de gösterilmiştir. Duncan testi sonucunda işlemler arasında beş farklı grubun ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Buna göre çimlenme yüzdesi bakımından en yüksek değerlere sahip olan I, V ve VI. işlemler ilk grubu meydana getirirken, diğer her bir işlem tek başlarına grup oluşturmuştur.

Şekil 1. Çimlenme yüzdelere bağlı olarak işlemler arasındaki Duncan testi sonuçları
Figure 1. Duncan test results between treatments depending on germination percentages



Kasım ayında ekim işlemleri sera içerisinde ve açık alan fidanlık koşullarında olmak üzere iki farklı ortamda gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 2'de gösterilmiştir. Buna göre sera içerisinde ve açık alan fidanlık koşullarında elde edilen sonuçlar arasında oldukça ciddi bir farklılık meydana gelmiştir. Sera içerisinde kanatsız tohumların çimlenme yüzdesi %91,11 gibi yüksek bir değer alınırken, açık alan fidanlık koşullarında ise kanatsız tohumların çimlenme yüzdesi %29,44 olarak tespit

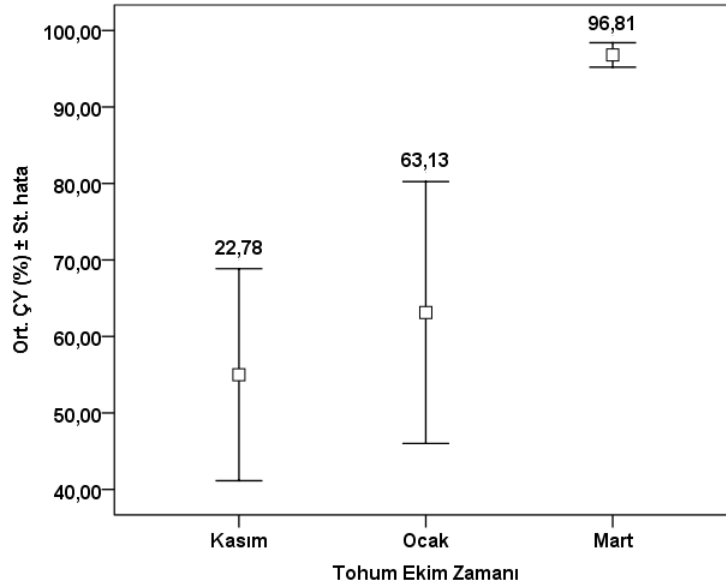
edilmiştir. Yine kanatlı olarak sera içerisinde ekim işlemi gerçekleştirilen tohumların çimlenme yüzdesi %83,33 olurken, açık alan fidanlık koşullarında ise sadece %16,11 çimlenme değeri elde edilmiştir. Genel olarak kanatsız tohumların ekiminde daha yüksek çimlenme oranlarının elde edildiği tespit edilmiştir.



Şekil 2. Kasım ayında ekim işlemi gerçekleştirilmiş tohumların ekim ortamına göre çimlenme yüzdesi sonuçları
Figure 2. The results of the germination percentage of the seeds sown in November according to the sowing media

Tohum ekim zamanına göre açık alan fidanlık koşullarındaki çimlenme yüzdesi sonuçları Şekil 3'te gösterilmiştir. Sonuçlara bakıldığında açık alan fidanlık koşullarında Kasım ayında ekim işlemi gerçekleştirilen tohumların %22,78 gibi oldukça düşük bir çimlenme yüzdesine sahip olduğu be-

lirlenmiştir. Ocak ayında ekim işlemi yapılan tohumların çimlenme yüzdesi %63,13 olarak tespit edilirken, en yüksek çimlenme yüzdesi Mart ayında ekim işlemi gerçekleştirilen tohumlarda %96,81 olarak elde edilmiştir.



Şekil 3. Tohum ekim zamanına göre açık alan fidanlık koşullarındaki çimlenme yüzdesi sonuçları
Figure 3. The results of germination percentage in open field nursery conditions according to seed sowing time

4. Tartışma ve Sonuç

Ailanthus altissima tohumlarının çimlenme kabiliyetleri üzerine farklı ekim zamanı ve ekim ortamının etkisi araştırmak amacıyla gerçekleştirilen çalışmada yedi farklı işlem uygulanmış ve işlemler arasında çimlenme yüzdeleri bakımından istatistiksel olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılıkların bulunduğu ortaya koyulmuştur. En yüksek

ortalama çimlenme yüzdesi (%99,45) toplandıktan sonra +4°C'de muhafaza edilen ve Mart ayında kanatsız olarak açık alan fidanlık koşullarında ekimi yapılan tohumlardan elde edilmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi (%16, 11) ise Kasım ayında kanatlı olarak açık alan fidanlık koşullarında ekimi yapılan tohumlarda meydana gelmiştir.

Açık alan fidanlık koşullarında tohumlar Kasım,

Ocak ve Mart ayları olmak üzere üç farklı zamanda ekilmiş ve ekim zamanının çimlenme kabiliyeti üzerine önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Nitekim elde edilen sonuçlardan da görüleceği üzere en düşük çimlenme yüzdesi %22,78 ile Kasım ayında, en yüksek çimlenme yüzdesi ise %96,81 ile Mart ayında belirlenmiştir. Açık alan fidanlık koşullarında Kasım ayında ekilen tohumların ortalama çimlenme yüzdeleri her ne kadar çok düşük olsa da, Kasım ayında sera içerisindeki ekim yastıklarına ekilen tohumların çimlenme yüzdelerinin oldukça yüksek değerlere (kanatsız tohumlar %91,11, kanatlı tohumlar %83,33) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Graves (1990) *A. altissima* tohumlarının çimlenmek için katlamaya ihtiyaç duymadıklarını, ancak soğuk katlamayı takiben çimlenme oranlarının %96'ya kadar çıktığını bildirmiştir. Bazı çalışmalarda *A. altissima* tohumlarının çimlenmesi için yüksek ışık koşullarının şart olmadığı ve kapalı gölgelik ormanlarda çimlenebildiği ortaya konulmuştur (Kota ve ark., 2007; Martin ve ark., 2010).

Farklı sıcaklık (15/6°C, 20/10°C ve 30/20°C) ve ışık (12 saat aydınlık, 12 saat karanlık, sürekli karanlık) gereksinimlerine yanıt olarak *A. altissima*'nın tohum çimlenme özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, en yüksek çimlenme yüzdesi 30/20°C sıcaklıkta ve sürekli karanlık ortamda %89 olarak elde edilmiştir (Pepe ve ark., 2020). Kaproth ve McGraw (2008), beş ay boyunca suda kalan *A. altissima* tohumlarının yüksek çimlenme oranlarını (%94) koruduğunu tespit etmiştir. Başka bir çalışmada Wickert ve ark. (2017) laboratuvar koşullarında 8 yıl depolanan *A. altissima* tohumları için %0-27 arasında çimlenmenin meydana geldiğini belirtmiştir. Diğer bir çalışmada ise Cabra-Rivas ve Castro-Diez (2016) *A. altissima* türünün İspanya'da istilacı *Robinia pseudoacacia* L. ve yerli *Fraxinus angustifolia* Vahl'den daha fazla tohum canlılığı gösterdiğini bildirmiştir.

Rebbeck ve Jolliff (2018) *A. altissima* tohumlarının doğal büyüme koşullarında iki yıldan fazla canlı kalıp kalmayacağını bilmediğini belirterek yaptıkları çalışmada farklı sürelerde doğal ortamda bekletilen tohumların çimlenme oranlarını ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda başlangıçta çimlenme oranlarının ortalama %87 olduğu, 5. yılda açık havada meşe yaprağı ölü örtüsünde saklanan tohumların çimlenme oranlarının %1,9'a düştüğü, mineral toprakta saklanan tohumların ise çimlenme oranlarının ortalama %75'i olduğu belirtilmiştir. Yüksek çinko içeriğinin *A. altissima*'nın tohum çimlenmesine ve genç fide gelişimine etkisi üzerine yapılan başka bir çalışmada (Samuilov ve ark., 2014), *A. altissima* tohumları çinko sülfat formunda

25, 100 ve 250 µM Zn konsantrasyonları ile işleme tabi tutulmuş ve en yüksek konsantrasyonu içeren Zn uygulamalarının tohum çimlenme parametrelerinde azalmaya neden olduğunu göstermiştir.

Üstte bahsedilen çalışmalara bakıldığında *A. altissima* tohumlarının çimlenme kabiliyetleri üzerine çeşitli faktörlerin etkilerinin araştırıldığı ve genel olarak *A. altissima* tohumlarının yüksek çimlenme kabiliyetine sahip olduğu görülmektedir. Nitekim çalışmamızda da farklı ekim zamanı ve ekim ortamının etkileri araştırılmış ve önemli farklılıkların olduğu ortaya koyulmuş olup, diğer çalışmalara benzer şekilde yüksek çimlenme değerleri tespit edilmiştir.

Sonbahar (Kasım ayında) ve İlkbahar (Mart ayında) mevsimlerinde yapılan ekimler sonrasında farklı çimlenme değerlerine ulaşıldığı sonucuna varılmıştır. Saptanan bulgular ışığında İlkbahar mevsiminde yapılacak ekim çalışmasıyla başarı bir çimlenme yüzdesinin elde edilebileceği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca fidan gereksiniminin fazla olması durumunda, ekim işleminin sera koşulları altında olması kaydıyla Sonbahar ve Kış mevsimlerinde fidan ihtiyacının giderilebileceği söylenebilir. Bununla birlikte ekilen kanatsız tohumların kanatlı tohumlara kıyasla daha yüksek çimlenme değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu bakımdan yapılacak çalışmalar da kanatsız tohum ekimi de önerilebilir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Al-Snafi, A.E., 2015. The pharmacological importance of *Ailanthus altissima*-A review. *International Journal of Pharmacy Review and Research* 5(2): 121-129.

Anşin, R., Terzioğlu, S., 1998. Doğu Karadeniz Bölgesinin Özellikle Trabzon Yöresinin Egzotik Ağaç ve Çalıları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Genel Yayın, No: 192, Fakülte Yayın No: 29, Trabzon.

Atar, F., Atar, E., Bayraktar, A., Turna, İ., 2017. The effect of pretreatments on the germination speed of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) seeds in the Eastern Black Sea Region, Turkey. *International Symposium on New Horizons in Forestry*, Isparta, Turkey, 18-20 October 2017, ss. 404.

Atar, F., Bayraktar, A., Yildirim, N., Turna, İ., 2018. Determination of germination characteristics of *Calli-*

- gonum polygonoides* and *Koelreuteria paniculata* seeds. *Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo* 48(2): 33-40.
- Cabra-Rivas, I., Castro-Diez, P., 2016. Comparing the sexual reproductive success of two exotic trees invading Spanish riparian forests vs. a native reference. *Plos one* 11(8): e0160831.
- Enescu, C.M., 2014. The role of tree-of-heaven in forest land reclamation: a Brief. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology* 18(2): 66-69.
- Feret, P.P., Bryant, R.L., Ramsey, J.A., 1974. Genetic variation among American seed sources of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Scientia Horticulturae* 2(4): 405-411.
- Göktürk, A., Solhan, İ., Temel, F., Ölmez, Z., 2019. Saklama süresinin Doğu ladini (*Picea orientalis* L.) tohumlarının çimlenme yüzdesi ve hızı üzerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 21(1): 182-190.
- Graves, W.R., 1990. Stratification not required for tree-of-heaven seed germination. *Tree Planters' Notes* 41, 1012.
- Güney, D., Atar, E., Atar, F., Turna, I., 2014. Effects of different pretreatments and seed collection dates of oriental hornbeam (*Carpinus orientalis* Mill.) seeds on germination. *Frese. Environ. Bull* (10a): 2554-2559.
- Güney, D., Atar, F., Atar, E., Turna, İ., Kulaç, Ş., 2015. The effect of pre-treatments and seed collection time on the germination characteristics of common hornbeam (*Carpinus betulus*) seeds in the Eastern Black Sea Region, Turkey. *Seed Science and Technology* 43(1): 1-9.
- Güney, D., Turna, İ., Atar, F., 2018. The effects of different pretreatments on germination of Mediterranean hackberry (*Celtis australis* L.) seeds. *Biological Diversity and Conservation* 11(1): 61-67.
- Hu, S.Y., 1979. *Ailanthus*. *Arnoldia* 39(2): 29-50.
- ISTA, (2007). International Rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.* 21: 1-288.
- Kaproth, M.A., McGraw, J.B., 2008. Seed viability and dispersal of the wind-dispersed invasive *Ailanthus altissima* in aqueous environments. *Forest Sci.* 54: 490-496.
- Kayacık, H., 1969. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, Cilt 3, Angiospermae (Kapalı Tohumlular), İ.Ü. Yayın no: 1189, Orman Fakültesi Yayın no: 106, İstanbul.
- Knapp, L.B., Canham, C.D., 2000. Invasion of an old-growth forest in New York by *Ailanthus altissima*: sapling growth and recruitment in canopy gaps. *Journal of the Torrey Botanical Society* 307-315.
- Kota, N.L., Landenberger, R.E., McGraw, J.B., 2007. Germination and early growth of *Ailanthus* and tulip poplar in three levels of forest disturbance. *Biol. Invasions* 9: 197-211.
- Kowarik, I., Säumel, I., 2007. Biological flora of central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8(4): 207-237.
- Landenberger, R.E., Kota, N.L., McGraw, J.B., 2007. Seed dispersal of the non-native invasive tree *Ailanthus altissima* into contrasting environments. *Plant Ecology* 192(1): 55-70.
- Li, K.R., Zhang, W.B., Li, H.K., 2005. Effect of natural brassinolide on germination of *Ailanthus altissima* seeds. *Forestry Studies in China* 7(2): 12-14.
- Martin, P.H., Canham, C.D., Kobe, R.K., 2010. Divergence from the growth-survival tradeoff and extreme high growth rates drive patterns of exotic tree invasions from closed-canopy forests. *J. Ecol.* 98: 778-789.
- Mercurio, R., 2018. What does forest restoration mean in Italy?, *Journal of Mediterranean Ecology* 16: 27-36.
- Pepe, M., Gratani, L., Fabrini, G., Varone, L., 2020. Seed germination traits of *Ailanthus altissima*, *Phytolacca americana* and *Robinia pseudoacacia* in response to different thermal and light requirements. *Plant Species Biology* 35(4): 300-314.
- Rebbeck, J., Jolliff, J., 2018. How long do seeds of the invasive tree, *Ailanthus altissima* remain viable?. *Forest Ecology and Management* 429: 175-179.
- Samuilov, S., Đunisijević-Bojović, D., Đukić, M., Raković, J., 2014. The effect of elevated Zn concentrations on seed germination and young seedling growth of *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Glasnik Sumarskog Fakulteta* (110): 145-157.
- Şefik, Y., 1995. Tarımsal ormancılık:(Agroforestry). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 21, Trabzon.
- Trájer, A.J., Hammer, T., Bede-Fazekas, Á., Schoffhauzer, J., Padišák, J., 2016. The comparison of the potential effect of climate change on the segment growth of *Fraxinus ornus*, *Pinus nigra* and *Ailanthus altissima* on shallow, calcareous soils. *Applied Ecology and Environmental Research* 14(3): 161-182.
- Turna, İ., 2013. Tarımsal Ormancılık (Agroforestry). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No: 87. Trabzon.
- Udvardy, L., 1998. Spreading and coenological circumstances of the tree of heaven (*Ailanthus altissima*) in Hungary. (Acta Botanica Hungarica).
- Ürgenç, S., 1986. Ağaçlandırma Tekniği, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 375, İstanbul.
- Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği, İÜ Rektörlüğü Yayın No: 3994, Orman Fakültesi Yayın No: 441, İstanbul.
- Wickert, K.L., O'Neal, E.S., Davis, D.D., Kasson, M.T., 2017. Seed production, viability, and reproductive limits

of the invasive *Ailanthus altissima* (tree-of-heaven) within invaded environments. *Forests* 8: 226.

Yıldız, O., Dönmez, A. H., Sargıncı, M., Çetin, B., 2021. Kokar ağacın (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) iç anadolu kurak saha ağaçlandırmalarında kullanımı.

Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi 17(2): 351-366.

Zasada, J.C., Little, S., 2008. *Ailanthus altissima* (P. Mill.) Swingle: Ailanthus. *Woody Plant Seed Manual; Agric. Handbook* (727): 224-226.

Kırmızı yapraklı Japon akçağacının çelikle üretilmesinde farklı sera ortamları ile oksinlerin etkileri

Effects of different greenhouse media and auxins on cutting propagation of red-leaved Japanese maple

Ali BAYRAKTAR¹
Deniz GÜNEY¹
Seyyed Hossein CHAVOSHI²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

² Jame Iran Consulting Engineers Company, Iran

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Ali BAYRAKTAR
alibayraktar@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

20.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

25.05.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Bayraktar, A., Güney, D. & Chavoshi, S. H. (2022). Kırmızı yapraklı Japon akçağacının çelikle üretilmesinde farklı sera ortamları ile oksinlerin etkileri. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 9-15. DOI: 10.17568/ogmoad.1090286



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Sapindaceae familyasının bir üyesi olan kırmızı yapraklı Japon akçağacı (*Acer palmatum* Thunb. 'Atropurpureum') dekoratif özellikleri ile park ve bahçelerde sıklıkla tercih edilen bir kültivar olduğundan üretim yöntemlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Buradan hareketle, kırmızı yapraklı Japon akçağacı çeliklerinin köklendirilmesinde Sera-1 (20±2°C hava sıcaklığı, 25±2°C köklendirme masası sıcaklığı ve %70±2 nem düzeyi) ve Sera-2 (20±2°C hava sıcaklığı, 20±2°C köklendirme masası sıcaklığı ve %70±2 nem düzeyi) olmak üzere farklı sera ortamları ile oksinlerin (3000 ve 5000 ppm dozlarında IAA, IBA ve NAA) etkilerinin incelenmesi çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni Yerleşkesinde bulunan anaç bitkiden Mayıs ayında alınan ve perlit köklendirme ortamına dikilen yumuşak çelikler üzerinde ilk kallus ve ilk kök oluşum tarihleri, köklenme yüzdesi, kallus yüzdesi, kök boyu ve kök sayısı değerleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler üzerinde yapılan varyans analizi sonucunda, köklenme yüzdesi açısından sera ortamları arasında %99 güven düzeyinde ve fitohormonlar arasında %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar meydana gelmiştir. Çelikler dikildikten 109 gün sonra Sera-1 ortamında yer alan NAA 5000 ppm işleminde ilk kök oluşumu meydana gelirken, en yüksek köklenme yüzdesi de yine aynı sera ortamı ve işlemde %63,33 olarak tespit edilmiştir. Çalışma neticesinde, köklendirme masası sıcaklığının hava sıcaklığından 5°C daha yüksek olması daha iyi bir köklenme için önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Acer palmatum*, vejetatif üretme, fitohormon, köklenme yüzdesi

Abstract

Since the red-leaved Japanese maple (*Acer palmatum* Thunb. 'Atropurpureum'), a member of the Sapindaceae family, is a cultivar frequently preferred in parks and gardens with its decorative features, it is important to determine its production methods. From this point of view, the aim of the study is to examine the effects of different greenhouse media, including Greenhouse-1 (air temperature at 20±2°C, rooting table temperature at 25±2°C and humidity level at 70±2%) and Greenhouse-2 (air temperature at 20±2°C, rooting table temperature at 20±2°C and humidity level at 70±2%), and auxins (IAA, IBA and NAA at 3000 and 5000 ppm doses) on the rooting of red-leaved Japanese maple cuttings. The first callus and first root formation dates, rooting percentage, callus percentage, root length and the number of roots were determined on softwood cuttings taken from the rootstock plant in May in the Kanuni Campus of Karadeniz Technical University and planted in perlite rooting medium. As a result of the analysis of variance on the obtained data, statistically significant differences occurred between the greenhouse media at the 99% confidence level and between the phytohormones at the 95% confidence level in terms of rooting percentage. 109 days after the cuttings were planted, the first root formation occurred in the NAA 5000 ppm treatment in the Greenhouse-1 medium while the highest rooting percentage was determined as 63.33% in the same greenhouse medium and treatment. As a result of the study, it can be recommended that the rooting table temperature be 5°C higher than the air temperature for better rooting.

Keywords: *Acer palmatum*, vegetative propagation, phytohormone, rooting percentage

1. Giriş

Bitkiler, insanlar açısından son derece önemli olup çevrenin olmazsa olmaz unsurlarından biridir (Kravanja, 2006). Görsel ve estetik özellikleriyle insanların ruhsal ihtiyaçlarını karşılayan ve peyzaj çalışmalarının temel bileşenleri olan süs bitkileri, çevre yönetiminde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Öte yandan, süs bitkileri tozların filtrelenmesine, ısı birikiminin, hava ve gürültü kirliliğinin azaltılmasına katkılar sağlamaktadır (Baiyewu ve ark., 2005).

Acer cinsi yaklaşık olarak 200 tür ile Asya, Kuzey Amerika ve Avrupa dahil olmak üzere dünyanın birçok yerinde süs bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Kentsel alanlarda, park ve bahçelerde yaygın olarak kullanılan *Acer palmatum* (Japon akçaağacı), Sapindaceae familyasına ait popülar bir dekoratif bitki olup, çoğunlukla Çin ve Japonya'da yayılış göstermektedir (Schmitzer ve ark., 2009). Ayrıca, Japon akçaağacı sahip olduğu yüzlerce kültivar ile küresel ölçekte kendisine geniş bir alan bulmaktadır (Ji ve ark., 1992).

Dekoratif özelliklerinin yanı sıra, çoğu *Acer* türünün zengin bir biyoaktif bileşik kaynağı olduğu ve ekstraktlarının antiproliferatif (González-Sarrías ve ark., 2012a; González-Sarrías ve ark., 2012b), antiinflamatuvar (Nahar ve ark., 2014), antikanser (González-Sarrías ve ark., 2013), antihiperglisemik (Apostolidis ve ark., 2012) ve antioksidan aktiviteler (Zhang ve ark., 2015) gösterdiği ve özellikle diyabet ve diyabetik komplikasyonları önleme potansiyeline sahip olduğu (Apostolidis ve ark., 2012; Ma ve ark., 2015) bildirilmiştir.

Türkiye'de tıbbi ve aromatik bitkilere verilen önem gün geçtikçe artmaktadır. Hem tıbbi hem de dekoratif özelliklere sahip ve en yaygın akçaağaç kültivarlarından biri olan kırmızı yapraklı Japon

akçaağacı (*A. palmatum* 'Atropurpureum') ülkemizdeki park ve bahçelerde, alışveriş merkezlerinde, okullarda ve diğer açık alanlarda çokça tercih edildiğinden bu kültivara ilişkin fidan üretimi yöntemlerinin belirlenmesi yüksek öneme sahiptir.

Vejetatif üretim yöntemi, süs bitkilerinin üretilmesinde en temel üretim yöntemidir (Ürgenç, 1992). Bu üretim yönteminde üstün genotiplerin genetik yapıları korunarak yeni bitkiler üretilmektedir (Ürgenç, 1982). Çelikle üretim yöntemi ise ucuz, hızlı ve basit bir vejetatif üretim yöntemi olup anaç bitkinin genetik yapısı korunarak çok sayıda bitkinin üretilmesine olanak sağlar (Hartmann ve Kester, 1997). Çelikle üretimde fitohormonlar (bitki hormonları) gibi kimyasal, çelik alım zamanı, çelik tipi gibi bitkisel ve ısı, nem gibi çevresel faktörler köklenmeyi etkilemektedir (Genç, 1995; Demirbaş, 2010).

Araştırmada kırmızı yapraklı Japon akçaağacının yumuşak çelikler kullanılarak üretilmesinde farklı köklendirme masası sıcaklıkları ile fitohormonların ilk kallus ve kök oluşum tarihleri, köklenme yüzdesi, kallus yüzdesi, kök boyu ve kök sayısı üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Kırmızı yapraklı Japon akçaağacı (*Acer palmatum* 'Atropurpureum') kültivarına ait fidanların elde edilmesi amacıyla vejetatif üretim yöntemlerinden olan çelikle üretim kullanılmıştır. Çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ, ktu.edu.tr) Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Serasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma materyali olarak, Orman Fakültesi'nin de bulunduğu KTÜ Kanuni Yerleşkesinde yer alan 30 yaşındaki ortetin (çeliklerin alındığı anaç bitki) son yıllık sürgünlerinden Mayıs ayında elde edilen yumuşak çelikler kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Sol) Çelik materyallerinin alındığı ortet, Sağ) Dikilen çelikle ilişkin genel görünüm
Figure 1. Left) General view of ortet which cuttings materials are taken, Right) planted cuttings

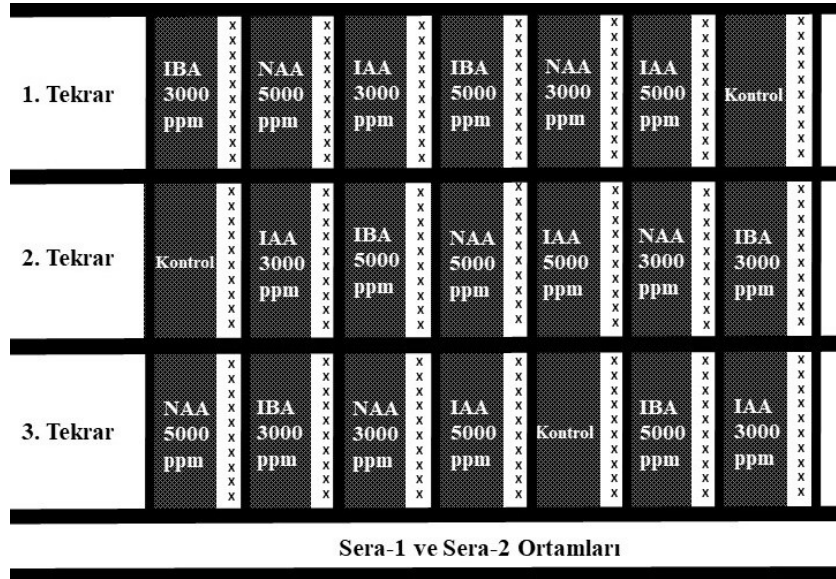
Sabah erken saatlerde alınan çelik materyalleri, nem kaybını önlemek için ıslak bezle sarılıp soğutucu ile taşınmıştır. Serada 8-10 cm uzunluğunda hazırlanan yumuşak çeliklerin köklenme tepkilerini araştırmak amacıyla teknolojik altyapıya sahip Araştırma ve Uygulama Serasında sıcaklık ve nem ayarlarını düzenleyebilen otomasyon sistemi ile iki farklı sera ortamı ayarlanmıştır. Bu iki ortam, Sera-1 ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ hava sıcaklığı, $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ köklendirme masası sıcaklığı ve $70\pm 2\%$ nem düzeyi) ve Sera-2 ($20\pm 2^{\circ}\text{C}$ hava sıcaklığı, $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ köklendirme masası sıcaklığı ve $70\pm 2\%$ nem düzeyi) ortamları olarak isimlendirilmiş ve düzenlenmiştir.

Bitki büyüme düzenleyicilerinin (fitohormon) oksin grubunda yer alan İndol-3-Butirik Asit (IBA), İndol-3-Asetik Asit (IAA) ve a-Naftalin Asetik Asit (NAA) fitohormonlarının 3000 ppm ve 5000 ppm konsantrasyonları hazırlanmış ve köklenmeyi teşvik etmek amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca,

yüksek su tutma ve havalanma kapasitesi sebebiyle her iki serada da perlit köklendirme ortamı tercih edilmiştir.

Rastlantı blokları deneme desenine göre üç tekrarlı olarak kurulan çalışmada, toplam 420 adet çelik (1 kültür \times 2 sera ortamı \times 1 köklendirme ortamı \times 3 fitohormon \times 2 konsantrasyon \times 10 çelik \times 3 tekrar olmak üzere 360 adet çelik ve 1 kültür \times 2 sera ortamı \times 1 köklendirme ortamı \times 1 kontrol \times 10 çelik \times 3 tekrar olmak üzere 60 adet çelik) köklendirme ortamına dikilmiştir.

Sera-1 ve Sera-2 ortamlarındaki perlit köklendirme ortamlarına dikilen 3000 ppm ve 5000 ppm konsantrasyonlarındaki IBA, IAA ve NAA fitohormonları uygulanan çelikler ile kontrol çelikleri çalışmanın işlemlerini teşkil etmekte olup dikilen çeliklerin deneme deseni Şekil 2'de verilmiştir. Hem Sera-1 hem de Sera-2 ortamında aynı deneme deseni kullanılmıştır.



Şekil 2. Çeliklerin deneme desenine göre dikim şeması
Figure 2. Planting scheme of cuttings according to trial pattern

Çelikler köklendirme ortamlarına dikildikten sonra her üç günde bir periyodik kontrollerle takip edilmiştir. Her işlem için belirlenen çelikler bu kontrollerde köklendirme ortamından sökülerek ilk kallus ve ilk kök oluşum tarihleri belirlenmiştir. Köklendirme ortamından çıkarılan çeliklerin zarar görmemesi için bu işlem çok titizlikle gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 7 ay (205 gün) süren köklenme süreci sonunda çelikler köklendirme ortamlarından sökülüştür.

Köklendirme ortamından sökülen çeliklerde köklenme yüzdesi (KY), kallus yüzdesi (KaY), kök boyu (KB) ve kök sayısı (KS) değerleri tespit

edilmiştir. Elde edilen veriler SPSS 23.0 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada, ölçülen parametreler bakımından farklı sera ortamları (SO) ile fitohormonlar (FH) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi (Univariate) uygulanmıştır. Ayrıca, Sera-1 ve Sera-2 ortamlarında elde edilen veriler birlikte değerlendirilerek fitohormonların meydana getirdiği grupları belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

3. Bulgular

Çalışma kapsamında kırmızı yapraklı Japon ak-

çaağacı yumuşak çelikleri için ilk kallus oluşumu dikimden 56 gün sonra Sera-1 ortamındaki NAA 5000 ppm işleminde meydana gelirken, ilk kök oluşumu da yine aynı ortam ve işlemde 109 gün

sonunda gerçekleşmiştir. Farklı sera ortamlarındaki fitohormon uygulamaları sonucunda elde edilen KY, KalY, KB ve KS değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı işlemlere bağlı olarak KY, KalY, KB ve KS değerleri
Table 1. RP, CP, RL and RN values depending on different treatments

Sera Ortamları	İşlemler	KY (%)	KalY (%)	KB (cm)	KS (adet)
Sera-1 Ortamı	IBA 3000 ppm	36,67±5,77	10,00±10,00	13,04±7,14	2,00±1,41
	IBA 5000 ppm	46,67±11,55	13,33±11,55	11,84±6,26	1,43±0,65
	IAA 3000 ppm	30,00±10,00	3,33±5,77	15,58±7,10	1,33±0,50
	IAA 5000 ppm	26,67±20,82	3,33±5,77	9,92±4,34	1,13±0,35
	NAA 3000 ppm	16,67±11,55	6,67±5,77	12,80±6,97	2,00±1,22
	NAA 5000 ppm	63,33±5,77	13,33±5,77	14,61±7,30	1,89±0,94
	Kontrol	30,00±26,46	3,33±5,77	12,42±6,21	1,44±0,53
	Ortalama	35,71±19,12	7,62±7,68	13,09±6,60	1,63±0,90
Sera-2 Ortamı	IBA 3000 ppm	6,67±11,55	0,00±0,00	11,55±6,72	1,00±0,00
	IBA 5000 ppm	6,67±11,55	0,00±0,00	20,60±4,24	1,50±0,71
	IAA 3000 ppm	3,33±5,77	6,67±11,55	4,45±0,00	1,00±0,00
	IAA 5000 ppm	6,67±5,77	0,00±0,00	12,55±2,19	1,50±0,71
	NAA 3000 ppm	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	NAA 5000 ppm	16,67±15,28	0,00±0,00	7,91±3,60	1,00±0,00
	Kontrol	13,33±15,28	13,33±5,77	14,44±5,14	1,75±1,50
	Ortalama	7,62±10,44	2,86±6,44	11,95±5,84	1,31±0,79

RP: Rooting percentage; CP: Callus percentage; RL: Root length; RN: The number of roots

Tablo 1 incelendiğinde, köklenme yüzdesi (%35,71), kallus yüzdesi (%7,62), kök boyu (13,09 cm) ve kök sayısına (1,63 adet) ilişkin ortalama değerlerin tümü bakımından Sera-1 ortamında Sera-2 ortamına kıyasla daha yüksek sonuçlar ortaya çıkmıştır. Ayrıca, en yüksek köklenme yüzdesi Sera-1 ortamındaki NAA 5000 ppm işleminde %63,33 olarak elde edilmiştir.

Kallus yüzdesi açısından en yüksek köklenme değerleri %13,33 ile Sera-1 ortamındaki IBA 5000

ppm ve NAA 5000 ppm işlemlerinde ve Sera-2 ortamındaki kontrol işleminde meydana gelmiştir. En uzun kök boyu Sera-2 ortamındaki IBA 5000 ppm işleminde (20,60 cm) elde edilirken, en yüksek miktardaki kök sayısı da Sera-1 ortamındaki IBA 3000 ppm ve NAA 3000 ppm işlemlerinde (2,00 adet) elde edilmiştir. KY, KalY, KB ve KS açısından farklı sera ortamları ile fitohormonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi (Univariate) sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. KY, KalY, KB ve KS için varyans analizi (Univariate) sonuçları
Table 2. Analysis of variance (Univariate) results for RP, CP, RL and RN

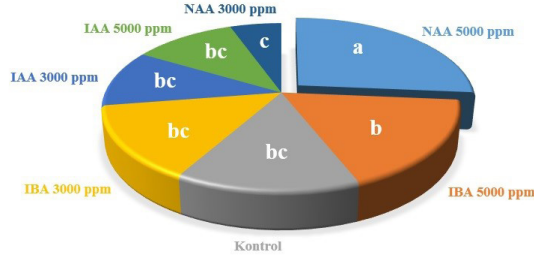
	KY (%)		KalY (%)		KB (cm)		KS (adet)	
	F	p	F	p	F	p	F	p
SO	49,028	0,000**	5,882	0,022*	0,240	0,625	0,806	0,372
FH	3,484	0,011*	0,745	0,618	0,661	0,681	0,358	0,903
SO × FH	1,211	0,330	2,863	0,027*	2,107	0,073	1,094	0,370

*p<0,05: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark vardır, **p<0,01: %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı fark vardır.

Varyans analizi sonucunda, kök boyu ve kök sayısı açısından sera ortamı, fitohormon ve sera ortamı × fitohormon etkileşimi için istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık meydana gelmezken, köklenme yüzdesi açısından %99 güven düzeyinde sera or-

taamları arasında ve %95 güven düzeyinde fitohormonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kallus yüzdesi açısından ise sera ortamı ve sera ortamı × fitohormon etkileşimi için %95 güven düzeyinde istatistiksel ola-

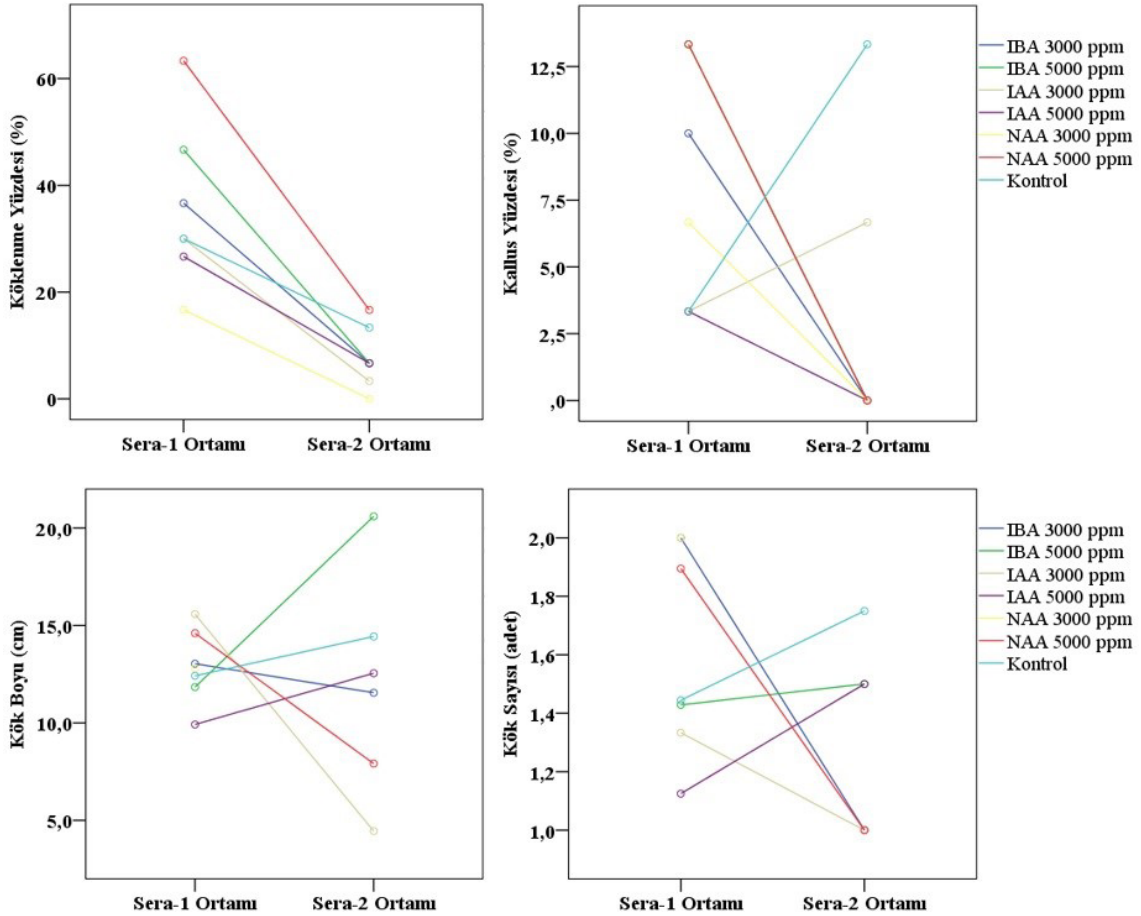
rak anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda fitohormonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların elde edildiği köklenme yüzdesine ilişkin Duncan testi sonuçları Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Köklenme yüzdesi için Duncan testi sonucunda oluşan fitohormon grupları
Figure 3. Phytohormone groups formed as a result of Duncan's test for rooting percentage

Duncan testi sonucunda köklenme yüzdesi açısından fitohormonlar arasında dört farklı grup ortaya çıkmıştır. NAA 5000 ppm işlemi ilk grubu oluştururken, IBA 5000 ppm işlemi ikinci grubu, IBA 3000 ppm, IAA 3000 ppm, IAA 5000 ppm ve kontrol işlemleri de birlikte üçüncü grubu oluşturmuştur. NAA 3000 ppm işlemi ise dördüncü ve son grubu meydana getirmiştir. Öte yandan, sera ortamı × fitohormon etkileşimi açısından köklenme yüzdesi, kallus yüzdesi, kök boyu ve kök sayısı değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 4 incelendiğinde, köklenme yüzdesi açısından Sera-1 ortamındaki tüm işlemlerde Sera-2 ortamındaki işlemlere kıyasla daha yüksek sonuçlar ortaya çıkmıştır. Kallus yüzdesi, kök boyu ve kök sayısına ilişkin grafiklerde ise sera ortamlarında işlemlere bağlı olarak artış ve azalışlar değişiklik göstermiştir. Kallus yüzdesi açısından IAA 3000



Şekil 4. Sera ortamı × fitohormon etkileşiminde KY, KalY, KB ve KS değerlerinin değişimi
Figure 4. Change of RP, CP, RL and RN values in greenhouse medium × phytohormone interaction

ppm ve kontrol işlemleri Sera-2 ortamında artış gösterirken diğer işlemler bu sera ortamında azalışlar sergilemiştir. Kök boyu ve kök sayısı açısın-

dan ise IBA 5000 ppm, IAA 5000 ppm ve kontrol işlemleri Sera-1 ortamına kıyasla Sera-2 ortamında daha yüksek değerlere, diğer işlemler ise daha dü-

şük değerlere sahip olmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, kırmızı yapraklı Japon akçaağacının yumuşak çelikler kullanılarak üretilmesinde farklı köklendirme masası sıcaklıkları ile fitohormonların etkileri araştırılmış ve ölçülen tüm parametrelere ilişkin ortalama değerler bakımından köklendirme masası sıcaklığının hava sıcaklığından 5°C daha yüksek olduğu Sera-1 ortamında daha yüksek sonuçlar tespit edilmiştir. Ayrıca, kallus ve kök oluşumunun da ilk olarak tespit edildiği Sera-1 ortamındaki NAA 5000 ppm işleminde en yüksek köklenme yüzdesi (%63,33) değeri elde edilmiştir. En uzun kök boyu Sera-2 ortamındaki IBA 5000 ppm işleminde 20,60 cm olarak belirlenirken, en yüksek miktardaki kök sayısı da Sera-1 ortamındaki IBA 3000 ppm ve NAA 3000 ppm işlemlerinde 2,00 adet olarak belirlenmiştir.

Alsop (2001) tarafından yapılan çalışmada, *Acer saccharum* Marsh. 'Caddo' kùltivarının yumuşak çelikler ile köklendirilmesi amaçlanmış olup, çelikler 0, 5, 10 ve 15 gL⁻¹ oranlarında IBA ile muamele edilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek köklenme yüzdesinin %31 ile IBA 5 gL⁻¹ işleminde, en yüksek miktarda kök sayısının 5,0 adet ile IBA 15 gL⁻¹ işleminde ve en uzun kök boyunun da 8,5 cm ile IBA 10 gL⁻¹ işleminde elde edildiği bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada, Sofi ve arkadaşları (2016) *Acer caesium* Wall. türünün yumuşak çelikler kullanılarak köklendirilmesinde fitohormon uygulamalarının etkileri araştırmıştır. Çalışmadaki en yüksek köklenme yüzdesi IBA 8000 ppm işleminde %66,75 ile elde edilmiş olup, bunu sırasıyla IBA 10000 ppm işleminde %65 ile, IBA 6000 ppm işleminde %57,75 ile, IBA 4000 ppm işleminde %40,75 ile, IBA 2000 ppm işleminde de %20,75 ile takip etmiştir.

İbrel ve yapraklı türlerin çelikle üretilmesi üzerine çeşitli faktörlerin araştırıldığı birçok çalışma vardır. Yıldırım ve ark. (2017) tarafından *Frangula dodonei* üzerine, Bayraktar ve ark. (2018a) tarafından *Taxus baccata* üzerine, Bayraktar ve ark. (2018b) tarafından *Elaeagnus umbellata* üzerine, Yıldırım ve ark. (2020) tarafından *Salix anatolica* üzerine, Güney ve ark. (2021a) tarafından *Chamaecyparis lawsoniana* 'Ellwoodii', *Cryptomeria japonica* 'Elegans' ve *x Cupressocyparis leylandii* üzerine, Güney ve ark. (2021b) tarafından *Juniperus communis* 'Hibernica', *Juniperus chinensis* 'Stricta' ve *Juniperus chinensis* 'Stricta Variegata' üzerine yapılan çalışmalarda oksijen uygulamalarının, yaralamaların ve hava sıcaklığından 5°C daha yüksek köklendirme masası sıcaklıklarının bu çalışmadan elde edilen bulgulara benzer şekilde

köklenmeler üzerinde olumlu etkiler meydana getirdiği bildirilmiştir.

Araştırmamızda kırmızı yapraklı Japon akçaağacının yumuşak çelikler ile üretilmesinde hava sıcaklığından 5°C daha yüksek sıcaklığa sahip olan bir köklendirme masasındaki perlit köklendirme ortamına dikilen çeliklerin NAA 5000 ppm ile muamele edilmesi neticesinde en yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Ancak daha yüksek köklenme başarısı için farklı fitohormon, köklendirme ortamı ya da ortam sıcaklıklarının incelenmesi sonraki çalışmalar için araştırma konusu olabilecektir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Alsop, C. M. 2001. Vegetative propagation and anatomy of root initiation in *Acer saccharum* 'Caddo' stem cuttings. Ph.D. Thesis, Oklahoma State University, Stillwater.

Apostolidis, E., Li, L., Kang, B., Lee, C.M., Seeram, N.P., 2012. Seasonal influence on phenolic-mediated antihyperglycemic properties of Canadian sugar and red maple leaves using in vitro assay models. *Food Science and Biotechnology* 21: 753-760. DOI:10.1007/s10068-012-0098-x

Baiyewu, R.A., Amusa, N.A., Olayiwola, O., 2005. Survey on the use of ornamental plants for environmental management in southwestern Nigeria. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 1 (3): 237-240.

Bayraktar, A., Atar, F., Yıldırım, N., Turna, I., 2018a. Effects of different media and hormones on propagation by cuttings of European yew (*Taxus baccata* L.). *Şumarski List* 142 (9-10): 509-515. DOI:10.31298/sl.142.9-10.6

Bayraktar, A., Yıldırım, N., Atar, F., Turna, İ., 2018b. Effects of some auxins on propagation by hardwood cutting of autumn olive (*Elaeagnus umbellata* Thunb.). *Ormancılık Araştırma Dergisi* 5 (2): 112-116. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.401438>

Demirbaş, A.R., 2010. Süs Bitkileri Yetiştiriciliği. Samsun Valiliği, İl Tarım Müdürlüğü, Samsun.

Genç, M., 1995. Bitki Yetiştirme ve Plantasyon Tekniği Ders Notu. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Ders Teksirleri No: 47, Trabzon.

González-Sarrías, A., Li, L., Seeram, N.P., 2012a. Anticancer effects of maple syrup phenolics and extracts on

- proliferation, apoptosis, and cell cycle arrest of human colon cells. *Journal of Functional Foods* 4: 185-196. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.10.004>
- González-Sarriás, A., Li, L., Seeram, N.P., 2012b. Effects of maple (*Acer*) plant part extracts on proliferation, apoptosis and cell cycle arrest of human tumorigenic and non-tumorigenic colon cells. *Phytotherapy Research* 26: 995-1002. DOI: 10.1002/ptr.3677
- González-Sarriás, A., Ma, H., Edmonds, M.E., Seeram, N.P., 2013. Maple polyphenols, ginnalins A–C, induce S- and G2/M-cell cycle arrest in colon and breast cancer cells mediated by decreasing cyclins A and D1 levels. *Food Chemistry* 136: 636-642. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.023>
- Guney, D., Bayraktar, A., Atar, F., Turna, I., 2021a. The effects of different factors on propagation by hardwood cuttings of some coniferous ornamental plants. *Şumarski List* 145 (9-10): 467-477. <https://doi-org/10.31298/sl.145.9-10.5>
- Guney, D., Chavoshi, S.H., Bayraktar, A., Atar, F., 2021b. The effects of temperature and exogenous auxin on cutting propagation of some junipers. *Dendrobiology* 86: 29-38. <https://doi.org/10.12657/denbio.086.004>
- Hartmann, T.H., Kester, D.E., 1997. *Plant Propagation: Principles and Practices*. Sixth Edition, Prentice Hall.
- Ji, S.B., Yokoi, M., Saito, N., Mao, L.S., 1992. Distribution of anthocyanins in Aceraceae leaves. *Biochemical Systematics and Ecology* 20 (8): 771-781. [https://doi.org/10.1016/0305-1978\(92\)90036-D](https://doi.org/10.1016/0305-1978(92)90036-D)
- Kravanja, N., 2006. Significant perceptual properties of outdoor ornamental plants. *Acta Agriculturae Slovenica* 87 (2): 333-342.
- Ma, H., Wang, L., Niesen, D.B., Cai, A., Cho, B.P., Tan, W., Gu, Q., Xu, J., Seeram, N.P., 2015. Structure activity related, mechanistic, and modeling studies of gallotannins containing a glucitol-core and α -glucosidase. *RSC Advances* 5 (130): 107904-107915.
- Nahar, P.P., Driscoll, M.V., Li, L., Slitt, A.L., Seeram, N.P., 2014. Phenolic mediated anti-inflammatory properties of a maple syrup extract in RAW 264.7 murine macrophages. *Journal of Functional Foods* 6: 126-136. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2013.09.026>
- Schmitzer, V., Osterc, G., Veberic, R., Stampar, F., 2009. Correlation between chromaticity values and major anthocyanins in seven *Acer palmatum* Thunb cultivars. *Scientia Horticulturae* 119: 442-446. DOI:10.1016/j.scienta.2008.09.003
- Sofi, P.A., Bhat, S.A., Masoodi, T.H., Islam, M.A., Bhat, G.M., Malik, A.R., 2016. Propagation of Himalayan maple (*Acer caesium* Wall.) through seed and softwood cuttings. *Journal of Applied and Natural Science* 8 (3): 1235-1240.
- Ürgenç, S., 1982. Orman Ağaçları Islahı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No: 293, İstanbul.
- Ürgenç, S., 1992. Ağaç ve Süs Bitkileri, Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Ders Kitabı, Üniversite Yayın No: 3676, Fakülte Yayın No: 418, İstanbul.
- Yildirim, N., Bayraktar, A., Atar, F. 2017. Seed characteristics and cutting propagation of alder buckthorn (*Frangula dodonei* Ard. subsp. *dodonei*) with medicinal and aromatic importance. In: I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants “Natural and Healthy Life”: Book of Abstracts, 9-12 May, Konya, Turkey.
- Yildirim, N., Bayraktar, A., Atar, F., Guney, D., Öztürk, M., Turna, I., 2020. Effects of different genders and hormones on stem cuttings of *Salix anatolica*. *Journal of Sustainable Forestry* 39 (3): 300-308. <https://doi.org/10.1080/10549811.2019.1638274>
- Zhang, L., Tu, Z., Yuan, T., Ma, H., Niesen, D., Wang, H., Seeram, N., 2015. New gallotannin and other phytochemicals from sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) leaves. *Natural Product Communications* 10 (11): 1977-1980.

Solaklı Havzası (Trabzon/Türkiye)'nin yabancı bitki taksonları

Exotic plant taxa of Solaklı Watershed (Trabzon/Türkiye)

Salih TERZİOĞLU¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Salih TERZİOĞLU
sterzi@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (*Received*)

31.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)

12.05.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Terzioğlu, S. (2022). Solaklı Havzası (Trabzon/Türkiye)'nin yabancı bitki taksonları. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 16-23. DOI: 10.17568/ogmoad.1090875

Öz

Solaklı Vadisi (Trabzon) Doğu Karadeniz Bölümü'nde kuzeyden güneye doğru, sahilden 3376 m rakıma kadar yükselen ve toplam alanı 83000 hektar olan geniş bir havzadır. Havza bölge florası (Kolşik sektör) için kuzey-güney yönünde bir kesit özelliğine sahiptir. Yapılan flora ve vejetasyon çalışması sonucu, havzada yayılış gösteren toplam 141 adet vasküler yabancı bitki taksonu belirlenmiştir. Tespit edilen yabancı türlerden 34 adeti istilacı yabancı türdür. Geri kalan türler ise havzada doğallaşma süreçlerini tamamlayarak havza florasının bir parçası haline gelmiştir. Türkiye'de en dikkat çekici istilacı yabancı bitki olarak değerlendirilen 20 bitki taksonunun tümünün havzada yayılmakta olduğu saptanmıştır. Çalışmada ayrıca, havza özelinde istilacı yabancı bitkilerin bitkisel biyoçeşitlilik üzerine etkileri, ekolojik koşullar dikkate alınarak uygulanabilecek mücadele yöntemleri tartışılmıştır. Bu bağlamda ilgi gruplarının neler yapmasının ve nelerden kaçınmalarının uygun olacağı belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoçeşitlilik, istilacı bitki, Solaklı Havzası

Abstract

Solaklı watershed (Trabzon) is a large one with a total of 83.000 hectares area, rising from the North to the South, starting from the coast to an altitude of 3.3766 m in the Eastern Karadeniz Region. It has a North-south section feature for the flora of the region (Colchis sector). In the present paper, after the study on flora and vegetation, 141 vascular alien plant taxa distributed in the watershed were determined. Of the determined vascular plant taxa, 34 of which have been determined as invasive alien species. As well, the remaining taxa completed their naturalization in the watershed and became a part of the flora. It has been determined that all 20 plant taxa, which are considered as the most remarkable invasive alien plants in Türkiye, are distributed in the watershed. In the present study, the effects of invasive alien species on plant biodiversity and the control methods that may be applied considering ecological conditions are discussed. In this context, it was underlined that it would be appropriate for the stakeholders to do and what to avoid.

Keywords: biodiversity, invasive plant, Solaklı Watershed

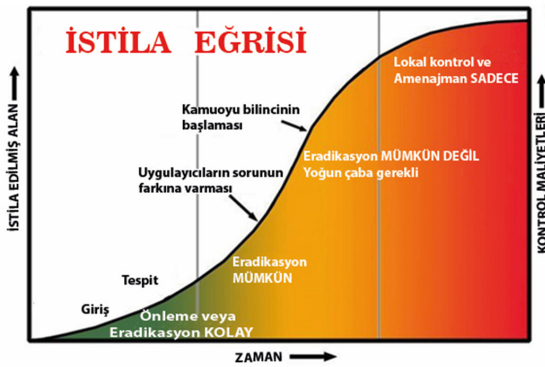


Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Küresel iklim ve alan kullanım değişimi ile yoğun insan hareketliliği başta olmak üzere, etkili birçok faktöre bağlı olarak bitkiler doğal habitatlarından başka habitatlara taşınmaktadır. Bitkilerin dünya üzerinde doğal olarak yayılışını kısıtlayan başlıca faktörler olan okyanuslar ve yüksek dağ silsilelerinin bu etkileri küreselleşmeyle önemli ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Doğal olarak yayıldıkları ekosistemlerden değişik yollarla başka alanlara taşınan bitkilere “yabancı bitki” adı verilmektedir. Bu bitkilerin önemli bir kısmı, yeni girdikleri ekosistemlere yerleşip hızlı bir şekilde dağılmaya başlarlar ve biyoçeşitlilik, ekosistem hizmetleri, insan sağlığı ve ekonomik aktiviteler üzerinde etkili olurlar (EEA, 2012). Bu etkilerinin belirlenmesi/derecelendirilmesi oldukça zordur ancak özellikle ekonomik zararları ve insan sağlığına zararları daha çok dikkat çekmektedir.

İstilacı yabancı bitkiler özellikle müdahale görmüş ekosistemlerde ekosistemlerin parçalanmasından sonra biyoçeşitliliği tehdit eden en önemli ikinci faktör olarak değerlendirilmektedir (ISSG, 2005). Küreselleşme ile bitkilerin kıtalar arası taşınması mümkün hale gelmiştir. Bilerek (kasten) ya da bilmeden taşınan, ekonomiye ve insan sağlığına olumsuz etkileri nedeniyle yabancı türler, geldikleri veya getirildikleri yeni ekosistemlerinde “istilacı” duruma gelebilmektedirler. İstilacı türlerin yayıldıkları ve doğal olmadıkları ekosistemlerden sökülüp atılmaları istila sürecindeki aşamasına (Şekil 1) bağlı olarak çok masraflı veya çoğu zaman imkânsız hale gelebilmektedir.



Şekil 1. İstila yabancı bir türün istila eğrisi (MIPN, 2022'den uyarlanmış)
Figure 1. Invasion curve of an invasive alien species (adapted from MIPN, 2022)

İstila sürecinin özellikle ilk dönemlerinde tespit edilen istilacı yabancı türler (İYT)'in söz konusu zararlara neden olabilecek istila potansiyeline ulaşmadan uygun yöntem(ler) kullanılarak doğal

ekosistemlerden sökülüp atılması büyük önem arz etmektedir.

İstilacı türlerin yeni girdikleri ve doğal olmadıkları ekosistemlerde tutunmalarını, hızlı gelişme ve yayılmalarını sağlayan çok güçlü biyolojik özellikleri (Şekil 2) bulunmaktadır. Bu sayede girdikleri habitatlardaki doğal bitkilerle rekabetlerinde çoğu zaman başarılı olabilmekte ve alanda baskın hale gelebilmektedirler.



Şekil 2. İstilacı yabancı bir türün karakteristikleri (Ratnayake, 2014'den uyarlanmış)
Figure 2. Characteristics of an invasive alien species (adapted from Ratnayake, 2014)

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölümü'nün en önemli turizm merkezlerinden biri olan Trabzon ili Çaykara ilçesine ait Uzungöl'ü de içine alan, çay ve fındık tarımının yoğun olarak yapıldığı ve başlıca bu sebeplerle yoğun insan hareketliliğinin olduğu Of-Solaklı vadisi araştırma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 3). Havzada doğal olmayan türler ile istilacı türlerin tespiti yapılmış, özelinde istilacı yabancı bitkilerin bitkisel biyoçeşitlilik üzerine etkileri ve ekolojik koşullar dikkate alınarak uygulanabilecek mücadele yöntemleri tartışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini yazarın Solaklı Havzası'nın flora ve vejetasyonu üzerinde gerçekleştirmiş olduğu doktora tezi (Terzioğlu, 1998) kapsamındaki doğal olmayan ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Herbaryumu (KATO)'nda saklanan flora elemanları oluşturmaktadır. Ayrıca, 6-9 Aralık 2021 tarihlerinde Trabzon'da düzenlenen “IV. Ulusal Karadeniz Or-

mançılık Kongresi öncesi yapılan arazi çalışmalarında saptanan ve 1998 yılı sonrası havzanın doğal olmayan florasına katılan bitki taksonları da çalışmaya dahil edilmiştir.



Şekil 3. Çalışma alanı; Of-Solaklı Vadisi
Figure 3. Study area; Of-Solaklı watershed

2.2. Yöntem

Çalışma toplam alanı 83.000 hektar olan Solaklı Havzası'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada saptanan 141 adet doğal olmayan bitki taksonu, tabibinin daha kolay olması pratik amacıyla cins adlarının baş harflerine göre sıralanarak verilmiştir. Herbaryum örneği haline getirilmiş olan taksonlar için herbaryum teknikleri uygulanmış ve örnekler KATO Herbaryumu'na yerleştirilmiştir.

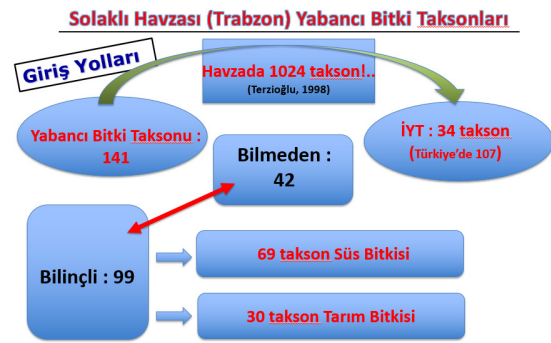
Söz konusu doktora tez çalışması sonrasında alanda yapılan karayolu ve mesire yeri çalışmaları başta olmak üzere, peyzaj çalışmaları sürecinde alana getirilen süs bitkilerine ait tespitler ise yapılan arazi çalışmaları ile gerçekleştirilmiştir. Her bir taksonun hangi amaçla havzaya geldiği/getirildiği (Süs: S, Tarım: T) ve istilacılık durumları (İYT) ayrıca listede belirtilmiştir.

3. Bulgular

Solaklı Havzası'nda toplam 141 adet doğal olmayan damarlı bitki taksonu saptanmıştır. Saptanan bu taksonların 99 adeti bilinçli (kasıtlı), 42 adeti ise bilmeden (kasıtsız) olarak havzaya ulaşmıştır.

Doğal yollar başta olmak üzere, havzaya bilmeden getirilen takson sayısı (42 adet), başta süs bitkisi (69 adet) ve tarımsal amaçlı (bilinçli) getirilen takson sayısının yarısından daha azdır (Şekil 4).

Havzada toplam 1024 adet doğal ve doğal olmayan bitki taksonu daha önce saptanmış (Terzioğlu, 1998), geçen 24 yılda alana yeni girmiş doğal olmayan taksonların da eklenmesiyle, havzada saptanan 141 adet yabancı taksondan en yaygın olanın yaygın kültürü yapılan *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (çay) türü olduğu, yabancı türlerin belirtilen toplam flora oranının ise %3.3 olduğu saptanmıştır. Saptanan 141 adet taksonun 34 adetinin (yabancı taksonlar içinde %24) istilacı yabancı tür olduğu saptanmıştır. Bu 34 adet istilacı yabancı bitkinin 29 adetinin bilmeden, 5 adetinin ise bilinçli olarak (süs bitkisi) alana getirildiği saptanmıştır. Bu türlerin hepsinin de odunsu türler olduğu; iki adetinin (*Acer negundo* ve *Robinia pseudoacacia*) ağaç, iki adetinin (*Lantana camara* ve *Buddleja davidii*) çalı formunda, *Lonicera japonica* türünün ise sarılıcı-tırmanıcı olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Taksonların havzaya giriş yolları
Figure 4. Introduction pathways of the taxa into watershed

İYT'den Türkiye'de en tehlikeli olan ve aşağıda listelenen ilk 20 taksonun hepsinin Solaklı Havzası'nda da yayıldığı saptanmıştır. Listede * işaretli ve koyu yazılanlar Türkiye'deki en istilacı ilk beş bitki türünü ifade etmektedir:

- *Acalypha australis* L.
- **Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle
- *Amaranthus retroflexus* L.
- *Ambrosia artemisiifolia* L.
- *Artemisia verlotiorum* Lamotte,
- *Aster subulatus* (Michx.) Hort. ex Michx.
- *Bidens frondosa* L.
- *Buddleja davidii* Franch.
- *Commelina communis* L.
- *Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S.Moore
- *Erigeron bonariensis* L.
- *Erigeron sumatrensis* Retz.

- **Microstegium vimineum (Trin.) A.Camus*
- *Phytolacca americana* L.
- **Polygonum perfoliatum* L.
- **Robinia pseudoacacia* L.
- **Sicyos angulatus* L.
- *Tagetes minuta* L.
- *Tradescantia fluminensis* Vell.
- *Xanthium strumarium* L.

Diğer yandan birçok literatürün (Atasoy ve Corbaci, 2018; Brundu ve ark., 2011; Ertugrul, ve ark., 2016; Güner ve ark., 2012; Haliloglu ve Sozen, 2017; Hancerli ve ark., 2018; Isik ve ark., 2013; Karaer ve ark., 2020; Nobisa ve ark., 2017; Ozaslan ve ark., 2016; Riley ve Korkmaz, 2019; Terzioğlu, 2020; Terzioğlu ve Coskuncelebi, 2017; Yildirim ve ark., 2019; Yildirim ve ark., 2018) değerlendirilmesiyle Türkiye’de en istilacı olan ilk 5 türün (*) de havzada yayıldığı görülmektedir.

Havzada tarımsal amaçlı değerlendirilen yabancı bitki sayısı 30 adet olup, bunlardan en çok yetiştirildiği saptanan 9 adet şunlardır:

- *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (çay)
- *Actinidia deliciosa* (A.Chev.) C.F.Liang & A.R. Ferguson (kivi)
- *Solanum tuberosum* L. (patates)
- *Zea mays* L. (mısır)
- *Brassica oleracea* L. (kara lahana)
- *Vaccinium corymbosum* L. (mavi yemiş)
- *Phaseolus vulgaris* L. (fasulye)
- *Corylus maxima* Mill. (fındık)
- *Citrus reticulata* Blanco (mandalina)

Toplam 99 adet bitki taksonu havzaya bilinçli olarak getirilmiş olup, bunların 69 adeti (%69.7) süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. Bu türlerden havzada en yaygın gözlenen 11 adeti şunlardır:

- *Berberis thunbergii* DC.
- *Euonymus japonicus* Thunb.
- *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.
- *Mirabilis jalapa* L.
- *Lonicera japonica* Thunb.
- *Acacia dealbata* Link
- *Platycladus orientalis* (L.) Franco
- *Tagetes erecta* L.
- *Picea pungens* Engelm.
- *Cotoneaster frigidus* Wall. ex Lindl.
- *Oenothera biennis* L.

Havzada tespit edilen toplam 141 adet yabancı vas-küler bitki taksonları şunlardır:

Acalypha australis L. : Burtam (İYT)

Acacia dealbata Link : Gümüşi Akasya (S)
Acer negundo L. : İsfendan (S, İYT)
Acer palmatum Thunb.: Japon Akçaağacı (S)
Actinidia deliciosa (A.Chev.) C.F.Liang & A.R.Ferguson : Kivi (T)
Agapanthus africanus (L.) Hoffmanns. : Şefkat Çiçeği (S)
Agave americana L. var. *americana* : Sabır (S)
Ailanthus altissima (Mill.) Swingle : Kokar Ağaç (İYT)
Albizia julibrissin Durazz. : Gülibrişim (S)
Allium cepa L. : Mutfak Soğanı (T)
Amaranthus retroflexus L. : Tilkikuyruğu (İYT)
Ambrosia artemisiifolia L. : Arsız Zaylan (İYT)
Artemisia verlotiorum Lamotte : Pelinotu (İYT)
Arundo donax L. : Kargı (İYT)
Aster subulatus (Michx.) Hort. ex Michx. : Arsızpat (İYT)
Berberis thunbergii DC. : Karamuk (S)
Beta vulgaris L. : Pancar (T)
Bidens frondosa L. : Yaprak Suketeni (İYT)
Brassica oleracea L. : Lahana (T)
Buddleja davidii Franch. : Kelebek Çalısı (S, İYT)
Callistemon citrinus (Curtis) Skeels : Fırça Çalısı (S)
Camellia japonica L. : Kamelya (S)
Camellia sinensis (L.) Kuntze : Çay (T)
Canna indica L. : Kana çiçeği (S)
Catalpa bignonioides Walter : Sigara Ağacı (S)
Cedrus atlantica (Endl.) Manetti ex Carrière : Atlas Sediri (S)
Chaenomeles japonica (Thunb.) Lindl. ex Spach : Bahar Dalı
Chamaecyparis lawsoniana (A.Murray) Parl. : Lavzon Yalancıservisi (S)
Chenopodium album L. : Aksirken (İYT)
Chrysanthemum morifolium Ramat. : Krizantem (S)
Citrus reticulata Blanco : Mandalina (T)
Citrus sinensis (L.) Osbeck : Portakal (T)
Citrus limon (L.) Osbeck : Limon (S)
Citrus paradisi Macfad. : Greyfurt (T)
Clerodendrum bungei Steud. : Kısmet Ağacı (S)
Commelina communis L. : Mahmuza (İYT)
Cotoneaster franchetii Boiss. : Taşelması (S)
Cotoneaster frigidus Wall. ex Lindl. : Taşelmaı (S)
Corylus maxima Mill. : Lambert Fındığı (T)
Crassocephalum crepidioides (Benth.) S.Moore : Duduka (İYT)
Crocoshia × crocosmiiflora (Lem.) N.E.Br. : Tu-

- runcu Yabanorkidesi (S)
- Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don : Japon Kriptomeryası (S)
- Cucurbita maxima* Duchesne : Kabak (T)
- Cupressus arizonica* Greene : Arizona Servisi (S)
- Cupressus × leylandii* A.B.Jacks. & Dallim. : Melez Servi (S)
- Cyperus esculentus* L. : Abdülaziz
- Datura metel* L. : Şeytan Elması (S)
- Datura stramonium* L. : Boru Çiçeği (İYT)
- Dichrocephala integrifolia* (L.f.) Kuntze : Kırtıkotu (İYT)
- Dieffenbachia seguine* (Jacq.) Schott : Difenbahya (S)
- Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. : Kızıl Çatalotu (İYT)
- Diopyros kaki* L. : İri Meyveli Trabzon Hurması (T)
- Duchesnea indica* (Jacks.) Focke : Sabunçileği
- Elaeagnus umbellata* Thunb. : Güz Üzümü (T)
- Eleusine indica* (L.) Gaertn. : Kazotu (İYT)
- Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyl. : Körüyaprağı
- Erigeron annuus* (L.) Pers. : Şifaotu (İYT)
- Erigeron bonariensis* L. : Şifaotu (İYT)
- Erigeron canadensis* L. : Kanada Şifaotu (İYT)
- Erigeron sumatrensis* Retz. : Şifaotu (İYT)
- Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. : Yenidünya (T)
- Euonymus fortunei* (Turcz.) Hand.-Mazz. : Papaz Külâhı (S)
- Euonymus japonicus* Thunb. : Japon Papazkülâhı (S)
- Eupatorium cannabinum* L. : Koyuntırpağı
- Euphorbia chamaesyce* L. : Şebrem
- Euryops pectinatus* (L.) Cass. : Papatya (S)
- Ficus pumila* L. : Sarmaşık İncir (S)
- Forsythia × intermedia* Zabel : Altınçanı (S)
- Fragaria × ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier : Çilek (T)
- Galinsoga parviflora* Cav. : Beşpatçiçeği
- Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. subsp. *macrophylla* : Ortanca (S)
- Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. subsp. *ser-rata* (Thunb.) Makino : Ortanca (S)
- Hydrocotyle ramiflora* Maxim. : Sarı Sutaşı
- Ipomoea purpurea* (L.) Roth : Kahkaha Çiçeği
- Jacobaea maritima* (L.) Pelsler & Meijden : Kül Çiçeği (S)
- Jasminum officinale* L. : Yasemin
- Juniperus chinensis* L. : Çin Ardıcı (S)
- Lactuca sativa* L. : Marul (T)
- Lantana camara* L. : Mine Çiçeği (S, İYT)
- Leptatherum boreale* (Ohwi) C.-H. Chen, C.-S. Kuoh & Veldk. : Asya Sakalotu
- Ligustrum japonicum* Thunb. : Japon Kurtbağrı (S)
- Lonicera japonica* Thunb. : Japon Hanımelisi (S, İYT)
- Lycopersicon esculentum* Mill. : Domates (T)
- Lysimachia japonica* Thunb. : Japon Kargaotu
- Magnolia grandiflora* L. : Büyük Yapraklı Manolya (S)
- Microstegium vimineum* (Trin.) A.Camus : Japon Sakalotu (İYT)
- Mirabilis jalapa* L. : Gece Sefası (S)
- Morus alba* L. : Akdut (T)
- Morus rubra* L. : Mordut (T)
- Musa × paradisiaca* L. : Muz (S)
- Nandina domestica* Thunb. : Cennet Bambusu (S)
- Narcissus tazetta* L. : Nergis (S)
- Oenothera biennis* L. : Ezan Çiçeği (S)
- Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. : Kaynana Dili (S)
- Oxalis corniculata* L. : Sarı Ekşiyonca
- Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. : Amerikan Sarmaşığı (S)
- Paspalum dilatatum* Poir. : Kürdan Darısı (İYT)
- Paspalum thunbergii* Kunth ex Steud : Demir Darısı (İYT)
- Paulownia tomentosa* Steud. : Tüylü Pavlonya (S)
- Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss. : Maydanoz (T)
- Phaseolus vulgaris* L. : Fasulye (T)
- Phoenix canariensis* Chabaud : Kanarya Palmiyesi (S)
- Phytolacca americana* L. : Şekerci Boyası (İYT)
- Picea pungens* Engelm. : Mavi Ladin (S)
- Pinus pinaster* Aiton : Sahil Çamı (S)
- Pinus wallichiana* A.B.Jacks. : Ağlayan Çam (S)
- Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T.Aiton : Bodur Yıldızçalısı (S)
- Platyclus orientalis* (L.) Franco : Doğu Mazısı (S)
- Polygonum nepalense* Raisn. : Oğlakotu
- Polygonum perfoliatum* L. : Kaplıçotu (İYT)
- Polygonum thunbergii* Siebold & Zucc. : Gülmadımak
- Populus × canadensis* Moench : Melez Kavak (T)
- Portulaca oleracea* L. : Semizotu (T)
- Ricinus communis* L. : Hintyağı Bitkisi (S)
- Robinia hispida* L. : Kılı Akasya (S)
- Robinia pseudoacacia* L. : Beyaz Çiçekli Yalancı Akasya (S, İYT)
- Salix babylonica* L. : Salkım Söğüt (S)
- Sechium edule* (Jacq.) Sw. : Kıbrıs KABAğı (T)
- Sequoia sempervirens* (D.Don) Endl. : Sahil Seko-

yası (S)

Sicyos angulatus L. : İtdolanbacı (İYT)

Solanum lycopersicum L. : Domates (T)

Solanum melongena L. : Patlıcan (T)

Solanum pseudocapsicum L. : Kudüs Kirazı (T)

Solanum tuberosum L. : Patates (T)

Spiraea × *vanhouttei* (Briot) Zabel : Keçi sakalı (S)

Syringa vulgaris L. : Leylak (S)

Tagetes erecta L. : Kadife Çiçeği (S)

Tagetes minuta L. : Kokarot (İYT)

Thuja occidentalis L. : Batı Mazısı (S)

Thuja plicata Donn ex D.Don : Boylu Mazı (S)

Trachelospermum jasminoides (Lindl.) Lem. : Yıldız Yasemin (S)

Tradescantia fluminensis Vell. : Telgraf Çiçeği (İYT)

Tradescantia pallida (Rose) D.R.Hunt : Mor Telgraf Çiçeği (S)

Vaccinium corymbosum L. : Mavi Yemiş (T)

Washingtonia filifera (Linden ex André) H.Wendl. ex de Bary : Kalın Vaşinktonya (S)

Weigela florida (Bunge) A.DC. : Vangelya (S)

Wisteria sinensis (Sims) Sweet : Mor Salkım (S)

Xanthium spinosum L. : Pıtrak (İYT)

Xanthium strumarium L. : Koca Pıtrak (İYT)

Yucca gloriosa L. : Avize Çiçeği (S)

Zea mays L. : Mısır (T)

4. Tartışma ve Sonuç

Birçok yörede yapılan flora ve vejetasyon çalışmaları ile çoğunlukla alanda doğal olarak yayılan bitki taksonları değerlendirilirken, artık günümüzde daha da dikkat çekmeye başlayan doğal olmayan bitkiler üzerinde fazla durulmadığı ortadadır. Her geçen gün farklı giriş yolları ve vektörler aracılığıyla yayılmaları ve yeni girdikleri doğal olmadıkları ekosistemlerde istilacılıkları artan İYT, girdikleri bu ekosistemlerde ekonomik, ekolojik, sağlık ve biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini daha da arttırmaktadırlar. Kimileri ise aşırı istilacı konuma gelmiş ve doğal ekosistemlerden sökülüp atılmaları (eradikasyon) mümkün olmaktan çıkmıştır. Çünkü istilacı canlıların üreme kapasiteleri, üreme hızları, dağılma ve yayılma yetenekleri farklı ortamlara uyum ve rekabet yetenekleri, ekolojik toleransları oldukça yüksektir (Richardson & Neave, 2008). Bugün dünyadaki bitkilerin %3,9 (13.168 tür)'ü insan hareketliliği sonucu doğal yaşam alanı dışında doğallaşmıştır (van Kleunen et al., 2015). Türkiye'de varlığı rapor edilen istilacı yabancı türlerden 14'ü gezegenimizdeki en tehlikeli 100 istilacı canlı türü arasında yer almaktadır (Uysal

ve Boz, 2018).

Solaklı Havzası iklimi emsal havzalardaki iklim koşullarından belirgin şekilde fark eden bir mikroklima özelliği göstermektedir. Havzanın mansabında yer alan Of İlçesi'nde yıllık yağış miktarı 1685,1 mm, 1090 m rakımdaki Uzungöl'de ise artması gereken yağış miktarı azalarak 941,5 mm'ye inmektedir. Gerek bu durum gerekse genel Karadeniz iklimi özellikleri doğal olmayan bitkilere ev sahipliği yapmada çok uygun habitatlar içermektedir. Diğer yandan, havzanın sahip olduğu farklı vejetasyon tipleri (kumul, nemli dere, pseudomaki, orman, sulak alan, subalpin/alpin) de farklı ekolojik isteklere sahip yabancı türlere ev sahipliği yapma özelliğini artırmaktadır. Yabancı türler içindeki İYT'in özellikle Uzungöl Tabiat Parkı, Sit alanları gibi koruma statüsüne sahip alanlardan mutlaka bertaraf edilmeleri (eradikasyon) sağlanmalıdır. Ayrıca havzada yer aldığı bilinen 73 adet endemik bitki taksonunun (Terzioğlu, 1998; Terzioğlu ve ark., 2007) bu türlerden olumsuz etkilenip- etkilenmediklerinin mutlaka araştırılması ve uygun tedbirlerin alınması gerekir.

Uzungöl'de *Sicyos angulatus* L. (İtdolanbacı) İYT'nün (Terzioğlu ve ark., 2014) ve aynı zamanda başta Uzungöl çuhaçiçeği (*Primula x uzungolensis* Terzioğlu & Coşkunç.) lokal endemik taksonun yayıldığı (Terzioğlu ve ark., 2012) bilinmektedir. Bu bağlamda İtdolanbacı türünün alandan tamamen bertaraf edilmesinin hem Uzungöl Tabiat Parkı'ndan temizlenmesi hem de bu lokal endemik çuhaçiçeğine olası zararlarının ortadan kaldırılması büyük önem arz etmektedir. İYT'in yayılmasında etkili olan faktörlerin (vektörler) belirlenerek, bu bitkilerin daha geniş alanlara yayılmalarının önlenmesi, başta çay ve fındık tarımının olumsuz etkilenmemesinin sağlanması, böylece ekonomik ve ekolojik kayıpların önüne geçilmesi gerekir.

Uzungöl'ün yoğun turizm potansiyeli, havzada yer alan çay fabrikaları ile KTÜ Teknoloji Fakültesi ve diğer okulların varlığı, yoğun yaylacılık ve tarım faaliyetleri gibi nedenlerle havzada insan hareketliliğine neden olmaktadır. Bu durum yabancı türlerin alana getirilmesi, alandan da başka alanlara taşınması noktasında büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle yöre halkı başta olmak üzere, havzada mülkiyet sahibi olan kamu kurum ve kuruluşları, turizm çalışanları gibi ilgi gruplarında farkındalığın oluşturulması gerekir. Yöre halkının, karayolları (Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü)'nün ve park-bahçelerde süs amaçlı bitkilendirmeler yapan Belediyelerin bitki tercihlerini yaparken, *Acer negundo*, *Buddleja davidii*, *Lonicera japonica*, *Lantana camara* ve *Robinia pseudoacacia* gibi istilacı bitki türlerini kullanmamaya/üretmemeye özen

göstermeleri büyük önem arz etmektedir.

Solaklı Havzası'nda korunan alan statüsüne sahip alan olmasının yanında havza, ana (Solaklı Çayı) ve yan dereleri ile önemli sucul ekosistemleri bünyesinde barındırmaktadır. Diğer yandan kimyasal ilaç kullanılmayan çay bahçelerinin çokluğu nedenleri ile havzada İYT ile kimyasal mücadelede yapılması uygun görülmemektedir. Mücadelede değişik fiziksel yöntemler uygulanırken, kimi kültürel (erken çimlenen ve hızlı büyüyen doğal bitkilerin yetiştirilmesi gibi) tedbirlere de yer verilmesi gerekmektedir. Fiziksel mücadelenin en yaygın olarak kullanıldığı şekliyle, bu türlerden otsu olanların köklenmesi (elle sökülme), uygun türler için ışık geçirmez branda, bulaşma olmamış (temiz) madeni toprak ve malçla kaplama uygulamaları uygun metotlardır. Odunsu türlerin de kesilerek ve uygun ekipmanlarla sökülerek temizlenmesi uygundur. Diğer yandan, hem otsu hem de uygun odunsu İYT'lerle mücadelede motorlu tırpanların (bıçaklı veya misinalı) kullanımı mümkün olabilmektedir. Yörede özellikle çay budama amaçlı motorlu testerelerin yaygın olarak kullanılması bu yolla mücadelede çay üreticisinin tecrübesi ve elinde mevcut ekipmanların kullanımı bakımından bu yöntemi etkin ve daha yaygın uygulanabilir kılmaktadır.

Doğal olmayan türlerin havzaya ulaşmasının engellenmesine katkı sağlayabilecek kültürel tedbirler de elden bırakılmamalıdır. Havzada üretilen çayın işlenmek üzere önemli bir kısmı havza dışına gönderilirken, havza dışından da havzadaki çay fabrikalarına gelişlerinde alınacak basit tedbirler bu yabancı türlerin hareketliliğine önemli engeller ortaya koyabilir. Tarımsal ve ormancılık amaçlı kullanılan değişik ekipmanlar ile araç ve gereçlerin temizliğine gösterilecek özen İYT'in yayılmasının engellenmesine katkı sağlayacaktır.

Halkın kimi İYT ile yapmış olduğu mücadelede türlerin ekolojisi ve biyolojisi konularında bilgilendirilmeleri ile mücadelelerin daha etkin bir şekilde yapılmasına önemli katkılar sağlayabilecektir. İYT hakkında yerel halk, turizmciler, havzada mevcut su ve çay fabrika sahipleri, kamu kurum ve kuruluşları için yapılacak farkındalık faaliyetleri sürece önemli katkılar sağlayabilecektir. Mücadelenin etkin olabilmesi için nelerin yapılması ve nelerin yapılmaması hususlarındaki farkındalık çalışmaları mücadelenin etkinliğine önemli katkılar sağlayacaktır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamın-

da, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Atasoy, M. Corbaci, O.L., 2018. The invasive alien plants of Turkey: a checklist and environmental hazards. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.* 8(5): 1-8.

Brundu, G., Aksoy, N., Brunel, Elia, S., Fried, G., 2011. Rapid surveys for inventorying alien plants in the Black Sea region of Turkey. The Authors. *OEPP/EPPO Bulletin* 41: 208–216.

EEA, 2012. European Environmental Agency. The impacts of invasive alien species in Europe. EEA Technical report No 16/2012. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/impacts-of-invasive-alien-species> (Ziyaret tarihi: 06.02.2022).

Ertugrul, K., Tugay, O., Aslan, S., Ulukus, D., 2016. A new record for the flora of Turkey: *Kitabelia vitifolia* (Malvaceae. XV OPTIMA Meeting, Montpellier 6-11 June 2016, pp. 6-11.

Güner, A., Akyıldırım, B., Alkayış, M.F., Çingay, B., Kanaoğlu, S.S., Özkan, A.M., Öztekin, M., Tuğ, G.N. 2012. Türkçe Bitki Adları. Şu eserde: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. (edr). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.

Haliloglu, M., Sozen, E., 2017. Distribution patterns and ISSR PCR optimisation of invasive plant *Eichhornia crassipes* in Asi River/Turkey. *Biological Diversity and Conservation* 10(2): 75-80.

Hancerli, L., Ayata MU., Cakan, H., Uygur, F.N., Uygur, S. A., 2018. New weed species record for the flora of Turkey. *Ipomoea hederifolia* L. (Convolvulaceae) (In Turkish with English Abstract). *Turkish Journal of Weed Science* 21(2): 36-38.

ISSG, 2005. IUCN Invasive Species Specialist Group. Module 1: Introduction to invasive alien species. http://www.issg.org/pdf/publications/gisp/gisp_trainingcoursematerials/management/managinginvasivesmodule1.pdf (Ziyaret tarihi: 05.02.2022).

Isik, D., Gozukara, DI, Gozukara, K., Turkmen, G., Karnasi, Z., Bingol, S., Akca, A., Mennan, H., 2013. Invasive weeds in Black Sea Region of Turkey. ESENIAS Workshop, Çanakkale 16-17 De-

ember 2013, pp. 72-77.

Karaer, F., Terzioğlu, S., Kutbay, H.G., 2020. A new genus record for the Flora of Turkey: *Reynoutria* (Polygonaceae). *KSU J. Agric. Nat.* 23 (3): 606-610.

MIPN, 2022. Midwest Invasive Plant Network. What is early detection and rapid response? <https://www.mipn.org/edrr/> (Ziyaret tarihi: 05.02.2022).

Nobisa, N., Nowakb, A., Nobisa, A., Paszkoc, B., Piwowarczykd, R., Nowakb, S. ..., 2017. Contribution to the flora of Asian and European countries: new national and regional vascular plant records. *Botany Letters* 164 (1): 23-45.

Ozaslan, C., Farooq, S., Onen, H., 2016. Do railways contribute to plant invasion in Turkey. *Agriculture & Forestry* 62 (3): 285-298.

Ratnayake, R.M.C.S., 2014. Why plant species became invasive? Proceeding of National symposium on invasive alien species, file:///C:/Users/Salih/Downloads/Whyplantspeciesbecomeinvasive (Ziyaret tarihi: 05.02.2022).

Richardson, M., Neave, P., 2008. Characteristic of invasive species. In *invasive species: Management option for the Ontario landowner*.

Riley, I.T., Korkmaz, L.N., 2019. Identity of the *Casuarina* sp. in Turkey. *Turkish Journal of Weed Science* 22(2):159-168.

Terzioğlu, S., 1998. Uzungöl ve çevresi (Trabzon-Çaykara) flora ve vejetasyonu. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Trabzon.

Terzioğlu, S., 2020. *Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum* (Poaceae): Türkiye florası için yeni bir

yabancı kayıt. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 23 (4): 924-927.

Terzioğlu, S., Ansin, R., Kılınc, M., Acar, C., 2007. Vascular plant diversity in Solaklı Watershed in Northeastern Turkey. *Phytologia Balcanica* 13(2): 213-222.

Terzioğlu, S., Coskuncelebi, K., Gültepe, M., 2012. *Primula* × *uzungolensis* (Primulaceae): a new natural hybrid from NE Anatolia. *Turkish Journal of Botany* 36: 9-19.

Terzioğlu, S., Coşkunçelebi, K., Başkent, E.Z., 2014. İtdolanbacı (*Sicyos angulatus* L.) Tür mücadele eylem planı. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Rize 12. Bölge Müdürlüğü, 25 s.

Terzioğlu, S., Coskuncelebi, K., 2017. *Rhus chinensis* var. *chinensis* (Anacardiaceae): a new alien record for the flora of Turkey. *Phytolacca Balcanica* 23 (2): 167-170.

Uysal, İ., Boz, B., 2018. Türkiye'deki en tehlikeli istilacı yabancı türler. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 68 s., Ankara.

van Kleunen M, Dawson W, Essl F, et al. 2015. Global exchange and accumulation of non-native plants. *Nature* 525 (7567) : 100-103.

Yildirim, H., Ozdol, T., Yasayacak, H., 2019. An alien species of *Bidens* (Asteraceae): *Bidens pilosa* L., new to the Turkish flora. *Acta Biologica Turcica* 32(1): 61- 64.

Yildirim, N., Terzioğlu, S., Turna, İ., 2018. *Cyclospermum leptophyllum* (Apiaceae): A new alien record for the flora of Turkey. *Phytologia Balcanica* 24 (2): 205 – 207.

Magnolia kobus DC.' nin yeşil çelikle üretiminde farklı hormon uygulamalarının etkileri

Effect of different hormone doses on propagation by softwood cutting of *Magnolia kobus* DC.

Müberra PULATKAN¹

Elif KAYA ŞAHİN¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Müberra PULATKAN
muberra@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

29.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

07.07.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Cengiz ACAR
cenland2@gmail.com

Atıf (To cite this article): Pulatkan, M. & Kaya Şahin, E. (2022). *Magnolia kobus* DC.' nin yeşil çelikle üretiminde farklı hormon uygulamalarının etkileri . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 24-29 . DOI: 10.17568/ogmoad.1094961



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Anavatanı Japonya olan *Magnolia kobus* DC., Magnoliaceae familyasından, kışın yaprağını döken küçük ağaç formunda bir bitkidir. Formu, aromatik yaprakları, bol miktarda açan pembemsi beyaz çiçekleri ve meyve güzelliği ile Peyzaj Mimarlığı bitkilendirme tasarımlarında tercih edilen bitkilerden biridir. Bu çalışmanın amacı, estetik özellikleri ile etkili olan bu bitkinin çelikle çoğaltılarak kentsel peyzajda kullanımının teşvik edilmesidir. Çalışmada, farklı hormon uygulamalarının *Magnolia kobus*'un yeşil çeliklerinin köklenme başarısı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çeliklere, IBA (Indol-3-bütirik asit), IAA (Indol-3-asetik asit) ve NAA (Naftalin asetik asit) hormonların 0 (kontrol), 3000 ppm, 5000 ppm ve 8000 ppm dozları uygulanmıştır. Çelikler sera koşulları altında (20±2 °C hava sıcaklığı, 25±2 °C köklendirme masası alt sıcaklığı, %70±2 nem) perlit ortamına dikilmiştir. Yaklaşık 4 ay sonra çelikler sökülerek köklenme oranı (%) ve kök uzunlukları (cm) belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda en yüksek köklenme yüzdesi (%60) IBA hormonunun 8000 ppm dozuyla işlem görmüş çeliklerinde elde edilmiştir. Çeliklerdeki en yüksek kök uzunluğu değerleri IAA 3000 ppm ve 5000 ppm dozla işlem görmüş çeliklerde tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucuna göre hormon uygulamalarının köklenme üzerine anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir (P: 0,000 < 0,05).

Anahtar Kelimeler: *Magnolia kobus*, yeşil çelik, vejetatif üretim, IBA, IAA, NAA, peyzaj mimarlığı

Abstract

Magnolia kobus DC. native to Japan is a small tree-shaped plant from the Magnoliaceae family, which sheds its leaves in winter. It is one of the plants preferred in Landscape Architecture planting designs with its form, aromatic leaves, abundantly blooming pinkish-white flowers and fruit beauty. In this study, our aim is to encourage the use of this plant, which is valuable with its aesthetic properties, by propagation with cutting production in the urban landscape. In this current study, the effect of different hormone applications on the rooting success of softwood cuttings of *Magnolia kobus* was investigated. 0 (control), 3000 ppm, 5000 ppm and 8000 ppm doses of hormones IBA (Indol-3-butyric acid), IAA (Indole-3-acetic acid) and NAA (Naphthalene acetic acid) were applied to the cuttings. Cuttings were planted in perlite medium under greenhouse conditions (20±2 °C air temperature, 25±2 °C rooting table lower temperature, 70±2% humidity). After about 4 months, the cuttings were removed, and the rooting rate (%) and root lengths (cm) were determined. As a result of the study, the highest rooting percentage (60%) was seen in cuttings treated with an 8000 ppm dose of IBA hormone. The highest root length values in cuttings were determined in cuttings treated with IAA 3000 ppm and 5000 ppm doses. According to the results of analysis of variance, it was determined that hormone applications had a significant effect on rooting (P: 0.000 < 0.05).

Keywords: *Magnolia kobus*, vegetative propagation, softwood cuttings, IBA, IAA, NAA, landscape architecture,

1. Giriş

Magnolia kobus, Japonya'nın nemli, humus bakımından zengin topraklarında doğal olarak yetişir. Başta piramidal formlu, daha sonra geniş yuvarlak formlu, boyu 8-10 m., tepe tacı genişliği 4-6 m olan boylu bir çalı veya kısa boylu bir ağaçtır. Doğal yetişme ortamında 20-30 m'ye kadar boylanabilir. Yaz aylarında yeşil yaprakları almaçlı dizilmiş, ters yumurta biçiminde, 6-10 cm uzunluğunda ve 5-10 cm genişliğindedir. Yaprığın en geniş yeri orta kısmı, uca doğru birden sivrilir. Yaz aylarında zümrüt yeşili, sonbaharda sarı bir renk alır. Çiçekleri, beyaz ile çok açık pembe arasında değişir ve 10 cm genişliğindedir. 6 petalden oluşur. Yapraklanmadan önce çiçeklenir. Nisan ortasından başlayıp mayıs başına kadar çok bol miktarda çiçek açar. İlk çiçeklenmesi 10-15 yaşından sonra başlar (Azuma ve ark., 2001; Anon., 2010; Gilman ve Watson, 1994; Pamay, 1993) (Şekil 1).



Şekil 1. *M. kobus*'un çiçekli formu (URL 1)
Figure 1. Form of blooming *M. kobus*

Fıçı formundaki silindirik meyveleri ekim ayında olgunlaşır ve tohumlarının etli kırmızı kabuğu ile oldukça dekoratiftir (Ohba, 1998; Pamay, 1993; Spongberg, 1998). Dalların uç sürgünleri ince ipeksi tüylerle kaplıdır. Dallar, kırıldığında güçlü bir koku verir (Gilman ve Watson 1994).

Humus bakımından zengin, nemli topraklarda yetişir. Derin ve besin değeri yüksek, humuslu, asidik ve kalkerli toprakları tercih eder. Tatlı suya yakın nemli toprakta yetişir. Kökleri genellikle etlidir, ana kök hem derine hem de yanlara doğru uzanır. Güneşli ve hafif gölgeli yerlerde yetişir. Asya kökenli manolyalar arasında donlara karşı en dayanıklı olan türdür. -34 °C ye kadar donlardan etkilenmez, 1700 m yüksekliğe kadar çıkabilmektedir Geç donlardan zarar görmemesi için korunaklı alanlar tercih edilmelidir. (Gilman ve Watson,

1994; Ohba, 1998; Spongberg, 1998). Kent iklimine dayanıklıdır.

Takahashi ve Morikawa (2012) yaptıkları çalışmada *M. kobus*'un, kentlerdeki hava kirliliğini azaltma yetenekleri olan bitkiler arasında olduğu tespit etmişlerdir. Atmosferde kirliliğe sebep olan NO₂ (azot dioksit) gazını alma ve özümsemeye başarılı bir bitki olduğunu belirtmişlerdir.

Yaprak çürüğü, zengin ve nemli orman toprakları, Manolya türlerinin tohumlarının çimlenmesi için ideal ortamlardır (USDA, 1948). Manolya türleri, tohumla, sert ve yumuşak çelikle, doku kültürü yöntemiyle üretim ve aşılama ile çoğaltılabilen çiçekli ağaçlardır (Dirr ve Heuser, 1987). Ancak, gösterişli çiçekleri, yaprakları veya meyveleri için değerli olan Manolyalar'ın tüm taksonların çoğaltılması eşit derecede kolay değildir ve tek bir çoğaltma yöntemi ile üretimde başarı sağlanamayabilir (Hartmann ve Kester, 2002). Yaprak döken manolya taksonlarının, genel olarak yumuşak çelikle üretim yöntemi ile üretildiklerinde başarıyla köklendikleri araştırmalarda tespit edilmiştir (Ellis, 1988; Hartmann ve Kester, 2002).

Yaprığını döken ve herdem yeşil birçok türün tohumla üretimi zaman aldığı ve bitkilerin karakteristik niteliklerinin korunabilmesi sağlanamadığı için, çelikle üretim bu türlerin üretiminde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir (Genç, 2005; Hartmann ve ark., 1997). Ayrıca üretimi zor olan odunsu süs bitkilerini ticari amaçla üretip çoğaltmanın basit ve etkili bir yoludur (Drew ve Dirr, 1989; Palzkill ve Feldman, 1993, Rosier ve ark., 2004). Çelikle üretim yönteminin en güçlü tarafı, anaç bitki ile yeni üretilen bitkinin genetik özelliklerinin aynı olmasıdır (Kızmaz, 1996; Mengüç, 2003, Ürgenç, 1992).

Hormon uygulaması, çelikle üretim yönteminde kök oluşumuna doğrudan ya da dolaylı olarak etki etmektedir. Çeliklerin köklenmesinde ve köklenme oranlarının artmasında etkili olmakta ve zor köklenen birçok türün köklendirilebilmesini sağlamaktadır (Hartmann ve ark., 1997). Çeliklere uygulanan büyüme düzenleyicileri, köklenmeyi hızlandırıp köklenme yüzdesini arttırmakta ve çeliklerdeki kök sayısını çoğaltmaktadır (Ertekin ve ark., 2010).

Çelikle üretim koşullarında IBA (Indol-3-bütirik asit), IAA (Indol-3-asetik asit) ve NAA (Naftalin asetik asit) sentetik büyüme faktörleri, köklenmeye etki yapan dış faktörlerden biridir (Yahyaoglu, 1983). Davies (2010), IBA, IAA ve NAA hormonlarının oksin grubu bitki büyüme düzenleyicileri olduğunu ve oksinin kök sürgünlerini uyardığını

belirtmektedir.

Bu bilgiler doğrultusunda bu çalışmada, estetik özelliklerinden dolayı etkili olan *M. kobus* bitkisinin çelikle üretim yöntemi ile çoğaltılarak peyzaj mimarlığı bitkilendirme tasarımlarında kullanılmalarının teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Kontrol (hormonsuz) ve IBA, IAA, NAA hormonlarının farklı dozlarıyla (3000 ppm, 5000 ppm ve 8000 ppm) işlem görmüş *M. kobus*'un yaz aylarında alınan yumuşak çeliklerinin köklenme durumları belirlenmiştir. Köklenen çeliklerin köklenme yüzde değerleri (%) ve kök uzunlukları (cm) tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak kullanılan *M. kobus* DC.'un yumuşak çelikleri haziran ayının ilk haftasında, Trabzon ilinde 50 m yükseltide özel bir fidanlıkta bulunan yaklaşık 10 yaşındaki bireyletinden alınmıştır.

Çelikler 10-12 cm boyutlarında sürgün ucu çeliği olarak hazırlanmıştır. Çeliklerde 2-3 yaprak bırakılmış ve bırakılan yapraklar da kesilerek küçültülmüştür. Hazırlanan çelikler, otomasyon sistemine sahip sera ortamında (soğutma, ısıtma ve nem otomatik sistemle ayarlı, 20 ± 2 °C hava sıcaklığı, 70 ± 2 nem) alttan ısıtılmalı (25 ± 2 °C) köklendirme masasında perlit ortamına toz hormon uygulamasına tabi tutularak dikilmişlerdir (Şekil 2). Çeliklerin, perlit ortamına 6-8 cm'lik kısımları girecek şekilde ve 7-8 cm aralık mesafe ile dikilmelerine dikkat edilmiştir.



Şekil 2. Sera içerisinde köklendirme ortamına dikilen çelikler (orijinal)

Figure 2. Cuttings in the rooting medium in the greenhouse

Köklendirme hormonları olarak, IBA (Indol-3-bütirik asit), IAA (Indol-3-asetik asit) ve NAA (Naftalin asetik asit) oksin grubu hormonlarının

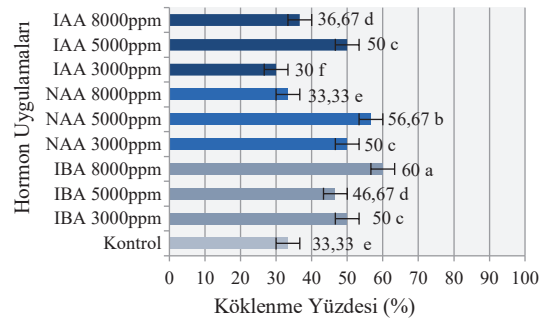
3000 ppm, 5000 ppm ve 8000 ppm dozları toz olarak kullanılmıştır.

Çalışmada 3 hormon x 1 kontrol x 3 doz x 15 çelik x 3 tekrar olmak üzere toplam 450 adet çelik köklendirme ortamına yerleştirilmiştir. Çalışma, “tesadüfi bloklar deneme desenine” göre üç tekerürlü ve her tekerrürde 15 çelik olacak şekilde kurulmuştur. Çelikler yaklaşık 4 ay sonra sökülerek köklenme oranı (%) ve kök uzunlukları (cm) belirlenmiştir. Kök uzunluğu değeri, 1mm duyarlılıkta metre ile uzun tek kök ölçülerek elde edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde IBM SPSS Statistcs 23.0 istatistik programı kullanılmıştır. Hormon uygulamalarının köklenme başarısı üzerindeki etkilerini tespit etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi uygulanmış, Duncan testi ile de homojen gruplar belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Farklı hormonların farklı doz uygulamalarının *M. kobus* çeliklerinin köklenme yüzdesi üzerine etkisi ilişkin değerler Şekil 3'de verilmiştir. Yapılan Varyans analizi sonucuna göre hormon uygulamalarının köklenme üzerine anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($P: 0,000 < 0,05$, $F: 333,118$).

Duncan testi ile ortalamalar arasındaki farklılıklara göre gruplar belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; köklenme yüzde değerlerinin 7 farklı gruba ayrıldığı görülmüştür (Şekil 3). Grafikte, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar, farklı harfler ile ifade edilmektedir. IBA hormonunun 8000 ppm dozunun uygulandığı çeliklerde en yüksek köklenme yüzdesi değeri tespit edilmiştir (%60). NAA 5000 ppm (%56,67) uygulaması ikinci grupta, IBA 3000 ppm, NAA 3000 ppm ve IAA 5000 ppm uygulamaları (%50) ise üçüncü grupta yer almıştır. En düşük köklenme yüzdesi değeri de IAA'nın 3000 ppm dozunun uygulandığı çeliklerde belirlenmiştir.



Şekil 3. Farklı hormonların farklı doz uygulamalarının köklenme yüzdesi üzerine etkisi.

Figure 3. The effect of different doses of different hormones on the rooting percentage

Epstein ve Ludwig-Müller (1993) de, bu çalışmanın sonuçlarıyla benzer olarak, IBA hormonunun, IAA hormonuna göre kök oluşumunu arttırma başarılarının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Manolyaların çelikle üretim konusunda yapılmış birçok araştırmada da bu çalışmada olduğu gibi, büyüme düzenleyicilerinden IBA'nın çeliklerin köklenmesi üzerine olumlu etkilerde bulunduğu bildirilmiştir. Örneğin; *M. kobus* ve yine yaprak döken bir diğer tür olan *Magnolia soulangeana*'nın yeşil çelikleri ile yapılan köklendirme çalışmasında, köklü çeliklerin en yüksek yüzdesinin, turba ve kum (2:1) karışımında IBA %1,0 ve %2,0 dozlarının uygulandığı çeliklerde tespit edildiği belirtilmiştir (Bojarczuk, 1984).

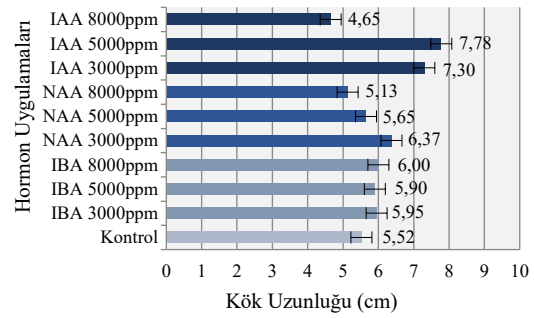
Ertekin ve ark., (2010), *M. soulangeana*'nın yarı odunsu ve yumuşak çelikleri ile yaptıkları çalışmada, IBA hormonunun 500 ppm ve 1000 ppm dozlarının çeliklerinin köklenme başarılarını arttırdığını belirlemişlerdir. Bazı süs bitkilerinin yeşil çeliklerinin köklenme başarılarının araştırıldığı bir tez çalışmasında *M. soulangeana*'nın kontrol çeliklerinde %73,3 olan köklenme oranının, IBA 2000 ppm uygulaması ile %100'e ulaştığı görülmüştür (Yılmaz, 2012). Darcan (2011) da *M. soulangeana* türünde yaptığı araştırmada, yeşil çeliklerde kontrol uygulamasında %37,8 olan köklenme oranının, IBA 1000 ppm uygulaması ile %94,4'e yükseldiğini belirtmiştir. Kışın yaprağını döken diğer bir manolya türü olan *Magnolia acuminata* L.'nin kök çeliklerine IBA hormonunun 8000 ppm, 16000 ppm ve 30000 ppm dozlarının uygulandığı çalışmada, kontrol uygulamasının %12 olan köklenme oranının, IBA 30000 ppm ile işlem görmüş çeliklerde %34'e yükseldiği belirlenmiştir (Sharma ve ark., 2006).

Ding (2010), *M. kobus*'un da dahil olduğu Manolya türlerinin çelikle üretimi üzerine yaptığı çalışmalarda, yaprağını döken Manolya türlerinin çeliklerinin kök oluşturmada herdemyeşil türlerinin çeliklerine göre daha başarılı olduklarını belirtmiştir. Herdem yeşil manolya türlerinden *Magnolia grandiflora*, *Magnolia fuscata* ve *Magnolia virginiana*'nın çeliklerinin köklenme başarılarının araştırıldığı çalışmalarda da IBA hormon uygulamalarının çeliklerin köklenmesi üzerine olumlu etkilerde bulunduğu bildirilmiştir (Dehgan ve ark., 1988; Martin ve Ingram, 1989; Balakrishna ve Bhattacharjee, 1991)

Hartmann ve ark., (1997), IBA'nın, köklenme için en iyi oksin olduğunu bildirmiştir. Kaşka ve Yılmaz (1974), Indol-3-Bütirik Asit (IBA)'in, oksin hormonlarının en iyisi ve güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Bunun sebebi olarak da IBA'nın, geniş konsantrasyonları içerisinde toksik madde bu-

lunmadığı ve birçok bitki türünün köklenmelerini teşvik etmede yeterli olabileceği bildirilmiştir.

Çeliklerin kök uzunluk değerleri incelendiğinde, Varyans analizi sonuçlarına göre farklı hormon ve doz uygulamalarının çeliklerin kök uzunlukları üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür (P: 0,219 > 0,05, F: 1,349). IAA hormonunun 5000 ppm (7,78 cm) ve 3000 ppm (7,30 cm) dozlarının uygulandığı çeliklerde en yüksek ortalama kök uzunluğu değerleri tespit edilmiştir. En düşük ortalama kök uzunluğu değeri ise IAA 8000 ppm hormon dozunun uygulandığı çeliklerde (4,65 cm) belirlenmiştir (Şekil 4). Kontrol ve farklı hormon uygulamaları ile işlem görmüş *M. kobus* çeliklerinin köklenme durumları Şekil 5'te verilmektedir.



Şekil 4. Farklı hormonlara ait farklı doz uygulamalarının kök uzunluğu üzerine etkisi
Figure 4. The effect of different doses of different hormones on root length



Şekil 5. Kontrol ve farklı hormon uygulamalarında *M. kobus* çeliklerinin köklenme durumları
Figure 5. Rooting of *M. kobus* cuttings in control and different hormone treatments

Bu çalışmada IAA hormonunun 5000 ppm ve 3000 ppm dozlarının uygulandığı çeliklerin kök uzunluk değerlerinin diğer hormon ve doz uygulamalarına göre yüksek olduğu tespit edilmiştir. *Tamarix tetrandra*'nın yeşil çelikleri ile yapılan çalışmada da IAA 5000 ppm hormon dozunun uygulandığı çeliklerin kök sayıları değerlerinde, diğer hormon dozlarına göre önemli farklılık olduğu görülmüştür (Kaya-Şahin ve ark., 2019). Bu sonuçların aksine, *M. soulangeana*'nın çelikleri ile yapılan bir çalış-

mada ise, IBA hormonu 2000 ppm uygulamasının kontrol grubuna göre çeliklerdeki kök uzunluk değerlerini arttırdığı belirtilmiştir (Yılmaz, 2012).

Elaeagnus umbellata Thunb. çeliklerinin köklenme özelliklerinin araştırıldığı başka bir çalışmada da yine IBA hormonunun 5000 ppm dozunun uygulandığı çeliklerin, diğer uygulamalara göre daha uzun kök oluşturdukları bildirilmiştir (Bayraktar ve ark., 2018). *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea Nana' çeliklerinin materyal olarak kullanıldığı başka bir çalışmada da IBA ve NAA hormonlarının 3000 ppm dozları ile işlem görmüş çeliklerin kök uzunluk değerlerinin diğer hormon uygulamalarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Pulatkan ve ark., 2018).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, estetik özelliklerinden dolayı tercih edilen *M. kobus* bitkisinin çelikle üretim ile çoğaltılarak bitkilendirme tasarımlarında kullanımlarının teşvik edilmesinin gerekliliği ortaya konulmuştur. *M. kobus*'un çelikle üretim çalışmalarında, hormon uygulamaların, çeliklerin köklenmesi üzerine olumlu etkilerde bulunduğu tespit edilmiştir.

M. kobus, Peyzaj Mimarlığı bitkilendirme tasarımlarında formu, çiçek ve meyve güzelliği ve sonbahar renklenmesi ile oldukça etkili bir bitkidir. Kentsel açık-yeşil alanlarda ve konut bahçelerinde soliter ve gruplar halinde kullanımları ile tercih edilebilir. Ülkemizdeki bitkilendirme tasarımlarında doğal bitkilerimiz haricindeki bitkiler genellikle yurt dışından temin edilmektedir. Fidanlık işletmelerinde bu bitkilerin üretimi yapılarak, ülkemizde gelişmeleri için uygun ekolojik koşulları olan bölgelerimizin yeşil alanlarında değerlendirilebilirler.

Teşekkür

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no: 9733).

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Anon., 2010. Randy Stewart Landscape Designs, *Magnolias*. Available at <http://rslandscapeesign.blogspot>.

ca/2010/05/magnolia.html. (Ziyaret tarihi: 10.12.2015).

Azuma, H., Toyota, M., Asakawa, Y., 2001. Intraspecific variation of floral scent chemistry in *Magnolia kobus* DC. (Magnoliaceae). *Journal of Plant Research* 114, 411-422. <https://doi.org/10.1007/PL00014006>.

Balakrishna, M., Bhattacharjee, S.K., 1991. Studies on propagation of ornamental trees, through stem cuttings. *Indian Journal of Horticulture* 48, 87-94.

Bayraktar, A., Yildirim, N., Fahrettin, Atar., Turna, İ., 2018. Effects of some auxins on propagation by hardwood cutting of Autumn Olive (*Elaeagnus umbellata* Thunb.). *Ormancılık Araştırma Dergisi* 5(2), 112-116.

Bojarczuk, K., 1984. Propagation of Magnolias from green cuttings using various factors stimulating rooting and growth of plants. In II Symposium on Growth Regulators in Floriculture 167, 423-432.

Darcan, D., 2011. Manolyanın Yeşil Çelikle Çoğaltılması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Lisans Tezi, Tokat.

Davies, P.J., 2010. The plant hormones: Their nature, occurrence, and functions. In: Davies, P.J., (Eds.), *Plant Hormones, Biosynthesis, Signal Transduction, Action*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Springer Netherlands, pp. 1-15.

Dehgan, B., Gooch, M., Almira, F., Poole, B., 1988. Vegetative propagation of Florida native plants: II. *Acer rubrum*, *Gordonia lasianthus*, *Magnolia virginiana* and *Sybra americana*. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 198 publ. 101, 293-296.

Ding, P., 2010. Cutting propagation of difficult-to-root woody ornamental plants. In Combined Proceedings International Plant Propagators' Society 60, p. 224.

Dirr, M., Heuser, C. W., 1987. The reference manual of woody plant propagation Athens. GA: Varsity Press. p. 239.

Drew III, J.J., Dirr, M. A., 1989. Propagation of *Quercus* L. species by cuttings. *Journal of Environmental Horticulture* 7(3), 115-117.

Ellis, D.G., 1988. Propagating new *Magnolia* cultivars. Proceedings of the International Plant Propagator's Society. 38, 453-456.

Ertekin, M., Yazgan, M.E., Çorbacı, Ö.L. 2010. *Magnolia soulangeana*'nın vejetatif üretimi üzerine araştırmalar. *e-Journal of New World Sciences Academy Ecological Life Sciences*, 5A0021, 5 (1), 13-20.

Epstein E., Ludwig-Müller J., 1993. Indole-3-butyric acid in plants: occurrence, synthesis, metabolism and transport. *Physiologia Plantarum*, 382-389.

Genç, M., 2005. Süs Bitkisi Yetiştiriciliği (Temel Üretim Teknikleri). Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No:55, Isparta, 567.

Gilman, E. F., D. G. Watson., 1994. *Magnolia kobus*.

Available at http://hort.ifas.ufl.edu/database/documents/pdf/tree_fact_sheets/magkoba.pdf. (Ziyaret tarihi: 10.12.2015).

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Geneve, R.L., 1997. Plant propagation principles and practices. Prentice Hall, New Jersey, USA, 770.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., 2002. Hartmann and Kester's plant propagation: Principles and practices (No. Sirsi) i9780136792352.

Kaşka N., Yılmaz M., 1974. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, 79, Ders Kitabı No: 52, Adana.

Kaya Sahin, E., Pulatkan, M., Ozyurt, G., 2019. The effect of different doses of hormone application on rooting of *Tamarix tetrandra* Pallas ex Bieb. cuttings. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(2A), 1480-1484.

Kızmaz, M., 1996. Bazı Yapraklı Ağaç Türlerinin Vejetatif Yolla Üretilmesi Üzerine Araştırmalar. Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten, No: 262, Ankara.

Martin, C.A., Ingram, D.L., 1989. Rooting response of *Magnolia grandiflora* 'Glen st. Mary' as a function of cutting harvest date and exogenously-applied hormones. Proceedings of the International Plant Propagator's Society, 39, 361-367.

Mengüç, A., 2003. Süs Bitkileri. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Ohba, H., 1998. The taxonomic and conservation status of *Magnolia* species in Japan. In: D. Hunt, (Eds.) *Magnolias and their Allies*. David Hunt, Milborne Port, pp.152-160.

Palzkill, D.A., Feldman, W.R., 1993. Optimizing rooting of *Jobba* stem cuttings: effects of basal wounding, rooting medium and depth of insertion in medium. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70(12), 1221-1224.

Pamay, B., 1993. Bitki Materyali I (Ağaç ve Çalılar). İstanbul, Orhan Ofset, 64 s.

Pulatkan, M., Yıldırım, N., Şahin, E.K., 2018. Farklı hormon uygulamalarının *Berberis thunbergii* "Atropurpurea Nana" çeliklerinin köklenmesi üzerine etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(4), 386-390.

Rosier, C.L., Frampton, J., Goldfarb, B., Blazich, F.A., Wise, F.C., 2004. Growth stage, auxin type and concentration influence rooting of stem cuttings of Fraser fir. *Hortscience* 39, 1397-1402.

Sharma, J., Knox, G.W., Ishida, M.L., 2006. Adventitious rooting of stem cuttings of yellow-flowered *Magnolia* cultivars is influenced by time after budbreak and Indole-3-Butyric acid. *HortScience* 41(1), 202-206.

Spongberg, S.A., 1998. Magnoliaceae hardy in cooler temperate regions. In: Hunt D. (Eds.), *Magnolias and their Allies*, David Hunt, Milborne Port, pp. 81-144.

Takahashi, M., Morikawa, H., 2012. Air-pollutant-philic plants for air remediation. *Journal of Environmental Protection* 3(10), 1346-1352.

USDA, 1948. United States Department of Agriculture, Woody-plant seed manual. The United States Government Printing Office, Washington D.C.

URL 1: <https://powellgardens.org/the-early-kobus-star-magnolias/> (Ziyaret tarihi: 31.01.2022)

Ürgenç, S., 1992. Orman Ağaçları Islahı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 3395, Fakülte No: 442, İstanbul, Yayın No: 293, 313-318.

Yahyaoglu, Z., 1983. Ladin (*Picea orientalis* L. Link)'de çelikle üretme. *K.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 6(1), 5-15.

Yılmaz, G., 2012. Bazı Önemli Süs Bitkilerinin Çelikle Çoğaltılması. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

Orman sertifikasyonunun odun hammaddesi üretim faaliyetlerine etkilerinin incelenmesi (Bolu Orman İşletme Müdürlüğü örneği)

The investigation of the effects of forest certification on wood raw material harvesting activities (Case study of Bolu State Forest Enterprise)

Yılmaz TÜRK¹
Erhan ŞENGÖÇ¹
Yaşar Selman GÜLTEKİN¹
Korhan ENEZ²

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Düzce

² Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Kastamonu

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Yılmaz TÜRK
yilmazturk@duzce.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

25.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

25.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Türk, Y. , Şengöç, E. , Gültekin, Y. S. & Enez, K. (2022). Orman sertifikasyonunun odun hammaddesi üretim faaliyetlerine etkilerinin incelenmesi (Bolu Orman İşletme Müdürlüğü örneği) . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 30-40 . DOI: 10.17568/ogmoad.1092274



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışmanın amacı, orman yönetim sertifikasının (OYS) odun hammaddesi üretimine etkilerini teknik ve çevresel açılarından araştırmak, sertifikasyon öncesi ve sonrası üretim işlerinin durumunu incelemektir. Çalışma alanı, 2013 yılında OYS alınmasına yönelik çalışmaların başlanarak 2014 yılı ortalarında tamamlandığı Bolu Orman İşletme Müdürlüğü (OİM)'dür. Çalışmada teknik elemanlar (29 kişi) ve orman üretim işçileri (21 kişi) ile gönüllülük esasına göre yüz yüze görüşme yöntemi ve anket tekniği kullanılarak veriler elde edilmiştir. Anket formları 5'li Likert ölçeğinde olup, katılımcıların temel bilgilerini ve OYS kapsamında teknik personelin ve orman işçilerinin OYS hakkındaki genel ve odun üretimi ile ilgili görüşlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Anket sonuçlarına göre; OYS kapsamında üretim işçilerine verilen ilkyardım, temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin sonuçlarının işçiler tarafından olumlu algılandığı ve konunun önemsendiği ortaya çıkmıştır. Üretim işçilerine sağlanan kişisel koruyucu donanımların orman alanlarında kesim ve diğer üretim faaliyetleri esnasında yaşanan iş kazalarında yaralanma şiddetlerini azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca eğitimlerin sadece doğanın korunması için değil, üretimde çalışanların da bilgilendirilmesi için yapıldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ormanlık, sertifikasyon, odun hammaddesi, üretim

Abstract

The aim of this study is to investigate the effects of a forest management certificate (FMC) on wood raw material harvesting activities before and after certification. Bolu State Forest Enterprise Directorate, which was chosen as the study area, the studies for obtaining FMC started in 2013, and it was entitled to receive FMC in the middle of 2014. In the study, data were obtained by a face-to-face interview using a questionnaire method on a voluntary basis with technical staff (29 people) and forestry production workers (21 people). The questionnaire forms are on a 5-point Likert scale and aim to reveal the basic information of the participants and the general and production-related views of the technical personnel and forestry workers within the scope of FMC. According to the results of the survey, it has been revealed that the results of the first aid, basic occupational health and safety training given to the production workers within the scope of FMC are positively perceived, and the issue is given importance by the workers. It has been determined that the personal protective equipment provided to production workers reduces the severity of injuries in occupational accidents during cutting and other production activities in forest areas. In addition, the research results have shown that the training programs are not only for the protection of nature but also to inform the employees in the production.

Keywords: Forestry, certification, wood raw material, production

1. Giriş

Dünyada hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve tüketim alışkanlıkları doğal kaynakların bilinçsizce kullanımına neden olmaktadır. Bu durum yeryüzündeki canlı yaşamını ve yaşam ortamını bozulmasına ve yaşamı tehdit eder hale getirmiştir. Bu bozulma sürdürülebilir kalkınma anlayışını gündeme getirmiş, bugünkü ve gelecek nesillerin istikbali bakımından doğal kaynakların ve dolayısıyla da en önemli yenilenebilir kaynaklardan biri olan sürdürülebilir yönetimin önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır (Islam ve Managi, 2019).

İlk olarak 1980'li yıllardaki yağmur ormanlarını koruma kampanyaları ile tropik keresteleri boykot kampanyalarına dayanan ve ana fikir olarak orman kaynaklarının sürdürülebilir olarak kullanılacağı fikri ortaya çıkmıştır. Doğayla barışık işletilebilmesini hedefleyen orman sertifikasyon işlemleri, gerek dünyada gerek Türkiye'de giderek önemini arttırmaktadır. Sertifikasyonun amacı ormanların yönetimi ve uygulamalarının iyileştirilmesi ve yasal olmayan yollarla elde edilen orman kaynaklarının işletmeler tarafından kullanılmasının önlenmesidir. Sertifikasyon sistemiyle yönetilen ormanlara, orman yönetim sertifikası verilerek, çevreci bilince sahip kuruluşlar ve tüketiciler tarafından bu ormanlardan üretilen hammadde-lerin kullanılması sağlanmaktadır (Koçak, 2016).

Brezilya'nın Rio de Janerio şehrinde düzenlenen Rio zirvesinde sürdürülebilir kalkınma ve çevre koruma kapsamında ormancılığa verilen önemli rolün ardından Sürdürülebilir Orman Yönetimi (SOY) ormancılığının geleceğine yön veren bir strateji haline gelmiştir. Bu yönetim sistemi paralelinde uluslararası ve bölgesel düzeyde ülkeler bir araya gelerek ortak kararlar almış ve dünya ormancılığını yönlendirmiştir. Bu yönlendirme ve önemli kavramlardan bir tanesi de ormanları veya orman ürünlerini sertifikalandırma kavramıdır. Bugüne kadar bu doğrultuda yapılmış girişimler içerisinde, dünya üzerinde en çok yer bulanları Orman Yönetim Konseyi (FSC, fsc.org) ve Orman Sertifikasyonu Onaylama Programı (PEFC, pefc.org) yönetimindeki sertifikalandırmalardır (Koçak, 2016).

Amerika Birleşik Devletlerinin Kaliforniya Eyaleti'nde 1990 yılında, Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF, worldwildlife.org) ve Smartwood Direktörü Richard Donavan'ın organizatörlüğünde gerçekleştirilen sivil toplum kuruluşları temsilcilerinin ve tüccarların katıldığı toplantıda iyi yönetilen ormanları tespit etmek için bir sistemin kurulmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda uluslararası bir konsey oluşturulmuş ve adına da Orman Yönetim Konseyi (OYK) adı verilmiştir (OYK, 2016). OYK,

dünya ormanlarının çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan uygun yönetimini destekleyen uluslararası, üyelik tabanlı, kâr amacı gütmeyen bir organizasyondur. (Karmann ve Smith, 2009; Türkoğlu ve Tolunay, 2013).

OYS almak isteyen orman işletmeleri, ölçüt ve göstergeler, süreç ve performans standartlarını sağlayarak, yetkili sertifika kurumu tarafından yöresel olarak şekillendirilecek, ilke ve uygulamalarına uymak ve yapılacak düzenli kontrollere açık olmak durumundadır. Sertifikalandırmada aranan ana ölçütler; ormanların “çevresel açıdan uygun”, “toplumsal açıdan yararlı” ve “ekonomik açıdan uygulanabilir” bir şekilde yönetilmesidir (Durusoy, 2002).

OYS işlemi bağımsız belgelendirme kuruluşlarının denetiminde gerçekleşmektedir. (Koçak, 2016). Sertifikasyon süreci orman işletmesinin kuruluşu resmi başvurusuyla başlar. Belgelendirme kuruluşu, işletmeden, ön değerlendirme ve taahhütleri içeren anlaşma formunun onaylanarak gönderilmesini talep eder. İşletme, sahip olduğu ormanları sürdürülebilir orman yönetim politikaları doğrultusunda ekonomik açıdan, çevreye uygunluk ve toplum yararını esas alan bir anlayışla uzun dönemli olarak sürdürülebilir bir şekilde yöneteceğini ve bu yönetimin ölçüt ve göstergeleri çerçevesinde yürüteceğini taahhüt eden deklarasyonu sağlar (Durusoy, 2002).

Ormancılık; alt yapı (yol, fidanlık, bina, tesis v.b.), yetiştirme (ekim, dikim, bakım), koruma, kesim ve primer transport (bölmeden çıkarma), taşıma-depolama ile değerlendirme gibi çok çeşitli faaliyetleri içermektedir. Orman işletmeleri ormanda üretilen odun hammaddesini ekosisteme zarar vermeyecek şekilde piyasaya ulaştırmayı amaçlamaktadır (OGM, 2018). Türkiye'de orman varlığı toplam 22,3 milyon hektar, toplam serveti 1,6 milyar m³tür (OGM, 2020).

Ormancılıkta endüstriyel yuvarlak odun (tomruk, direk ve sanayi odunu vb.) üretimi; genel itibariyle kesme, primer transport ve taşıma aşamalarından oluşmaktadır. Bu aşamaların yeri ve şekli organizasyona bağlı olarak değişebilmektedir (Özcamur, 1981; FAO, 1982; Dykstra ve Heinrich, 1996).

Türkiye'de endüstriyel yuvarlak odun talebinin büyük çoğunluğu Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından karşılanmakta olup, orman işletmelerine ait gelirlerin %90'ından fazlası yuvarlak odun satışlarından sağlanmaktadır (DPT, 2007). OGM'nin 2019 yılı yuvarlak odun üretiminin yaklaşık 25 milyon m³'ü endüstriyel yuvarlak odun, 4 milyon m³'ü ise yakacak odun şeklindedir. Yıllık yuvarlak

odun tüketimi ise yaklaşık 40 milyon m³/yıl'dır. Yuvarlak odun üretimi iç piyasa talebini karşılayamaz düzeyde olup endüstriyel yuvarlak odun talebinin %15'i ithal edilerek karşılanmaktadır (Kaplan, 2007; Acar ve ark., 2008; OGM, 2019).

Yuvarlak odun üretimi; kesim ve hazırlama (istihsal); kesme-devirme, dal alma, bölümlere ayırma

ve kabuk soyma, tali nakliyat (primer transport); insan, hayvan gücü ve makine gücünden yararlanarak taşıma, ana nakliyat (yollar üzerinde taşıma); transport taşıtları ile yol kenarından depolara kadar götürülmesi (Tablo 1) safhalarındaki işlemlerin uygulanması ile gerçekleşmektedir (Erdaş ve ark., 2014).

Tablo 1. Odun hammaddesi üretim aşamaları.
Table 1. Wood raw material production stages.

Süreç	İş Adımları	Ürününün Durumu	Yeri
Kesim	Kesme-Devirme	Dikili Ağaç	Meşcere içinde, ağacın kütüğü dibinde
	Dip Düzeltme	Devrilmiş Ağaç	
	Dal Alma	Devrilmiş Ağaç	
	Uç Alma	Devrilmiş Ağaç	
	Ölçme -İşaretleme	Bütün Gövde	
	Tomruklama	Bütün Gövde	
	Kabuk Soyma	Tomruk/Gövde	
Transport	Bölmeden Çıkarma	Yuvarlama/itme/çekme	Meşcere içinde
		Ön Sürütme	Meşrece içinde, tesise-araca doğru
		Bağlama/çakma/yükleme	Orman içinde, tesis yada araç dibinde
		Kaydırma/yuvarlama/taşıma/sürütme ve toplama	Orman içinde, sürütme yoluna doğru veya sürütme yolunda, hava hattı veya çeşitli araçlar yada tesisler üzerinde rampaya doğru
Yükleme Taşıma	Yükleme	Tomruk	Rampada, ara depoda, maktada
		Tomruk	Rampadan depoya doğru

Orman Yönetim Konseyi (OYK) 1993 yılında kurulmuş olan dünya çapında bir organizasyondur. OYK orman ürünlerinin etiketlenmesi, orman yönetimi ile ilgili standartların belirlenmesi, belgelendirme gibi görevleri olan kar amacı gütmeyen bir sivil toplum kuruluşudur. Kuruluş yeri ve merkezi Almanya'nın Bonn şehridir (OYS, 2018).

Birleşmiş Milletler ve Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO, fao.org)'nün raporlarına göre; dünya ormanlarının yarısı tahrip edilmekte olup OYK buna tepki olarak kurulmuştur. OYK hedefini uluslararası ormanlarla ilgili karar mekanizması işletmelere ve tüketicilere yön vermek olarak belirlemiştir. OYK'nın amaçları; dünya çapında orman ürünlerinin doğru kullanılmasıyla ilgili standartların belirlenmesi ve yönetilmesi, kurumların uygunluğunun bağımsız olarak denetlenmesidir (OYS, 2018).

Sertifikasyon tetkiklerinde üretimde ormandan optimal faydalanma, çöp yönetimi, ürüne ve ormana zararı en az düzeye indirecek üretim tekniklerine sahip olma, ürün değerinin korunmasına yönelik önlemler, üretimde kabul edilebilir hasar oranları, çevreye duyarlı üretim ve çevresel etki değerlendirmesi, üretimin orman hizmet ve diğer

orman kaynakları üzerindeki etkisini azaltma, üretim çalışmalarının izlenmesi, üretim sırasında yüksek koruma değerli alanların korunmasına yönelik önlemler vb. incelenen konu başlıklarındandır (Sivacioğlu ve Enez, 2015).

OYS standardının orman ürünleri ile üretim yapan bir firmada bu standardın uygulandığını gösteren ve bu standarda göre yapılan denetim sonucu verildiğini belirtmektedir. Denetim direkt olarak firmalara yapılmamaktadır. Belirlenen standartla firmalara yetki verilmekte ve bu standartta uygunluk denetlenmektedir. OYS belge verilen firmaları aylık olarak internet sitesi üzerinden yayınlamaktadır (OYS, 2018).

OYK sertifika çeşitlerinden biri OYS-COC; Orman Yönetim Konseyi Koruma Zinciri Belgesi'dir. Bu belge ürünün iyi yönetilmiş ağaç kesiminden ve ormanlardan çıkması ve bu ürünlerin kontrolsüz kesimlerden çıkan ürünlerden ayrıldığını belirtmekte ve ürünün ormandan; üretim, dönüşüm ve dağıtım aşamalarını içererek tüketicieye geldiği kesintisiz yolu göstermektedir (OYS, 2018).

Türkiye'deki orman sertifikasyon süreci incelendiğinde; sertifika almak isteyen kurumlar OYK

göstergelerine uyum süreci için ilk aşamada sertifikalandırma kuruluşuna başvuruda bulunmaktadır. Sertifikalandırma kuruluşu alanlarında yeterliliğe sahip denetçi takımını bilimsel ve gözlemsel değerlendirme bulunmaları için denetlenecek olan Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) ya da OİM'ne görevlendirmektedir. Görevlendirilen denetçiler Bölge/İşletme müdürlüğü sınırları içerisinde OYS göstergelerine uygunluğunu denetleyerek raporunu sunar ve OYS sürecini tamamlar.

Türkiye'de ilk olarak 2011 yılında, Bolu-Aladağ OİŞ 9.152 ha'lık alanı için OYS alınmıştır. Bolu OBM'deki pilot çalışmanın başarılı olması sonucunda sertifikasyon çalışmaları hızlandırılmış ve 2012 yılında Kastamonu OBM, Daday OİM'de 85.510 ha'lık alan için OYS alınmıştır. 2012 yılından sonra Muğla, Kastamonu, Bursa, Zonguldak

ve İstanbul OBM'lere bağlı bir kısım işletmeler OYS'e sahip olmuştur (Tolunay ve Türkoğlu, 2014).

Bolu OİM, Bolu OBM bünyesinde olduğundan sertifikasyon başvurusu bölge müdürlüğü bazında yapılmıştır. Ön değerlendirme sonucunda belirlenen ağır ve hafif kusurlar giderildikten sonra Bolu OBM'de 25-29 Kasım 2013 tarihlerinde ana değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda ilgili müdürlükte 5 adet hafif kusur saptanmış ve düzeltilmesi istenmiştir. Düzeltmeler yapıldıktan sonra Bolu OBM 25-29 Kasım 2013 tarihlerinde ana değerlendirme sonucunda, sertifika almaya hak kazanmıştır. Bu bağlamda Bolu ile beraber Seben ve Gerede OİM'leri de sertifikalandırılmıştır. Şekil 1'de OYS öncesi ve sonrası üretim çalışmaları görülmektedir.



Şekil 1. Üretim çalışmaları: üst) OYS öncesi, alt) OYS sonrası
Figure 1. Production studies: top) Before FSC, bottom) After FSC

Bu çalışmanın amacı, orman yönetim sertifikasının (OYS) odun hammaddesi üretimine etkilerini teknik ve çevresel açılarından araştırmak, sertifikasyon öncesi ve sonrası üretim işlerinin durumunu incelemektir. Ayrıca OYS kapsamında teknik personelin ve orman işçilerinin OYS hakkındaki genel ve odun hammaddesi üretimi ile ilgili görüşlerini ortaya koymayı amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

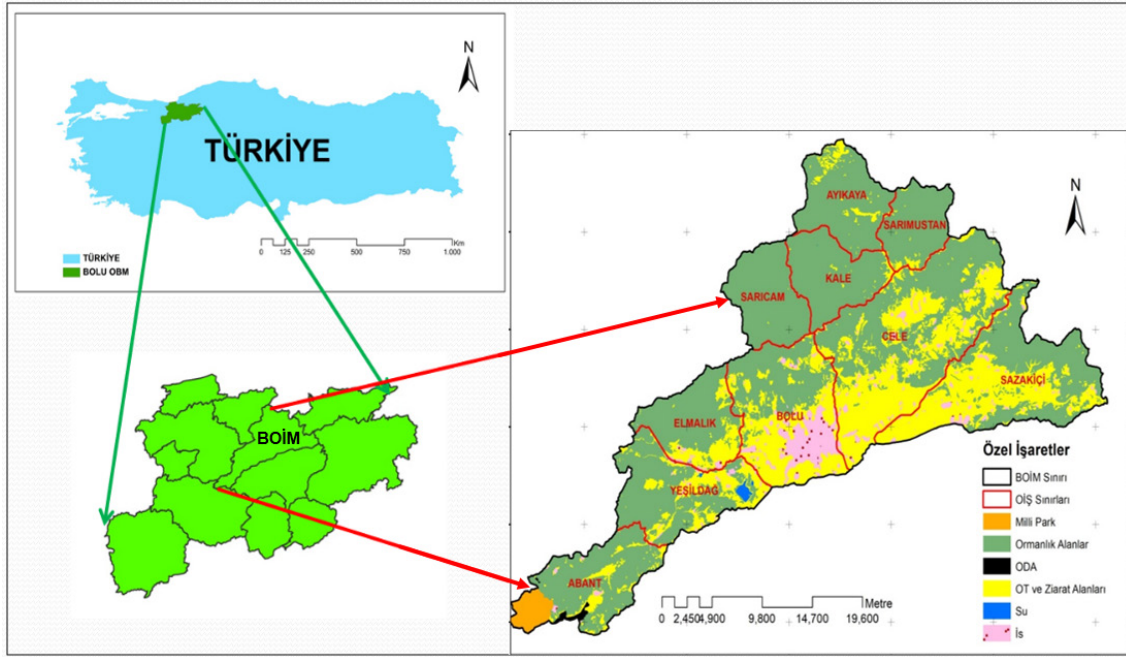
2.1.1. Çalışma Alanı

Bolu OİM 1940 yılında kurulmuş olup, Batı Karadeniz bölümünün iç kısmında Bolu ili sınırları içerisinde, 31° 56' 54" - 31° 15' 10" - 31° 37' 59" - 31° 38' 36" Doğu Boylamları ile 40° 46' 17" - 40° 36' 9" - 40° 57' 56" - 40° 42' 50" Kuzey Enlemleri arasında yer almaktadır. Doğudan Mengen ve Gerede OİM'leri; kuzeyden Düzce ve Yığılca OİM'leri ile Zonguldak OBM; batıdan Düzce OİM; güneyba-

tıdan Mudurnu OİM; güneyden Aladağ OİM ile komşudur (Şekil 2).

Bolu OİM bünyesinde 10 adet orman işletme şefliği, 1 fidanlık şefliği, 1 kadastro ve mülkiyet Şefliği, 1 depo şefliği, 1 elektronik ve haberleşme Şefliği ve 1 emlak şefliği olmak üzere toplam 15 şeflik bulunmaktadır (Tablo 2). Çalışma alanı olarak Bolu OİM'nin seçilmesi, müdürlüğe bağlı tüm orman işletme şefliklerinin sertifikaya sahip olmasının yanı sıra zaman, maliyet ve ulaşım yönüyle de avantajlı olmasından dolayıdır.

Bolu OİM 81,071.9 hektar (ha) alana sahip olup, 52,623.5 ha'ı (%65) ormanlık alan, 28,448.4 ha (%35) açıklık alan oluşturmaktadır. Ormanlık alanın 48,890.5 ha (%93) normal koru, 3,733 ha (%7)'i ise bozuk koru niteliğindedir (Tablo 1). İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki ormanlar, genel olarak İç Anadolu iklim bölgesi iklim özellikleri olan kuraklaşma ve sert iklim koşulları içinde yer almaktadır (BOİM, 2018).



Şekil 2. Bolu OİM konumu ve meşcere tipleri (BOİM, 2018)
Figure 2. Bolu SFED location and stand types

Tablo 2. Bolu OİM orman varlığı durumu (BOİM, 2018)
Table 2. Bolu SFED forest asset status

İşletme Şefliği	Normal Orman	Bozuk Orman	Toplam Orman (Ha)	Ormansız Alan	Genel Alan
Abant	5.081,60	96,80	5.178,40	1.139,10	6.317,50
Ayıkaya	4.976,60	278,50	5.255,10	510,40	5.765,50
Bolu	3.775,60	370,90	4.146,50	6.559,90	10.706,40
Çele	7.175,30	1.703,90	8.879,20	9.173,60	18.052,80
Elmalık	3.988,30	108,10	4.096,40	1.527,70	5.624,10
Kale	4.910,40	102,70	5.013,10	176,20	5.189,30
Sarıçam	4.974,40	27,80	5.002,20	13,00	5.015,20
Sarımustan	3.511,90	88,60	3.600,50	229,10	3.829,60
Sazakıç	5.398,20	798,40	6.196,60	6.419,00	12.615,60
Yeşil Dağ	5.099,00	156,50	5.255,50	2.700,40	7.955,90

2.1.2. Anket formları

Çalışmaya Bolu OİM'deki teknik elemanlar (29 kişi) ve üretim sırasında çalışan orman üretim işçileri (21 kişi) ile gönüllük esasına göre katılımları sağlanmıştır. Anketler yüz yüze görüşme yöntemi ile uygulanmıştır.

Kullanılan anket formları 5'li Likert ölçeğinde olup ankete katılan personelin temel bilgilerini ve OYS kapsamında teknik personelin ve orman işçilerinin OYS ile ilgili genel ve yuvarlak odun üretim ile ilgili görüşlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Anket formu temel olarak 2 ana gruba ayrılmıştır. Alt bölümlerde kişisel bilgi soruları yer alırken anketin son bölümünde ise OYS göstergelerine ait kapalı uçlu sorular bulunmaktadır. Soruların

bir kısmı konu ile ilgili literatürden uyarlanmıştır (Durusoy, 2009; Koçak, 2016).

2.2. Yöntem

Çalışmada birincil verileri oluşturan anket formu düzenlenmiştir. Anket formunda 44 soru bulunmakta, ilk dört soru genel bilgilerden (görevi: teknik personel ve orman işçisi, hizmet süresi, doğum yılı ve eğitim durumu) diğer kırk soru OYS ile ilgilidir. Anketteki bazı sorular istatistikî olarak anlamlı olmadığı ve sorulara verilen cevaplar eksik olduğu için çıkarılmıştır.

Anket sorularında cevaplar 1- kesinlikle katılmıyorum, 2- katılmıyorum, 3- kararsızım, 4- katılıyorum, 5- tamamen katılıyorum olarak 5'li Likert ölçeği kullanılmıştır. Anketin değerlendirilmesi

için SPSS 22 istatistik paket programından yararlanılmış ve istatistiksel analizlerde 0,05 anlamlılık düzeyi ölçüt alınmıştır.

Tablo 3'te Normallik Testi sonuçları verilmiştir.

Anketlerden elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Likert tipi sorular sorulmasına rağmen bir ölçek geliştirilmediğinden veriler sınırlandırma, sıralama ölçeğinde olduğu için

Nonparametrik (Parametrik olmayan) istatistik analizler kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma sahip olmaması sebebiyle parametrik olmayan testlerden Kruskal Wallis testi ve ki-kare testi ile değerlendirilmiştir.

Teknik personel ve orman işçisi arasındaki görüş farklılıklarının belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde Kruskal Wallis testinden faydalanılmıştır. Ki-kare testi katılımcıların eğitim durumlarının

Tablo 3. Verilere ait normallik testi sonuçları
Table 3. Normality test results of the data

Veri seti	Kolmogrov Smirnov			Saphiro- Wilk		
	İstatistik	df	Sig.(P)	İstatistik	df	Sig.(P)
Görev Süresi	0.423	30	0.000*	0.597	30	0.000*
Hizmet Süresi	0.389	30	0.000*	0.681	30	0.000*
Doğum Tarihi	0.235	30	0.000*	0.803	30	0.000*
Eğitim durumu	0.237	30	0.000*	0.794	30	0.000*
OYS Hakkında Bilginiz Var mı?	0.395	30	0.000*	0.669	30	0.000*
OYS kapsamında eğitim gerekli mi?	0.254	30	0.000*	0.794	30	0.000*
İlkyardım eğitimi almak gereksizdir	0.517	30	0.000*	0.404	30	0.000*
İş güvenliği bilgisi yeterli mi?	0.389	30	0.000*	0.624	30	0.000*
İlkyardım eğitimi yeterlidir	0.539	30	0.000*	0.180	30	0.000*
Sertifikasyon bilgilendirme işçilerle paylaşılması yeterlidir	0.279	30	0.000*	0.857	30	0.001*
Kişisel koruyucu ekipman yetersizdir	0.206	30	0.002*	0.840	30	0.000*
Çalışma koşullarının iyileştirilmesi olumludur	0.362	30	0.000*	0.710	30	0.000*
Yöneticiler tarafından tedbirlerin izlenmesi yetersizdir	0.457	30	0.000*	0.554	30	0.000*
İşçilerin ilkyardım setine sahip olma durumu yeterlidir	0.539	30	0.000*	0.180	30	0.000*
Atık makine yağların değerlendirilmesi olumludur	0.473	30	0.000*	0.526	30	0.000*
Çöplerin değerlendirilmesi yetersizdir	0.325	30	0.000*	0.833	30	0.000*
Ormancılık faaliyetleri ile ilgili köylünün önceden haberdar edilmesi yeterlidir	0.306	30	0.000*	0.867	30	0.001*
Primer transportta çevre zararı azalmıştır	0.399	30	0.000*	0.710	30	0.000*
Araçların standartlarının değişmesi olumludur	0.328	30	0.000*	0.788	30	0.000*
Sağlık şikâyetleri	-	-	-	-	-	-
Orman emvalinde sertifika dolayısıyla artış olmuştur	0.306	30	0.000*	0.834	30	0.000*
Sertifika dolayısıyla köylülere saygı artmıştır	0.472	30	0.000*	0.496	30	0.000*
Sertifika dolayısıyla köylülerin işlendirilmesi artmıştır	0.336	30	0.000*	0.740	30	0.000*
Sertifika dolayısıyla ormanda yapılan üretimin azalması olumludur	0.472	30	0.000*	0.496	30	0.000*
Sertifika dolayısıyla meydana gelen iş kazaları azalmaktadır	0.349	30	0.000*	0.724	30	0.000*
Sertifika dolayısıyla yapılan iyileştirmelerde iş kazalarının şiddeti azalmaktadır	0.473	30	0.000*	0.526	30	0.000*
Ormancılık uygulamalarının iyileştirilmesi için sertifikaya ihtiyaç duyulmaktadır	0.209	30	0.002*	0.862	30	0.000*

(*P<0,05) için önemli

farklılığı nedeniyle tercih edilmiştir. Ayrıca bu testlerin yanında verilerin ortalamaları, standart sapmaları gibi değerleri belirtmek için betimleyici istatistiksel bilgiler verilmiştir.

Çalışma kapsamında aşağıdaki hipotezler test edilmiştir:

- 1-H₀: Teknik personel ve orman işçilerinin OYS'ye bakış açısı arasında fark yoktur.
- 2-H₀: OYS, ülkemiz odun üretimi çalışmalarında çevresel hassasiyeti arttırmamıştır.
- 3-H₀: OYS'nin, ülkemiz ormancılık uygulamalarındaki iş güvenliği ve işçi sağlığına katkısı yoktur.
- 4-H₀: OYS'nin amaçları orman işçilerine tam anlamıyla anlatılmamıştır.
- 5-H₀: OYS ile orman köylüsünün toplumdaki saygınlığı artmamıştır.
- 6-H₀: OYS'li ormanlarda çevre kirliliği önlenemekte ve çöpler değerlendirilmemektedir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma, Bolu OİM'ne bağlı orman yönetim sertifikasına sahip bütün ormanları kapsayan şefliklerde 23.05.2018-16.05.2019 tarihleri arasında yapılmıştır. Verilerin güvenilirliği için Cronbach's Alpha (α) katsayısı kullanılmıştır. Bağımsız değiş-

kenleri açıklayan ifadelere uygulanan güvenilirlik analizi sonucunda, α katsayısı 0,558 bulunmuştur. Bu değer düşük çıkması hazırlanan anket sorularının orman sertifikasyonu konusunda yapılan çalışmalardan derlenerek ilk defa uygulanmak üzere oluşturulmasından ve uygulanan anket formlarının katılımcılar tarafından tam olarak anlaşılmasından kaynaklandığı söylenebilir. İstatistik analizlere ilişkin bulgular aşağıdaki alt başlıklarda verilmiştir.

3.1. Betimleyici Analiz Sonuçları

Anket çalışmasında anlamlılık derecesi en yüksek seçenek olan "sertifika dolayısıyla iş kazalarının şiddeti azalmıştır" 4,3600 değer olarak en yüksek ortalama değerine sahiptir. Koçak ve ark., (2017) ve Dursun (2015) tarafından yapılan çalışmalarda da sertifikalandırma çalışmaları kapsamında işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili tedbirlerin alınmasının olumlu etki oluşturduğu tespit edilmiştir. İş güvenliği konusunda son yıllarda meydana gelen bilinçlenme ormancılık üretim işlerinde de farkındalığı yüksek çalışan sayısını arttırmıştır. OYS sertifika göstergeleri arasında olan temel iş güvenliği eğitiminin personele aldırılması, çalışanlar üzerinde farkındalık oluşturmuştur. Anlamlılık düzeyi en yüksek olan başlıca veriler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Betimleyici analizde anlamlılık düzeyi en yüksek olan veriler
Table 4. The data with the highest level of significance in descriptive analysis

Sertifika dolayısıyla yapılan iyileştirmelerde iş kazalarının şiddetinin azaldığını düşünüyorum.	4,3600
İş güvenliği eğitiminin gerekli olduğunu düşünüyorum.	4,1400
Atık makine yağlarının değerlendirilmesinin olumlu olduğunu düşünüyorum.	4,1400
OYS kapsamında eğitimin gerekli olduğuna inanıyorum.	4,0800
İşçi sağlığı konusundaki gelişmelerin olumlu olduğunu düşünüyorum.	4,0800
Sertifika dolayısıyla ormanda yapılan üretimin azalmasının olumlu olduğunu düşünüyorum.	4,0800
Yöre halkıyla fikir paylaşımının olumlu olduğuna inanıyorum.	4,0200
Primer transportta çevre zararının azaldığını düşünüyorum.	4,0200
Traktörlerin yenilenmesinin olumlu olduğunu düşünüyorum.	4,0000
Korunan alanlarda yol ağının yeterli planlanmadığını düşünüyorum.	4,0000

Anlamlılık derecesi farklı düzeylerde sonuçların ortaya çıkmasının nedeni, anket sorularının sorulduğu katılımcıların eğitim düzeylerinin ve çalışma şekillerinin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir. Anlamlılık derecesi 1,000 ile "OYS ile üretim yaptınız mı?" sorusuna genel olarak tüm personel aynı cevabı verdikleri için katılımcılar arasında farklı ve anlamlı bir sonuç ortaya çıkmamıştır. Bu da sonuçların anlamlılık derecesinin düşük olmasına yol açmıştır. Diğer düşük sonuçlarda da çalışanların ortak olduğu noktalarda anlamlılık derecesi düşük olarak hesaplanmıştır.

OGM tarafından OYS almak için yapılan ön değer-

lendirme işlemi sonucunda birtakım eksikliklerin ortaya çıkması neticesinde belirli bir süre sertifikasyon çalışmalarının askıya alınması veya yürütülmesi konusunda tereddüt yaşansa da 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu hükümleri doğrultusunda çalışanların çalışma koşullarını iyileştirilmesine yönelik birtakım çalışmaların yürütülmesine olumlu yönde katkı sağlamıştır. Bu kapsamda, orman işletme müdürlüklerinde sigortalı olarak ve vahidi fiyatla çalışan işçilere iş ve işçi güvenliği, orman işçiliği ve ilk yardım konularında ilçelerde bulunan Halk Eğitim Merkezleri ile iş birliği yapılarak eğitimler verilmeye başlanmıştır (Türkoğlu ve Tolunay, 2014).

3.2. Kruskal Wallis testi sonuçları

Kruskal Wallis testinde anlamlı olanların sonuçlarına göre; “OYS kapsamında eğitim gerekli mi?” (teknik personel ortalaması: 4,31 ve orman işçisi ortalaması: 3,76) sorusuna cevap olarak her iki grupta katılıyorum cevabını vermiştir. “İlkyardım eğitimi almak gereksizdir?” (teknik personel ortalaması: 1,17 ve orman işçisi ortalaması: 1,00) sorusuna cevap olarak her iki grupta ağırlık olarak “kesinlikle katılmıyorum” cevabını vermiştir.

SOY kapsamında üretim konusundaki eğitim eksiktir (teknik personel ortalaması: 2,00 ve orman işçisi ortalaması: 1,86), “Sertifika bilgilendirme işçilerle paylaşması yeterlidir” (teknik personel ortalaması: 3,79 ve orman işçisi ortalaması: 2,33), “Atık makine yağların değerlendirilmesi olumludur” (teknik personel ortalaması: 4,24 ve orman işçisi ortalaması: 4,00), “Çöplerin değerlendirilmesi yetersizdir” (teknik personel ortalaması: 3,79 ve orman işçisi ortalaması: 2,67) sorularının test sonuçları ortaya çıkmıştır.

Ayrıca “Korunan alanlarda üretim yapılmamaktadır” (teknik personel ortalaması: 4,00 ve orman işçisi ortalaması: 3,76), “Çevresel etki değerlendirme yapılması olumludur” (teknik personel ortalaması: 4,00 ve orman işçisi ortalaması: 3,67), “OYS ile korunan alanlar dikkate alınmaktadır” (teknik personel ortalaması: 4,00 ve orman işçisi ortalaması: 3,88), “Sertifika dolayısıyla köylülere saygı artmıştır” (teknik personel ortalaması: 3,76 ve orman işçisi ortalaması: 3,05), “Sertifika dolayısıyla meydana gelen iş kazaları azalmaktadır” (teknik personel ortalaması: 3,10 ve orman işçisi ortalaması: 2,52) görüşlerinde teknik personel ve orman işçisi arasında görüş farklılıklarının bulunduğu Kruskal Wallis testi sonucunda tespit edilmiştir. Bu sonuç bazı maddeler üzerinde teknik personel ile orman işçisi arasında görüş farklılıklarının bulunduğunu göstermektedir. Diğer sorulara verilen cevaplar arasında anlamlı fark çıkmamıştır ($p>0,05$).

“Sertifika bilgilendirme işçilerle paylaşması yeterlidir” (teknik personel ortalaması: 3,79 ve orman işçisi ortalaması: 2,33) sorusuna teknik personel bilgilendirmenin yeterli olduğunu düşünerek “katılıyorum” cevabını vermiş, orman işçileri ise “kararsızım” cevabını vermiştir. Bu sonuç orman işçisine yeteri kadar sertifika bilgilendirmesi yapılmadığını göstermektedir. Bu konuda orman işçilerinin ilgisini ve dikkatini çekecek eğitimler planlanmalı ve görsel öğelerle desteklenmelidir. Orman işçisi ve köylüsüne sertifikasyon sürecinin aşamaları net bir şekilde anlatılmalı, paydaşlarla fikir alışverişinde bulunulmalıdır. “Çöplerin değerlendirilmesi yetersizdir” (teknik personel

ortalaması: 3,79 ve orman işçisi ortalaması: 2,67) sorusuna teknik personel “katılıyorum” cevabını verirken orman işçisi “kararsızım” cevabını vermiştir. Orman işçisi çöplerin değerlendirilip değerlendirilmediği konusunda kararsız kalmıştır. Çevre bilincinin orman işçisi arasında yeterince geliştirilmediği düşünülmektedir. “Sertifika dolayısıyla köylülere saygı artmıştır” (teknik personel ortalaması: 3,76 ve orman işçisi ortalaması: 3,05) sorusuna teknik personel “katılıyorum” cevabını verirken orman işçisi “kararsızım” cevabını vermiştir. OYS sertifika ölçütlerinden olan yapılan çalışmaların paydaşlarla paylaşılması göstergesi çerçevesinde en büyük paya sahip mevcut orman alanında yaşayan orman köylüleri yer almaktadır. Orman köylüsü sertifika sürecindeki paydaş rolünün yeterince farkında değildir. Orman köylüsüne sertifika sürecindeki rolünün ve öneminin net ifadelerle anlatılmadığı söylenebilir. Orman köylüsüyle aynı paydada buluşulmadığı saptanmıştır.

3.3. Ki-kare analizi sonuçları

Pearson-Kikare test sonuçlarına göre teknik personel ve orman işçisinin arasındaki bağıntı ve anlamlılık kazanan sorular aşağıdaki gibidir. “Sertifika bilgilendirme işçilerle paylaşması yeterlidir” $p<0,002$ olduğu için her iki grupta da bilgilendirme konusunda yeterlilik olduğu anlam kazanmaktadır. “İşçi sağlığı konusunda gelişmeler olumludur” $p<0,010$ olduğu saptanmıştır. OYS sertifikasının iş sağlığı ve güvenliği konusunda her iki grupta da olumlu sonuçlandığını göstermektedir.

“Atık makine yağlarının değerlendirilmesi olumludur” $p<0,001$ olduğu için çevresel açıdan tehlike oluşturan atık makine yağlarının toplanması her iki grupta da olumlu sonuçları olduğunun, atık makine yağlarının toplanması konusunda her iki grupta atık makine yağlarının toplanmasının gerekliliğini olumlu değerlendirdikleri ilişkisi vardır. “Çöplerin değerlendirilmesi yetersizdir” $p<0,050$ çöplerin değerlendirilmesi ile personelin buna bilgisi arasında bağıntı vardır. “Çevresel etki değerlendirme yapılması olumludur” $p<0,007$ çevresel açıdan her iki grupta olumlu düşünmekte sertifika kapsamında çevresel açıdan olumlu sonuçlar düşünülmektedir. Türkoğlu ve Tolunay (2014), Dursun (2015) Dursun ve Daşdemir (2016) tarafından yapılan çalışmalarda da FSC sertifikasyon sürecinin çevre bilinci ve farkındalığının arttığını vurgulamışlardır.

“Sertifika dolayısıyla köylülere saygı artmıştır” $p<0,001$ sertifikasyon sisteminin köylünün paydaş olarak görülmesi olumlu olarak görülmüş her iki grupta bağıntı olduğu saptanmıştır. “Sertifika dolayısıyla üretimin artması olumludur” $p<0,000$ “Ormancılık uygulamalarının iyileştirilmesi için

sertifikaya ihtiyaç duyulmaktadır” $p < 0,030$ sertifika ölçütlerinden biri olan ormancılık uygulamalarının iyileştirilmesi her iki grupta da anlamlılık kazanmış ve olumlu olarak görülmüştür.

OYS sertifikasyon sistemi ülkemiz ormancılığı için şüphesiz olumlu etki yaptığı görülmüştür. İşçi sağlığı ve iş güvenliği çalışmaları, işçi sağlığı ve iş güvenliği eğitimleri, ilk yardım ve teknik eğitimler, yöneticiler tarafından iş ve işçi güvenliği ilgili tedbirlerin izlenmesi olumlu görülmüştür. Türkoğlu ve Tolunay (2014) çalışmalarında da FSC sertifikasyon süreci sonucunda işçi sağlığı ve iş güvenliği konularının iyileştirilmesine yönelik olumlu katkılar sağladığı belirtilmiştir.

Sertifikalandırma dolayısıyla orman köylülerinin bilgilendirilmesinin yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Analiz sonuçlarına göre; 1. önermedeki H_0 hipotezi reddedilerek “ H_1 : Teknik personel ve orman işçisi arasında OYS’ye bakış açısı farklıdır” alternatif hipotezi kabul edilmiştir.

2. önermede de H_0 hipotezi reddedilerek “ H_1 : OYS orman yönetim sertifikası, ülkemiz odun üretimi çalışmalarında çevresel hassasiyeti arttırmıştır.” alternatif hipotezi kabul edilmiştir.

3. önermede yer alan H_0 hipotezi reddedilmiş ve “ H_1 : OYS orman yönetim sertifikasının, ülkemiz ormancılık uygulamalarına iş güvenliği ve işçi sağlığı konularında olumlu katkısı olmuştur.” alternatif hipotezi kabul edilmiştir.

Çalışana sağlanan kişisel koruyucu donanımlar neticesinde orman işçisine iş güvenliği eğitimi verilmesi açısından iş güvenliği alanında olumlu sonuçların olduğu 3. önermenin H_1 alternatif hipotezi kabul edilmiştir.

4. önermede yer alan “ H_0 : OYS’nin amaçları orman işçilerine tam anlamıyla anlatılmamıştır.” hipotezi orman işçilerinin sadece iş güvenliği konusunda bilgilendirilmesi nedeniyle ve hassas alanlar konusunda yeterince bilgilendirilmediği için kabul edilmiştir.

5. önermedeki H_0 reddedilmiş ve “ H_1 : OYS ile orman köylüsünün toplumdaki saygınlığı artmıştır.” alternatif hipotezi kabul edilmiştir. Sertifikasyon kapsamında köylülerle yapılan toplantılar neticesinde orman köylülerinin de fikirlerinin alınması orman köylüsü açısından olumlu karşılanmıştır.

Son olarak, 6. Önermenin H_0 hipotezi reddedilerek “ H_1 : OYS’li ormanlarda çevre kirliliği önlenmekte ve çöpler değerlendirilmektedir.” alternatif hipotezi kabul edilmiştir. Sadece sertifikasyon kapsamında bu şekilde bir çalışmayla karşılaşmıştır.

Bu da OYS sisteminin çevre bilinci oluşturmakta olumlu bir rolünün olduğunu göstermektedir.

Araştırma neticesinde OYS sisteminin Türkiye ormancılığına katkıları şöyle sıralanabilir: a) Ormancılık çalışmalarında bilgi ve donanımı artırılmış orman işçisi ve diğer paydaşların katılımcı yönetim anlayışının geliştirilmesi, b) Çalışanların çalışma koşulları ve nitelik bakımından uluslararası standartlarda olması (nitelik, donanım ve emniyet), c) Tüm ormancılık faaliyetleri için şeffaf olarak sürdürülebilir izleme-değerlendirme planlarının ve raporlarının oluşturulması, faaliyetlerin düzenli bir şekilde kayıt altına alınması ve ulusal çapta bu bilgilerin paylaşılması, ormanlarda ve ormancılık faaliyetlerinde çevresel kirliliğe karşı tedbirlerin alınması, çalışanlara uygun talimat ve prosedürlerinin belirlenerek geliştirilmesi (çöpler, atık yağlar, hasat artıkları) sertifika sisteminin Türkiye ormancılık alanında sağladığı katkılar olarak sıralanabilir.

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışma alanı olarak seçilen Bolu OİM’de 2014 yılının ortalarında Bolu OBM nezdinde OYS sertifikasını almıştır.

Verilerin güvenilirliğinin test edilmesi için Cronbach’s Alpha (α) katsayısı kullanılmıştır. Bağımsız değişkenleri açıklayan ifadelerle uygulanan güvenilirlik analizi sonucunda, α katsayısı 0,558 bulunmuştur. Bu da yapılan çalışmanın ilk yapılan bir çalışma olması nedeniyle düşük düzeyde de olsa güvenilir olduğunu ve geliştirilmesi gerektiğini göstermiştir.

Anket çalışmasında anlamlılık derecesi en yüksek seçenek olan “sertifika dolayısıyla iş kazalarının şiddeti azalmıştır” 4,3600 değer olarak en yüksek anlamlılık düzeyine sahiptir. İş güvenliği konusunda son yıllarda meydana gelen bilinçlenme ormancılık üretim işlerinde de farkındalığı ortaya çıkarmış ve yaşanan iş kazalarının sayısının azalmasına katkı sağlamıştır.

Anket şeklinde yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre; OYS ile üretim işçilerine verilen ilkyardım ve temel iş sağlığı güvenliği eğitimlerinin sonucunun olumlu olduğu işçiler tarafından karşılık bularak önemsendiği ortaya çıkmıştır. Üretim işçilerine sağlanan kişisel koruyucu donanımlar, ormanda ağaç kesimi, tohum/kozalak toplama ve yol inşaatı gibi ağır işlerde yaşanan iş kazalarındaki yaralanma şiddetlerini azalttığı katılımcıların verdikleri cevaplardan anlaşılmıştır.

OYS öncesi ormanda yapılan uygulamalardan belirli bir grup haberdar olurken, OYS sonrası yapı-

lan çalışmalar, korunan alanlar, yüksek değerlikli orman haritaları, ormancılık faaliyetlerinin bütün dünyayla ulusal kanallardan paylaşılmakta olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda paydaşların fikri sorulmakta ve orman köylüsüne saygı artmaktadır.

Gösterge ve ölçütlere göre üretimde iş güvenliği, hasar oranları ve çevresel etkiler bakımından, OYS sonrası üretim çalışmalarının, OYS öncesi çalışmalarına kıyasla daha iyi olduğu görülmektedir. Ayrıca elde edilen bulgular neticesinde OYS'nin genel olarak Bolu ormanlarına çevresel yönden olumlu etkisi olduğu görülmüştür.

Çöplerin değerlendirme ve sınıflandırma aşamaları orman işçilerine iyi bir şekilde anlatılmalıdır. Bu konuda çalışma alanları içerisinde, orman içinde ve orman köylerinde bilgilendirme tabelaları ve uyarı levhaları oluşturulmalı ve takibi sağlanmalıdır.

Ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etki değerlendirmelerinin yapılması ve raporlanması da sertifikasyonun önemli bir katkısıdır. Sertifikanın, Türkiye ormancılık uygulamalarına olan diğer bir katkısı ise ormanda üretim işlerinde çalışanların kişisel koruyucu ekipmanları kullanımının zorunlu olması, iş güvenliği ve ilk yardım eğitimlerini alması ve çalışma koşullarının iyileştirilmesidir. Yine, Türkiye SOY uygulamalarına olumlu katkı sağlaması ve sertifika dolayısıyla biyoçeşitliliğin korunmasına ve izlenmesine sağladığı olumlu faydalarıdır.

Toplumlarda oluşan çevresel hassasiyetlere bağlı olarak hammadde olarak sertifikalı orman ürünlerini kullanan firmaların kurumsal sosyal sorumluluk ve yeşil işletmecilik uygulamaları sergileyerek marka değerlerini arttırmayı ve tüketiciyi kendi ürünlerini almaya yönlendirebilmek için başvurdukları bir yöntem olarak hedeflemeleri tavsiye edilebilir.

Sertifikasyon, orman yönetimindeki ve orman muhasebesindeki eksiklikleri gidermesi, planlama ve denetimi kolaylaştırması, ormancılık verilerinin netleştirilmesi, orman arazilerinin sınırlarının kesin bir şekilde belirlenmesi ve ormanlardan faydalancılar ve etkileşim içinde bulunanlarla iletişimin iyileştirilmesi gibi yararları nedeniyle sertifikalı işletmelerin sayısının arttırılmasına katkı sağlayacaktır.

Ormancılık faaliyetleri konusunda toplumsal olarak gelişimi sağlayacak eğitimler verilmelidir. OYS'ye sahip ürünlerin kullanımına ilişkin kamu spotu ve benzeri faaliyetlerin yaygınlaşması OYS'li ürünlere talebin artmasına yol açacaktır. OYS üretim, yanı sıra üretilen ürününü fabrikaya gelene kadar sağlıklı çevre ve sağlıklı orman

anlayışını kendisine ölçüt edinmiştir.

Birçok ülkede uygulanan sistemlerin Türkiye'de de uygulanması, ulusal çapta ormancılık faaliyetlerinin gelişmesine yol açabilmektedir. Gelecek dönemlerde Türkiye için yeni sertifikasyon sistemleri oluşturulabilir ve topluma uygun, toplum tarafından kabul edilen logo ve sertifika sistemleri geliştirilebilir.

Dünya çapında odun hammaddesinden üretilen araç ve gereçlerin çevre bilincine uygun şekilde üretildiğinin anlatılmasından sonra toplumu buna yönlenecek çalışmaların yapılması gerekmektedir. Çevre bilinci ve nesli tehlikede olan türlerin korunması için bu tür sistemlerin Türkiye ormanlarında arttırılması gerekmektedir.

Türkiye'de toplum tarafından OYS sistemi net olarak bilinmemektedir. Sertifikalı ürünlerin taşıdıkları OYS logolu ürünlerin talebi arttırıcı bir seçenek olmadığı görülmektedir. Çevresel bilincin toplum olarak arttırılmasından sonra bu tür ürünlere olan talep de arttırılabilir. Bu sebeple sertifikalı ürüne yeterince talep olmamakta, emval fiyatlarında çok bir değişiklik gözlenmemektedir (Durusoy ve Özdemir, 2021).

İlk başta ormancılık faaliyetlerinin daha çevreci hale getirilmesiyle başlayacak olan süreç son olarak şehirlerde yaşayan insanların çevreye duyarlı hale gelmesiyle gelişmeye devam edecektir. Son olarak, toplumsal gelişmişlik için çevreye en az zarar vermek esas olmalıdır.

Kaynaklar

Acar, H. H., Ünver, S., Kaplan, E., 2008. Dağlık arazide tomrukların plastik oluklar içerisinde kontrollü olarak taşınması (TOKK Yöntemi), *Orman Mühendisliği Dergisi*; 45(13-15): 31-34.

BOİM. 2018. Bolu OİM Tanıtım. <https://boluobm.ogm.gov.tr/BoluOIM/Sayfalar/default.aspx> (Ziyaret tarihi: 27.08.2018).

Dursun, Ö., Daşdemir, İ., 2016. The Impacts of FSC Certification Process on Keleş Forest Enterprise, International Forestry Symposium, 7-10 Aralık 2016, Kastamonu.

DPT. 2007. Devlet Planlama Teşkilatı, Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Rap.1, Türkiye.

Durusoy İ., 2002. Sertifikalandırma ve Türkiye Ormancılığında Gerekliliği, Olabilirliği, Uygulanması Sürecinde Karşılaşılması Muhtemel Darboğazların ve Fırsatların İrdelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Durusoy, İ., 2009. Türkiye Ormancılığında Sürdürülebilir Orman Kaynakları Yönetimi Ölçüt ve Göstergeler-

- rinin Ülke Ölçeğinde Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Dursun, Ö., 2015. FSC (Orman Yönetim Konseyi) sertifikalandırma sürecinin Bursa Orman Bölge Müdürlüğünde uygulanması ve değerlendirilmesi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Dönem Projesi, Bartın.
- Durusoy, İ., Özdemir, O., 2021. Price premiums for certified roundwood: evidence from auction sales in Turkey, *Journal of Forest Research*, 26:6, 395-399, DOI: 10.1080/13416979.2021.1940664.
- Dykstra, D.P., Heinrich, R., 1996. FAO Model Code of Forest Harvesting Practice, FAO Publications, Rome, 85 p.
- Erdaş, O., Acar, H.H., Eker, M., 2014. Orman ürünleri transport teknikleri, KTÜ Matbaası, 1. Baskı, Trabzon.
- FAO, 1982. Basic Technology in Forest Operations, FAO Forest Paper: 36, Rome, (fao.org/3/an777e/an777e.pdf)
- Islam, M., Managi, S. 2019. Green growth and pro-environmental behavior: sustainable resource management using natural capital accounting in India, *Resources, Conservation and Recycling*, 145: 126-138.
- Kaplan, E., 2007. Dünya Orman Varlığı ve Odun Tüketimi, *Ahşap Dergisi*, 34.
- Karmann, M., Smith, A., 2009. OYS Reflected in Scientific and Professional Literature, Literature Study on The Outcomes and Impacts of OYS certification, OYS Policy Series, 2009-P001, Almanya.
- Koçak, S., 2016. Effects of Forest Certification Applications on Forest Resources Management in Turkey. Master's Thesis, Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey.
- Koçak, S., Tolunay, A., Türkoğlu, T., 2017. Türkiye'de orman sertifikasyonu uygulamalarının orman kaynakları yönetimine etkileri, *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 18(1), 49-56.
- OGM, 2019. Orman Genel Müdürlüğü. 2019 Yılı Damga, Üretim, Satış, Stok Durumu. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Gk43BnJSIQJ:https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/uretimSatisveStokFaaliyetleri/2020%2520YILI%2520ARALIK%2520SONU%2520DAMGA.%2520%25C3%259CRET%25C4%25B0M.%2520SATI%25C5%259E,%2520STOK%2520DURUMU.xlsx+&cd=4&hl=tr&ct=clnk&gl=tr&client=opera> (Ziyaret tarihi: 30.12.2019).
- OGM. 2020. OGM, Türkiye Orman Varlığı 2020. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-sitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020%20Türkiye%20Orman%20Varligi.pdf> (Ziyaret tarihi: 05.06.2020).
- OYK. 2016. Orman Yönetim Konseyi (Forest Stewardship Council) <http://www.OYS.org>. (Ziyaret tarihi: 01.04.2016).
- OYS. 2018. OYS International Standard, OYS Principles and Criteria for Forest, OYSSTD-01-001 (version 4-0) EN,, <http://www.OYS.org/fileadmin/webdata/public/document_center/international_OYS_policies/standards/OYS_STD_01_001_V4_0_EN_OYS_Principles_and_Criteria.pdf> (Ziyaret tarihi: 01 Eylül 2018).
- Özçamur, M., 1981. Bölmeden Çıkarmada Çeşitli Makinelerin Zaman Verim ve Masraf Yönünden Araştırılması, KTÜ Yayın No: 132, O.F. Yayın No: 14, Trabzon.
- Sıvacıoğlu, A., Enez, K., 2015. Türkiye'de FSC (Forest Stewardship Council) Orman Yönetimi Sertifikasyon Sistemi Kapsamında Orman Ürünleri Üretimi, Üretim İşlerinde Hassas Ormanlık Sempozyumu, 4-6 Haziran 2015, Ilgaz.
- Tolunay A., Türkoğlu T., 2014. Perspectives and attitudes of forest products industry companies on the chain of custody certification: a case study from Turkey. *Sustainability* 6(2):857-871, 72.
- Türkoğlu, T., Tolunay, A., 2013. Türkiye'deki orman ürünleri ithalatçısı işletmelerin sertifikalı orman ürünlerine ilişkin görüşleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 14, 2, 95-101.

Trabzon Değirmendere Çatak alt havzasının erozyon risk haritasının oluşturulması ve sediment iletim oranının belirlenmesi

Creating erosion risk map and determining sediment delivery ratio of the Trabzon-Değirmendere- Çatak subwatershed

Necla KORALAY

Ömer KARA

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Necla KORALAY
nkoralay@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (*Received*)

29.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)

25.05.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Koralay, N. & Kara, Ö. (2022). Trabzon Değirmendere Çatak alt havzasının erozyon risk haritasının oluşturulması ve sediment iletim oranının belirlenmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 41-54. DOI: 10.17568/ogmoad.1095264



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Toprak erozyonu doğal kaynakların sürdürülebilirliğini, sosyal ve ekonomik gelişmeyi ve karasal ile sucul ekosistemleri tehdit eden dünya çapında çevresel bir sorundur. Ülkemizde insanların doğal kaynaklar üzerine baskısının artmasıyla erozyon miktarı artmış ve yaşamsal ekosistem üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Meydana gelen bu etkileri azaltmaya yönelik önlemler alınabilmesi için bir havzada toprak kaybı miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Çalışma alanı, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Trabzon ili sınırları içerisinde yer alan Değirmendere Çatak alt havzası seçilmiştir. Çalışmada toprak erozyonu miktarının hesaplanmasında Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (Revised Universal Soil Loss Equation -RUSLE) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ortalama yağış erosivite (R), toprak erodibilite (K), arazi eğimi ve uzunluğu (LS) ve bitki örtüsü yönetimi (C) değişken değerleri sırasıyla 324.65 MJ ha⁻¹ mm saat⁻¹ yıl⁻¹, 0,029 t ha saat ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹, 11,23 ve 0,038 olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre, Çatak alt havzasında yıllık ortalama toprak kaybı 3,28 ton/ha/yıl, sediment iletim oranı (SİO) 0,44 ve sediment verimi 1,46 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen veriler erozyon kontrol çalışmalarında toprak ve su koruma planlamaları için altlık teşkil edecek ve uygulayıcılara yol gösterici niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemleri, havza amenajmanı, RUSLE, toprak erozyonu

Abstract

Soil erosion is a worldwide environmental problem that threatens the sustainability of natural resources, social and economic development, and terrestrial and aquatic ecosystems. In our country, the amount of erosion has increased with the increase of people's pressure on natural resources and has caused negative effects on the ecosystem. In order to take measures to reduce this effect, it is necessary to determine the amount of soil loss in a watershed. The study area was chosen as the Değirmendere Çatak subwatershed, which is located within the borders of Trabzon province in the Eastern Black Sea Region of Turkey. In the study, Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and Geographic Information Systems (GIS) were used to calculate the amount of soil erosion. As a result of the study, the mean values of rainfall erosivity (R), soil erodibility (K), land slope and length (LS), and crop and management (C) were determined as 324.65 MJ ha⁻¹ mm hour⁻¹ year⁻¹, 0.029 t ha hour ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹, 11.23 and 0.038, respectively. According to these data, the annual mean soil loss in the Çatak subwatershed was 3.28 tons/ha/year, the sediment delivery ratio (SDR) was 0.44, and the sediment yield was 1.46 tons/ha/year. The data obtained as a result of the study will constitute a base for soil and water conservation planning in erosion control studies and guide the practitioners.

Keywords: Geographic information systems, watershed management, RUSLE, soil erosion

1. Giriş

Toprak erozyonu dünya çapında su kalitesine, tarımsal üretime ve canlıların devamlılığı için çevreye çok ciddi zararlar veren bir problemdir (Tosic ve ark., 2013; Welde ve Gebremariam, 2017; Koralay ve ark., 2018). Genel anlamda değerlendirildiğinde toprak erozyonu, su, rüzgâr, buzul ve yerçekimi gibi erozyon oluşturan etmenlerin etkisiyle toprağın parçalanması, taşınması ve başka bir yerde birikmesi olayına denilmektedir (Issaka ve Ashraf, 2017). Erozyonu yüksek eğimli, uzun kurak periyotlardan sonra yüksek miktarda yağışın yağması, toprak özellikleri, topoğrafik yapı, iklim değişimleri, uygun olmayan arazi kullanımı ve arazi yüzey örtüsü gibi etkenlerin kombinasyonu sonucunda artmaktadır (Ganasri ve Ramesh, 2015).

Aslında erozyon doğal şartlar altında toprak parçalarının taşınmasını sağlayan doğal bir süreçtir ve olması gereken bir doğa olayıdır. İnsan faaliyetleri olmadan oluşan bu erozyonun oluşumuyla verimli delta ovalarımız oluşmaktadır. Fakat tarımsal faaliyetler, yanlış arazi kullanımı gibi insan faaliyetlerinin neden olduğu etkenlerden dolayı arazide olması gereken erozyon miktarından daha fazla erozyon meydana gelmektedir (Rehman ve ark., 2015). Bu erozyonda toprak taşınımı olayı toprak oluşumundan fazla olmaktadır. Bu da arazi yüzeyine geri dönüşü olmayan zararlar vermektedir. Toprak erozyonunun toprağın parçalandığı yani koptuğu yerde (on-site) ve parçalanan, taşınan toprağın biriktiği yerde (off-site) çeşitli çevresel etkilere neden olmaktadır. Toprak erozyonunun verdiği en önemli zararlardan bir tanesi mevcut arazi yapısının bozulmasıdır. Erozyon ile birlikte organik madde açısından zengin, kırıntı, gözenek ve su tutma kapasitesi yüksek olan verimli üst topraklar taşınır. Geriye geçirimsiz, iskelet açısından zengin, su tutma kapasitesi ve besin elementi düşük olan alt toprak tabakası ortaya çıkar. Toprak yapısının bozulmasıyla birlikte tarımsal verim azalır, üretim maliyeti artar, barajların dolmasına sebep olarak ömürlerini kısaltır, bitkisel gelişim azalır, su kalitesi düşer ve sucul canlıların yaşam alanları kısıtlanır (Lafflen ve ark., 1985; Ganasri ve Ramesh, 2015).

Toprağın su tutma kapasitesinin azalması yağış suyunun toprak tarafından tutulamayıp yüzeysel akışa geçmesine neden olur (Ganasri ve Ramesh, 2015). Yüzeysel akışa geçen su bünyesinde daha fazla toprak parçacıkları taşır derelerde sediment miktarını artırarak hem su kalitesini bozar hem de dere yataklarını sedimentle doldurarak yatakların daralmasını sağlar. Böylece derelerde sel olayların meydana gelmesini ve sucul organizmaların yaşam

alanlarının kısıtlanmasına sebep olur. Dünya İzleme Enstitüsü'nün (Worldwatch Institute) verilerine göre her yıl 24 milyar ton verimli üst toprak kaybedilmektedir. Türkiye'de yılda erozyonla taşınan toprak miktarı 2018 verilerine göre 154 milyon tondur (ÇEM, 2021).

Hızlandırılmış su erozyonu Türkiye'de yaygın bir sorundur. Meydana gelen erozyon üzerinde %14,26 yağış, %3,36 toprak, %47,55 topografya, %34,82 bitki örtüsü etkili olmaktadır. Özellikle bitki örtüsünün zayıf olduğu ve eğimin yüksek olduğu kurak bölgelerde şiddetlidir. Türkiye topraklarının %86'sı su erozyonundan az ya da çok etkilenmektedir. Her yıl maksimum 642 milyon ton ve hektarda 8,24 ton toprak su erozyonu sonucu yer değiştirmektedir. Ülkemizde erozyonu en çok etkileyen etmenler arasında insan faaliyetlerinden dolayı bitki örtüsü tahribi ve topoğrafik etkenlerden eğim gelmektedir (ÇEM, 2021).

Erozyonda en etkili faktör bitki örtüsüdür (Kara ve ark., 2018; Erdem ve Türkmen, 2020). Toprak yüzeyinde yeterli arazi örtüsü oluşturan ağaçlar, çalılar gibi bitkiler iklim, topografya ve toprak parametrelerin toprak erozyonu üzerindeki etkilerini değiştirme özelliğine sahiptir. Bitki örtüsü, sıklık, kapalılık, yükseklik gibi özellikleri ile yağışın önünde mekanik bir bariyer oluşturur (Cüberal ve Ekinci, 2006; Ibrahim ve ark., 2012). Bitki örtüsü toprağın su depolama kapasitesini ve infiltrasyonu artırıcı, terlemesi ile toprak nemini azaltıcı, yüzeysel akışı azaltıcı etkisiyle erozyon miktarını düşürür (Karamage ve ark., 2016).

Ülkemizde erozyonun başka bir nedeni de fizyografik faktörlerden eğim gelmektedir. Ülkemizin %59'u %12'den fazla eğimli alanlardan oluşmaktadır. Bu alanların %60,28'sinde çok hafif, %19,13'ünde hafif, %7,93'ünde orta, %5,97'sinde şiddetli ve %6,7'sinde çok şiddetli olarak erozyon görülmektedir (ÇEM, 2021). Arazi kullanımı açısından değerlendirdiğimizde Türkiye'de yer değiştiren toprağın %38,71'i tarım alanlarında, %4,17'si orman alanlarında ve %53,66'sı mera alanlarında meydana gelmektedir (ÇEM, 2021). Ülkemizde erozyonun asıl kaynağı tarım ve mera alanları olarak görülmektedir.

Doğa çeşitli büyüklüklerde birçok yağış havzasından oluşmaktadır. Karadaki herhangi bir nokta belirli bir havza içerisinde yer almaktadır. Bir havzanın toprak erozyon miktarının ve sediment üretiminin belirlenmesi havza yönetimi çalışmalarında en önemli konularından bir tanesidir. Yirminci yüzyılın başlarından itibaren insanların doğal kaynaklara baskısının artmasıyla erozyon miktarı artmış ve ekosistem üzerinde olumsuz etkilere neden

olmuştur (Lu ve ark., 2005).

Nüfusun hızlı bir şekilde artması ile sanayileşme, sosyo-ekonomik yapı, eğitim eksikliği gibi nedenlerden dolayı arazilerden aşırı kullanımı ve yanlış arazi kullanımı gündeme gelmiştir (Ahmadi, 1999; Fathizad ve ark., 2014). Yanlış arazi kullanımı toprak erozyonunu etkileyen en önemli sebeplerden biridir. Toprak erozyonunu ve arazi bozulumunu önlemek amacıyla toprak ve su koruma önlemlerinin uygulanabilmesi için erozyona neden olan bilgilerin sağlanması gerekmektedir (Fathizad ve ark., 2014).

Toprak erozyonu insan etkisinin olmadığı zamanlarda kendinden oluşan doğal bir süreçtir. Doğal kaynaklar üzerindeki insan etkisinin artmasıyla birlikte yanlış arazi kullanımı gündeme gelmiş ve ülkemizde de erozyon miktarı artmıştır. Ekosistem ciddi zarar veren bir boyuta ulaşmıştır (Balcı, 1996; Çepel, 1996; Issaka ve Ashraf, 2017). Meydana gelen bu etkiyi azaltmaya yönelik kararlar alınabilmesi için bir alanın toprak erozyon miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için dünyada çok sayıda formül geliştirilmiştir. Bu formüllerden dünya da en çok kullanılan yöntem Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE)'dir (Wischmeier ve Smith, 1978; Renard ve ark., 1991).

Sunulan çalışmada Trabzon-Değirmendere Çatak alt havzasının toprak erozyon miktarının hesaplanması için ArcGIS uygulaması ile birlikte RUSLE yöntemi kullanılmıştır. Trabzon ilinde bulunan Değirmendere Çatak alt havzasında RUSLE yöntemine göre toprak erozyonu miktarı, sediment iletim oranı ve erozyon risk haritası oluşturulması amaçlanmıştır. Bir havzaya ait erozyonun şiddetinin ve mekânsal dağılımının belirlenmesinde RUSLE yöntemi ile Coğrafi Bilgi Sistemlerinin birlikte kullanılması bilgiye kolay ulaşılabilirlik ve zaman açısından tasarruf sağlanmasından dolayı önemlilik arz etmektedir.

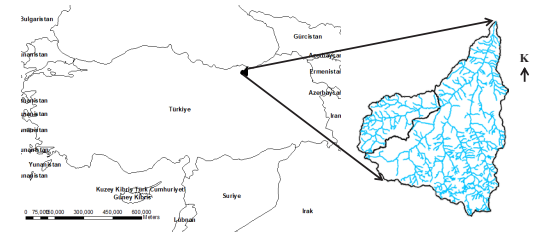
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma alanının yeri ve özellikleri

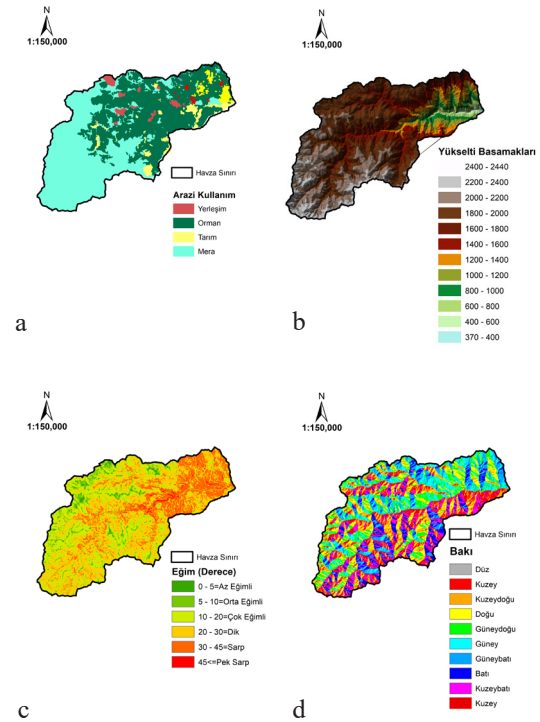
Çalışma alanı olarak Türkiye Doğu Karadeniz bölgesinde Trabzon ili sınırları içerisinde yer alan Değirmendere Çatak alt havzası seçilmiştir. Havza alanımız 18.889,5 ha'dır. Değirmendere havzası, Trabzon G42-G43 topoğrafik haritalarından oluşmaktadır. Genel olarak Trabzon ılıman deniz iklim tipine sahiptir. Havzada geçmişte yaşanan sel ve heyelanlardan dolayı çok sayıda can ve mal kaybı yaşandığı için çalışma alanı olarak Çatak alt havza-

sı seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu
Figure 1. Location of the study area

Alanın yaklaşık %44,99'u orman (ladin (*Picea orientalis*), sarıçam (*Pinus sylvestris*), kayın (*Fagus orientalis*), gürgen (*Carpinus betulus*) alanlarından, %46,17'si mera alanlarından, %6,15'i tarım alanlarından ve %2,68'i yerleşim yerlerinden oluşmaktadır. Havzanın ortalama eğimi %45,59'dur (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışma alanı arazi kullanım (a), yükselti (b), eğim (c) ve bakı (d) haritaları

Figure 2. Land use (a), elevation (b), slope (c) and aspect (d) maps of the study area

Alanın yaklaşık 121,83 ha'ı meyve bahçelerinden, 2.649,38 ha karışık ormanlardan, 5.271,92 ha iğne yapraklı ormanlardan, 414,57 ha geniş yapraklı ormanlardan, 28,56 ha alan sulanamayan ekilebilir ara-

zilerden ve geriye kalan 10.403,24 ha'lık kısmı diğer arazi kullanımlarından oluşmaktadır (Şekil 2a). Havzanın yükselteleri 370m ile 2600 m arasındadır (Şekil 2b). Trabzon 11. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Maçka-Örnekan Meteoroloji İstasyonundan alınan verilere göre havzanın yıllık toplam yağış miktarı 1.647,95 mm olarak bulunmuştur.

2.2. Yöntem

Yağış havzasında toprak kaybı miktarını ölçmek için USLE, MUSLE, RUSLE gibi değişik yöntemler kullanılmaktadır (Renard ve ark., 1997). Değirmendere Çatak alt havzasında oluşan toprak

erozyonu miktarını ölçmek için RUSLE yöntemi kullanılmıştır (Şekil 3). Formüldeki terimler ve birimleri aşağıdaki gibidir:

A = Ortalama yıllık toprak kaybı ($t\ ha^{-1}\ y^{-1}$),

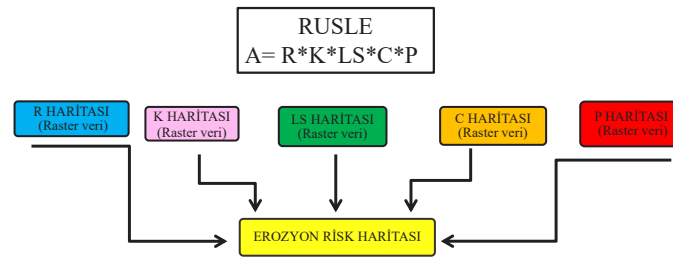
R = Yağış aşındırma enerjisi ($MJ\ ha^{-1}\ y^{-1}\ x\ mm\ h^{-1}$),

K = Toprak erozyon duyarlılığı faktörü ($ton\ ha^{-1}\ x\ ha\ MJ^{-1}\ x\ h\ mm^{-1}$),

LS = Yamaç uzunluğu ve eğim dikliği faktörü,

C = Arazi örtüsü ve yönetimi faktörü,

P = Toprak-su koruma önlemleri faktörü

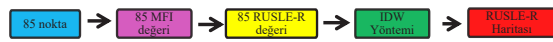


Şekil 3. Değirmendere Çatak alt havzasının erozyon miktarının hesaplanması ve erozyon risk haritasının oluşturulması

Figure 3. Calculation of erosion amount of Çatak sub-watershed of Değirmendere Watershed and creation of erosion risk map

2.2.1. Yağış erosivite (R) faktörü

R değerini elde etmek için Maçka-Örnekan meteoroloji istasyonundan yıllık ve aylık toplam yağış verileri alınmıştır. Bu yağış verilerinden R değerlerini hesaplamak için alana 1.500 m aralıklar ile 85 tane sanal meteoroloji istasyonu atılmıştır (Özdemir ve Tatar, 2016). Daha sonra her bir noktada yağış verilerini belirlemek için Schreiber tarafından önerilen yıllık her 100 m de 54 mm yağışın arttığı varsayılarak Örnekan meteoroloji istasyonlardaki yağış verileri kullanılarak 85 noktanın yağış verileri hesaplanmıştır (Şekil 4) (Erinç, 1984). Bu istasyonlarda önce Modifiye edilmiş Fournier İndeks (MFI) formülü (Arnoldus, 1977) kullanılmış ve R değeri hesaplamasında Tüfekçioğlu ve Yavuz (2016) formülünden faydalanılmıştır. Daha sonra arcGIS ortamında IDW yöntemi kullanılarak R değerleri alana yayılmıştır (Eşitlik 1 ve Eşitlik 2).



Şekil 4. RUSLE-R parametresi hesaplanması
Figure 4. Calculation of RUSLE-R parameter

$$MFI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P} \quad (1)$$

Bu eşitlikte:

MFI = Modifiye edilmiş Fournier İndeks,

P_i = i'nci aydaki yağış (mm),

P = Yıllık yağışı (mm).

$$R = 4.17 \times MFI - 152 \quad (2)$$

Bu eşitlikte:

R = Yağış erosivite faktörü.

MFI = Modifiye edilmiş Fournier İndeks (Tüfekçioğlu ve Yavuz, 2016).

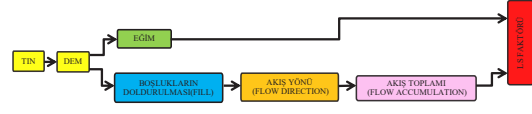
2.2.2. Toprak erodibilite (K) faktörü

Bu çalışmada, Değirmendere Çatak Alt Havzasının K faktörünün belirlenmesi amacıyla, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'nden Çatak havzasına ait büyük toprak grupları haritası alınarak K değerleri hesaplanmıştır (TRGM, 2021). Alınan K değerleri Amerikan birim sisteminde olduğundan her değer daha sonra 0,1317 ile çarpılarak Uluslararası Birimler Sistemine (SI) çevrilmiştir (Tablo 1).

2.2.3. Arazi eğimi ve uzunluğu (LS) faktörü

RUSLE-LS parametresini niteleyen arazi eğimi ve yamaç uzunluğu faktörünün doğrudan arazide hesaplanması zor olduğundan LS haritasının üre-

tilmesinde ArcGIS yazılımından faydalanılmıştır. ArcGIS ortamında Dijital Yükseklik Modeli (DEM) kullanılarak 30x30 çözünürlükte LS haritaları üretilmiştir (Şekil 5). LS haritası üretilirken arazinin eğim haritası ve akış birikimi verileri kullanılmıştır. Değirmendere Çatak alt havzasının RUSLE-LS faktörünün hesaplanmasında ilgili haritalar Eşitlik 3'te sunulan formülde yerine koyularak alanın LS haritası bulunmuştur (Moore ve Burch 1986) (Şekil 5).



Şekil 5. LS faktörü hesaplama
Figure 5. Calculation of LS factor

$$LS = \left(\frac{\text{Akış toplamı} \times \text{Hücre büyüklüğü}}{22,13} \right)^{0,4} \left(\frac{\text{Sin Eğim}}{0,0896} \right)^{1,3} \quad (3)$$

Tablo 1. Büyük toprak grupları K değerleri
Table 1. K values for big soil groups

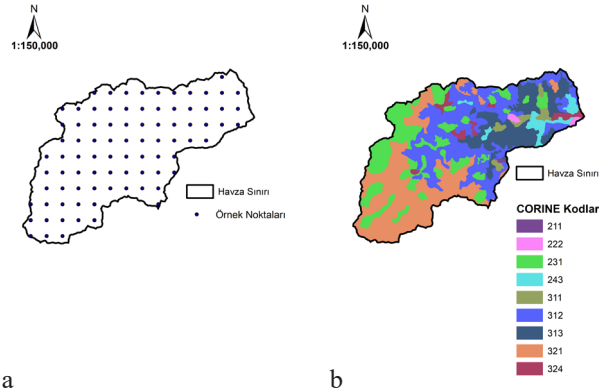
Büyük toprak grubu	K Faktörü
Yüksek dağ çayırı toprakları	0,20
Kestane renkli topraklar	0,22
Kırmızı-sarı podzolik topraklar	0,25
Gri-kahve podzolik topraklar	0,25
Kahverengi orman toprağı	0,20

2.2.4. Bitki örtüsü (C) faktörü

Havzanın toprak kaybını hesaplamak amacıyla havzadaki bitkisel örtü ve ürün yönetimini ifade eden RUSLE-C faktörünü belirlemede Avrupa'nın geneli için geçerli sayılan CORINE arazi örtüsünde (CORINE land cover 2012-2018) tanımlanan RUSLE-C değerleri kullanılmıştır (CORINE, 2021) (Tablo 2 ve Şekil 6).

Tablo 2. Değirmendere Çatak alt havzasında kullanılan CORINE kodları (Kılıç ve ark., 2018)
Table 2: CORINE codes used in Değirmendere Çatak sub-watershed (Kılıç et al., 2018)

CORINE kodları	Arazi örtüsü	C Faktörü
111-112	Yerleşim	0,14
211	Sulanamayan ekilebilir arazi	0,45
222	Meyve bahçeleri	0,1
231	Çayır	0,02
243	Doğal bitki örtüsü tarım alanları tarafından işgal edilen arazi	0,20
311	Geniş yapraklı orman	0,004
312	İğne yapraklı orman	0,004
313	Karışık orman	0,004
321	Doğal meralar	0,05
324	Geçiş ormanlık çalı	0,007



Şekil 6. Değirmendere Çatak alt havzası sanal meteoroloji istasyonları (a) ve CORINE (b) haritaları
Figure 6. Değirmendere Çatak sub-watershed virtual meteorology stations and CORINE maps

2.2.5. Toprak koruma (P) faktörü

Türkiye’de herhangi bir toprak koruma uygulaması ve faaliyeti yapılmamaktadır. Bu nedenle P değeri genellikle 1 alınmaktadır (Renard ve ark., 1991; Ganasri ve Ramesh, 2015). Değirmendere Çatak Alt Havzasında da herhangi bir toprak koruma faaliyetleri bulunmadığı varsayılarak P faktörü “1” olarak alınmıştır.

2.2.6. Sediment iletim oranı

Su toplama havzası toprağın aşınması ve birikmesi olmak üzere iki bölüme ayrılabilir. Havzadaki toprak kaybı miktarını hesaplamak için RUSLE yöntemi kullanılmaktadır. Fakat RUSLE yöntemi alandaki toprak kaybı miktarını tahmin eder. Havzada oluşan toprak miktarının ne kadarının dereye ulaştığı konusunda herhangi bir hesaplama yapılmamaktadır. Yağış havzasında toprak erozyonu meydana geldiği zaman aşınan toprağın tamamı derelere ulaşmaz (Lee ve Kang, 2013; Vatandaşlar ve Yavuz, 2017).

Su akış hızının ve eğimin azalmasından dolayı havzanın herhangi bir yerinde birikebilir. Havza alanında oluşan toprak erozyonunun ne kadarının dereye ulaştığını öğrenmek için sediment iletim oranının hesaplanması gerekmektedir. Bunun için eşitlik 4’teki formül kullanılarak sediment iletim oranı hesaplanmıştır (Eşitlik 4).

$$SiO = \exp\left[-\beta \frac{L}{\sqrt{St}}\right] \quad (\text{Yılman, 2009}) \quad (4)$$

SiO = Her bir hücre için belirlenmiş sediment iletim oranı

L = Hücre su yolu uzunluğu(m)

St = Hücre eğimi (%)

β = Akım ve sediment taşınım süreçlerine bağlı olarak geliştirilen eşitlik katsayısıdır.

3. Bulgular

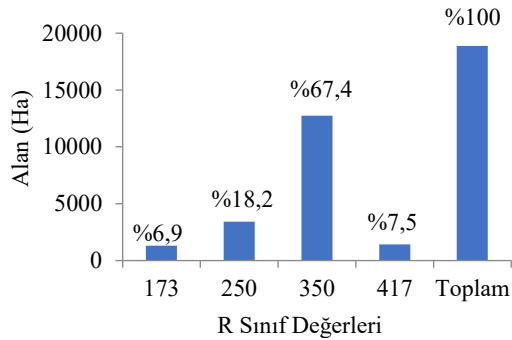
3.1. Yağışın erozyon oluşturma gücü (RUSLE-R)

Havza alanına ait R değerleri 145 – 200 MJ ha⁻¹ yıl⁻¹ × mm h⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Ortalama R değeri 324,65 MJ ha⁻¹ yıl⁻¹ × mm h⁻¹ olarak bulunmuştur (Şekil 9 ve Tablo 1). Değirmendere Çatak alt yağış havzası R parametresinin oransal dağılımı ve havza için ağırlıklı ortalama R değeri Tablo 1’ de verilmiştir.

Değirmendere Çatak alt havzasında ağırlıklı olan R sınıfı 200-300 ve 300-400 arasındadır. Bunun alansal dağılımı ise sırasıyla %18,2 ve %67,4’tür. Toplam havza alanının %85,6’sını oluşturmaktadır. Diğer R sınıflarının dağılımı ise havza alanının %14,4’lük kısmını oluşturmaktadır. R- sınıf değerlerine alansal dağılımları Tablo 3 ve Şekil 7’ de verilmiştir.

Tablo 3. RUSLE-R parametresinin Değirmendere Çatak alt havzasında oransal değişimi
Table 3. Proportional change of RUSLE-R parameter in Değirmendere Çatak sub-watershed

R Sınıf değerleri	Sınıf orta değerleri	Alan (ha)	%ha	Sınıf orta değeri x alan (ha)
145 – 200	173	1.300,38	6,9	224.965,70
200 – 300	250	3.433,99	18,2	858.497,50
300 – 400	350	12.736,10	67,4	4.457.635,00
400 - 434	417	1.418,48	7,5	591.506,16
	Toplam	18.889,80	100	6.132.604,36
	Ağırlıklı ortalama	6.132.604,36/18.889,8= 324,65 MJ ha ⁻¹ mm saat ⁻¹ yıl ⁻¹		



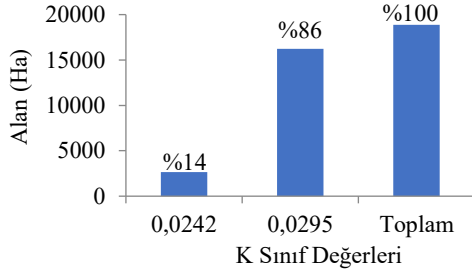
Şekil 7. R Değerlerinin alan dağılımı
Figure 7. Areal change of R values

3.2. Toprak erozyon duyarlılığı (RUSLE-K)

Değirmendere Çatak alt yağış havzası yağışın toprağı parçalayıcı gücüne karşı direncini gösteren toprak erodibilite faktörü (RUSLE-K) değerlerini hesaplarken alana ait büyük toprak grupları haritası K değerlerine göre ArcGIS ortamında raster veri formatına dönüştürülmüştür. Böylece K değerlerinin alana yayılması sağlanmış ve sahanın K faktörü haritası elde edilmiştir (Şekil 9). RUSLE-K haritası toprakların erozyona yatkınlık derecelerine göre oluşturulmuştur (Tablo 3). RUSLE-K faktörü sınıflarının alansal ve oransal dağılımları Tablo 4 ve şekil 8’de verilmiştir.

Tablo 4. RUSLE-K Parametresinin Değirmendere Çatak alt havzasında oransal değişimi
Table 4. Proportional change of RUSLE-K Parameter in Değirmendere Çatak sub-watershed

K Sınıf değerleri	Sınıf orta değerleri	Alan (Ha)	%ha	Sınıf orta değeri x alan (Ha)
0,0224 – 0,026	0,0242	2.645,1299	14	64,012
0,026 – 0,033	0,0295	16.244,6700	86	479,218
	Toplam	18.889,800	100	5.432,298
Ağırlıklı ortalama		543,2298/18.889,8= 0,03 t ha saat ha ⁻¹ MJ ⁻¹ m ^m -1		



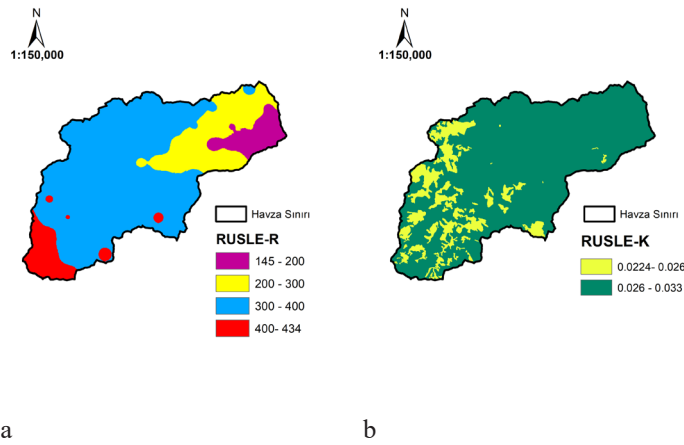
Şekil 8. K değerlerinin alan dağılımı
Figure 8. Areal change of K values

Toprağın erozyona yatkınlığını gösteren RUSLE-K değerleri SI birim sistemine göre 0,013-0,059 arasında ve Amerikan sistemine göre 0,10-0,45 arasında değişim göstermektedir (Tablo 5; Foster ve ark., 1981). Bu nedenle bulduğumuz değerler uluslararası birim sistemine çevrilmiştir.

Çatak alt havza alanındaki toprakların RUSLE-K değerleri 0,0224 ile 0,033 arasında değişim göstermektedir. K faktörünün alansal olarak ağırlıklı ortalaması 0,03 olarak hesaplanmıştır. K değerleri havza alanına yayıldığında 0,026-0,033 sınıfının alansal oranı %86'dır (Tablo 3). Havza alanında

Tablo 5. Toprak erozyon duyarlılık sınıfları ve sayısal değerleri
Table 5. Soil erosion sensitivity classes and numerical values

Erodibilite faktörü (K)		
Amerikan sistemi (t ac saat 100ac ⁻¹ foot tonf inç ⁻¹)	Uluslararası sistem (SI) (t ha saat ha ⁻¹ MJ ⁻¹ mm ⁻¹)	Anlamı ve derecesi
0 – 0,05 x 0,1317	0 – 0,007	Çok az aşınabilir
0,05 -0,10	0,007 – 0,013	Az aşınabilir
0,10 – 0,20	0,013 – 0,026	Orta derecede aşınabilir
0,20 – 0,40	0,026 – 0,052	Kolaylıkla aşınabilir
0,40 – 0,60	0,052 – 0,079	Çok kolaylıkla aşınabilir
> 0,60	> 0,079	Aşırı derecede kolay aşınabilir



Şekil 9. Değirmendere Çatak alt havzası RUSLE-R (a) ve RUSLE-K (b)
Figure 9. RUSLE-R and RUSLE-K maps of Değirmendere Çatak sub-watershed

belirlenen K değerleri toprak erodobilite sınıflarına göre orta ve kolay aşınabilir sınıfta topraklardan oluştuğu görülmektedir (Tablo 4). Toprak aşınım faktörü (K) değerleri, 0,020 t ha ha⁻¹ MJ⁻¹ h mm⁻¹ ve daha düşük topraklardaki aşınabilirlik ihmal edilebilir seviyede olduğu kabul edilmektedir (Wischmeier ve Smith, 1978). Buna göre Çatak alt havzasının toprakların erozyona yatkınlığı %14'lük kısmı düşük seviyede ve havzanın %86'lık kısmı ise yüksek seviyede olduğu görülmektedir. Havzanın topraklarının yaklaşık 2/3'lük kısmı kolaylıkla

erozyona uğrayabilecek toprak yapısına sahiptir.

3.3. Yamaç Uzunluğu ve Dikliği Değişkeni (RUSLE-LS)

LS değerleri, arcGIS ortamında alana ait "Sayısal Yükseklik Modeli" (SYM) ve "Hidrolojik Akım birikimi" hesaplama aracı kullanılarak hesaplanmıştır. Havza alanına ait LS değerlerinin alansal dağılımı Tablo 6'da verilmiştir. Havza alanında ağırlıklı ortalama LS değeri 11,23 olarak bulunmuştur (Şekil 10).

Tablo 6. RUSLE-LS Parametresinin Değirmendere Çatak alt havzasında oransal değişimi
Table 6. Proportional change of RUSLE-LS parameter in Değirmendere Çatak sub-watershed

LS Sınıf değerleri	Sınıf orta değerleri	Alan (ha)	%ha	Sınıf orta değeri x alan (ha)
0-5	2,5	5.449,3301	28,8	13.623,33
5-10	7,5	3.201,0000	17	24.007,50
10-15	12,5	3.255,2600	17,2	40.690,75
15-20	17,5	2.333,5000	12,4	40.836,25
20<	20	4.650,7100	24,6	9.3014,20
	Toplam	18.889,8000	100	212.171,83
		Ağırlıklı ortalama	212.171,83/18.889,8=11,23	

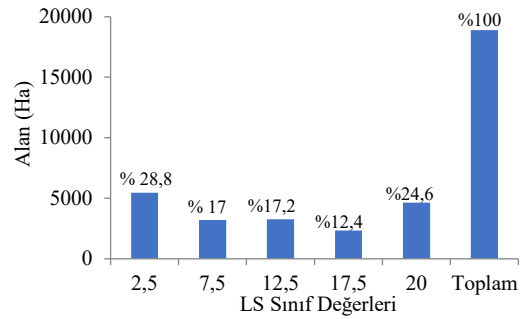
Şekil 12(a)'dan elde edilen LS değişkeninin, Çatak alt havzasındaki oransal dağılımı ve havza için ağırlıklı ortalama RUSLE-LS değeri Tablo 6'da verilmiştir. Çatak havzasında baskın olan LS sınıfları, 0-5, 10-15 ve 20< sınıflarıdır. Bunların alansal oranları sırasıyla %28,8; %17,2 ve %24,6'dır. Toplamları ise yaklaşık olarak %72'dir.

LS sınıflarının % alansal dağılımları Şekil 10'da verilmiştir. LS sınıflarına alansal olarak bakıldığında havzanın %53,4'lük kısmının yüksek LS değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Havza LS değerleri açısından toprak erozyonuna yatkın bulunmaktadır.

3.4. Bitkisel Örtü ve Ürün Yönetimi (RUSLE-C)

Havzaya ait havzadaki bitkisel örtü ve ürün yönetimini tanımlamak için kullanılan RUSLE-C değerlerinin hesaplarken CORINE arazi örtüsünde (CORINE land cover 2012-2018) tanımlanan RUSLE-C değerleri kullanılmıştır (EEA, 2000) (Şekil 14). Şekil 14'den elde edilen C faktörünün Değirmendere Çatak Alt havzasının oransal dağılımı Tablo 7'de verilmiştir. Çatak havzasında baskın olan C sınıfları, genellikle ormanlık alanların oluştuğu 0,004 - 0,01 sınıfı ve doğal mera alanlarından oluşan 0,04 - 0,14 sınıflarıdır. Bunların alansal oranları sırasıyla %46,6 ve %32,84'tür. Toplamları ise yaklaşık olarak %79,44'tür. RUSLE-C sınıflarının alansal

dağılımları Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 10. LS değerlerinin alan dağılımı
Figure 10. Areal change of LS values

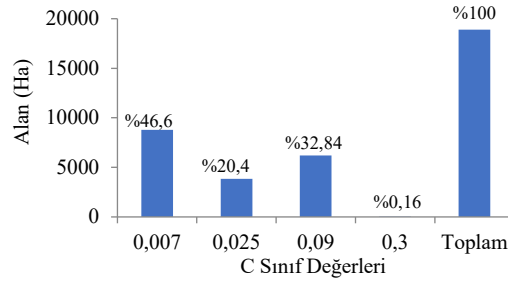
C sınıflarına alansal olarak bakıldığında havzanın yarısına yakının düşük C değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu da havza topraklarının yarısına yakın kısmının ormanlık alanlar tarafından korunduğunu göstermektedir. Diğer kısmı ise doğal mera alanlarından oluşmakta ve bu alanlardaki topraklar erozyona daha yatkın bulunmaktadır.

3.5. Toprak Koruma Yöntemleri (RUSLE-P)

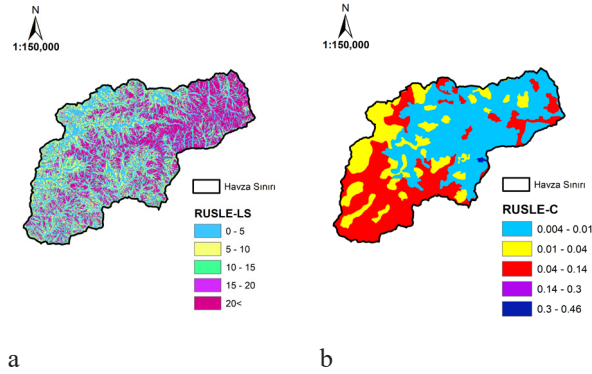
Havza alanında hiçbir toprak ve su koruma uygulamaları yapılmadığından bu değer 1 olarak kabul edilmiştir.

Tablo 7. RUSLE-LS Parametresinin Değirmendere Çatak Alt Yağış Havzasında Oransal Değişimi
Table 7. Proportional change of RUSLE-LS Parameter in Değirmendere Çatak sub-watershed

C Sınıf değerleri	Sınıf orta değerleri	Alan (ha)	%ha	Sınıf orta değeri x alan (ha)
0,004 – 0,01	0,007	8.797,1396	46,6	61,580
0,01 – 0,04	0,025	3.848,6599	20,4	96,217
0,04 – 0,14	0,09	6.213,0698	32,84	559,180
0,14 – 0,46	0,3	309,2760	0,16	9,280
	Toplam	18.889,8000	100	726,260
Ağırlıklı ortalama			726,26/18.889,8=0,04	



Şekil 11. C değerlerinin alan dağılımı
Figure 11. Areal change of C values



Şekil 12. Değirmendere Çatak alt havzası RUSLE-LS (a) ve RUSLE-C (b) haritaları
Figure 12. RUSLE-LS (a) and RUSLE-C (b) maps in Değirmendere Çatak sub-watershed

3.6. Değirmendere Çatak Alt Havzası Toprak Kaybı (RUSLE-RKLSC)

Değirmendere Çatak Alt Havzasının toprak kaybı risk haritası RUSLE-R, RUSLE-K, RUSLE-LS ve RUSLE-C parametrelerinin ArcGIS ortamından “raster calculator” aracı kullanılarak çarpılmasıyla elde edilmiştir. Değirmendere Çatak Alt Havzasının toprak kaybının oransal dağılımı Tablo 8’de verilmiştir. Alana ait erozyon risk haritası Şekil 15’te verilmiştir.

Çatak Havzasının alansal olarak %65,9’lık kısmında 0-2 ton/ha ve %14,3’ünde 2,1-5 ton/ha toprak kaybı

meydana gelmektedir. 5 ton/ha’ın üzerinde yer alan diğer sınıfların alansal olarak toplamı ise %19,8’dir.

Değirmendere Çatak Alt Havzasının birim alanda meydana gelen ortalama toprak kaybı miktarı 3,28 ton/ha olarak bulunmuştur. Çatak alt havzasında meydana gelen toplam toprak kaybı ise 61.958,54 ton/yıl olarak bulunmuştur. Toprak kaybı sınıflarının % alansal dağılımları Şekil 13’te verilmiştir

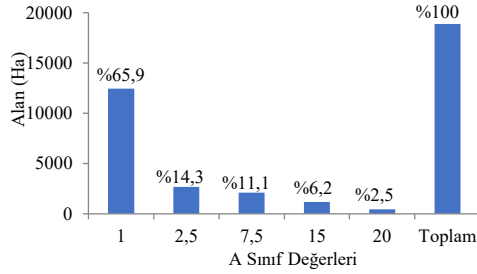
3.7. Sediment iletim oranı (SİO)

Değirmendere Çatak Alt Havzasının ait tahmin edilen hesaplanan sediment iletim oranının alansal

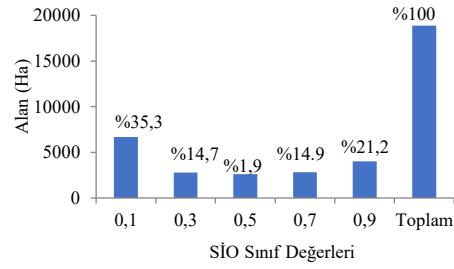
Tablo 8. RUSLE-A Parametresinin Değirmendere Çatak alt havzasında oransal değişimi
Table 8. Proportional change of RUSLE-A parameter in Değirmendere Çatak sub-watershed

A Sınıf değerleri	Sınıf orta değerleri	Alan (ha)	% ha	Sınıf orta değeri x alan (ha)
0-2	1	12.444,32	65,9	12.444,3200
2-5	2,5	2.691,48	14,3	6.728,7060
5-10	7,5	2.102,38	11,1	15.767,8500
10-20	15	1.188,131	6,2	17.821,9700
>20	20	463,49	2,5	9.269,800
Toplam		18.889,8	100	62.032,6463
Ağırlıklı ortalama		62.032,6463/18.889,8=3,29 ton/ha		

dağılımı Tablo 9 ve Şekil 15'te gösterilmiştir. Havzanın sediment iletim oranı 0,44; sediment verimi 1,46 ton/ha/yıl ve hesaplanan sediment miktarı ise 27261,76 ton/yıl olarak hesaplanmıştır.



Şekil 13. A değerlerinin alan dağılımı
Figure 13. Areal change of A values



Şekil 14. SİO değerlerinin alan dağılımı
Figure 14. Areal change of SİO values

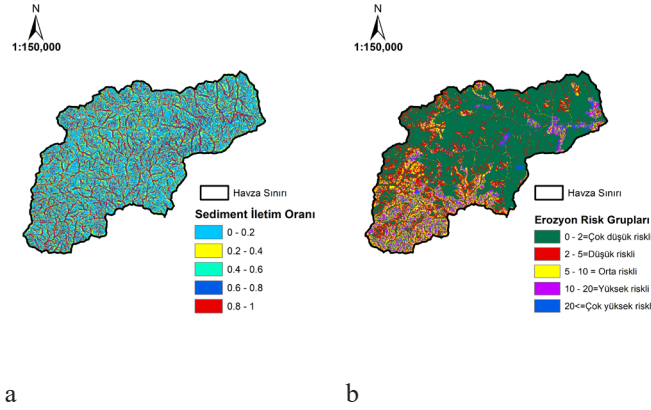
Tablo 9. Değirmendere Çatak alt havzasında SİO oransal değişimi
Table 9. Proportional change of SDR in Değirmendere Çatak sub-watershed

SİO Sınıf değerleri	Sınıf orta değerleri	Alan (ha)	%ha	Sınıf orta değeri x alan (ha)
0-0,2	0,1	6674,071	35,3	667,41
0,2-0,4	0,3	2.778,8899	14,7	833,67
0,4-0,6	0,5	2.623,1599	13,9	1.311,58
0,6-0,8	0,7	2.805,79	14,9	1.964,05
0,8-1	0,9	4.007,8899	21,2	3.607,1
Toplam		18.889,8000	100	8.383,81
Ağırlıklı ortalama		8.383,81/18.889,8=0,44		

4. Tartışma ve sonuç

Değirmendere Çatak Alt Havzasının toprak erozyonu miktarının hesaplanmasında dünyada yaygın olarak kullanılan Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ortalama R, K, LS ve C değişken değerleri sırasıyla 324,65 MJ ha⁻¹ mm saat⁻¹ yıl⁻¹; 0,029 t ha saat ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹; 11,23 ve 0,038 olarak belirlenmiştir. Doğan (1982), 1967-1978 yılları arasında yaptığı çalışmada R faktörünü 28,32; K faktörünü 0,214; L faktörünü 22 m için 1,18; 44 m için 0,52; 66 m

için 0,79; 88 m için 0,90 S faktörünü %8 eğim için 0,6 ve C faktörünü buğday-nadas için 0,26 olarak bulmuştur. Nijimbere ve Lizana (2019) yaptıkları çalışmada R değeri için 20 yıllık yağış verilerini kullanmışlar ve Burundi için R değerinin 938,35 ile 435,65 MJ ha/mm/h arasında değiştiğini göstermişlerdir. Çalışma alanında elde edilen K değerleri 0 ile 0,00158 arasında değişmektedir. LS Faktörü, L değeri 0,9-49,6, S değeri 0,03-14,3 arasında değişmektedir. Arazi kullanımı/örtüsü için C faktörünü 0 ile 0,5 aralığında bulmuşlardır. Ulusal toprakların %64'ünden fazlasının çok şiddetli erozyona maruz kaldığını vurgulamışlardır.



Şekil 15. Değirmendere Çatak alt havzasın SİO (a) ve erozyon risk (b) haritaları
Figure 15. SDR (a) and erosion risk (b) maps in Değirmendere Çatak sub-watershed

Çatak alt havzasında birim alanda yıllık ortalama toprak kaybı 3,28 ton/ha/yıl, sediment iletim oranı 0,44 ve sediment verimi 1,46 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Havza alanında meydana gelen toprak erozyon miktarı 61.958,54 ton/yıl ve dereye ulaşan sediment miktarı ise 27.261,76 ton/yıl olarak bulunmuştur. Kara ve ark.,(2018) Trabzon Foldere Yağış Havzasında toprak erozyonu miktarının hesaplanmasında RUSLE ile birlikte CBS uygulamasını kullanarak yıllık ortalama toprak kaybını 3,76 ton/ha bulmuşlardır. Çalışma sonucunda, sırasıyla ortalama R, K, LS ve C değerlerini 422,0 MJha/mm/saat/yıl, 0,0182 t ha saat/ha/MJ/mm, 10,7 ve 0,026 olarak belirlenmiştir. Tüfekçioğlu ve ark. (2018) tarafından Çoruh Nehri Veliköy Alt Havzasında RUSLE denklemi kullanılarak yüzey toprak kaybını ortalama yaklaşık 3,9 t/ha/yıl olarak bulunmuştur. Çalışma alanının %8,2'sinin potansiyel yüzey toprak erozyonu açısından yüksek ve çok yüksek riskli alanlar olduğu tahmin edilmiştir. Benzer şekilde Kara ve ark., 2018 yılında Foldere havzasında yaptıkları çalışmada sediment iletim oranını Vanoni (1975)'ye göre 17.189,9 ton/yıl, Boyce (1975)'ye göre 7507,4 ton/yıl ve USDA (1972)'ya göre 22.311,8 ton/yıl olarak bulmuşlardır. Sediment verimi ise Vanoni (1975)'ye göre 0,245, Boyce (1975)'ye göre 0,107 ve USDA (1972)'ya göre 0,318 bulunmuştur. Chougule ve ark., (2021) tarafından Hindistan'da yapılan bir çalışmada havza için RUSLE yöntemi ile tahmini ortalama yıllık toprak kaybını 18.81 t/ha/yıl olarak bulmuşlardır. Sediment İletim Oranı (SDR) 0,01-0,627 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamız, Değirmendere- Çatak alt havzasının yer aldığı Doğu Karadeniz Yöresinde yapılan araştırmalar ile uyumludur.

Türkiye'de ortalama yıllık toprak kaybı 6,5 ton/ha/

yıl olarak alınmaktadır (Kara ve ark., 2018). Çatak havzasında tahmin edilen toprak kaybı miktarının Türkiye ortalamasının altında olduğu görülmektedir. Havzada 2 ton/ha/yıl'ın altında toprak kaybı olan yerlerin oranı %65,9 civarındadır (Tablo 8). 5 tonun altında toprak kaybı olan yerler ise havza alanının yaklaşık %80,2'lik kısmını oluşturmaktadır.

Havzamızın %19,8'lik kısmında şiddetli erozyon görülmektedir. Toprak erozyon miktarında arazi yapısına göre her alanın kendine özgü toprak kaybı toleransı sınır değerleri vardır. Genel olarak değerlendirildiğinde toprak derinliği yüksek olan alanlarda yıllık ortalama toprak kaybı tolerans sınırı değeri 11 t/ha olarak kabul edilmektedir. Fakat duyarlı alanlarda eğimin yüksek, bitki örtüsünün ve toprağın zayıf veya erodobilitenin yüksek olduğu yerlerde bu değer 2 t/ha dan düşük olmalıdır (Hudson, 1981). Toprak kaybı sınır değerleri arazinin yapısına göre belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmamızda erozyon riskinin çok yüksek olduğu alanlar genellikle doğal mera alanların olduğu bölgeler olduğu görülmüştür. Değirmendere havzasının büyük toprak grupları haritasına bakıldığında bu alanlarda aynı zamanda toprak yetersizliği de mevcuttur. Bulunan toprak kaybı miktarı bu açıdan önemlilik arz etmektedir. Alana ait toprak ve su koruma uygulamalarının planlanması yapılarak toprak kaybı miktarının önlenmesi gerekmektedir. Havzada eğim haritasına bakıldığında eğimin yüksek olduğu bölgelerde (genellikle havzanın orta kısımları) yeterli bitki örtüsü ile kaplı olduğu için erozyon riski bu alanlarda düşük çıkmıştır. Hafif eğimli ve LS değerinin düşük olduğu bazı alanlarda ise toprak yüzeyi bitki örtüsünden yoksundur ve bu alanlarda yağış erozivite (aşındırabilirlik) değeri yüksek olduğundan bu alanlarda erozyon riski yüksek bulunmuştur.

Erozyon risk haritasına bakıldığında orman örtüsü gibi yeterli bitki örtüsünün olduğu alanlarda toprak erodibilite değerleri yüksek çıkmasına rağmen erozyon riski sınır değerleri 0-2 ton/ha/yıl arasında bulunmuştur. R ve K değerinin yüksek olduğu alanlarda toprak örtüsü bitki örtüsü ile kaplı olduğu için erozyon riski azalmaktadır. Alandaki bitki örtüsü ortamdan uzaklaştırıldığı takdirde toprak doğrudan yağışın etkisine maruz kalacak ve erozyona uğrayacaktır (Rehman, 2015). Karagül (1999) Trabzon Söğütlü deresi havzasında en düşük dispersiyon oranını orman topraklarında, en yüksek dispersiyon oranını ise tarım topraklarında bulmuştur. Orman alanlarının tarım ve mera alanlarına dönüştürüldüğünde toprakların erozyona uğrama eğilimlerinin artacağını belirtmiştir. Havzanın yağış miktarı yüksek bulunmuştur. Özellikle havzanın orta kısmından başlayarak havzanın bitki örtüsü bakımından zayıf olduğu alanlarda R değerlerin eroziv etkisi çok yüksektir. Bitki örtüsünün yetersiz olduğu bu alanlarda erozyon riski yüksektir (Erdem ve Türkmen, 2020). Bu sonuçlara bakıldığında C değerinin yani bitki örtüsünün erozyon miktarını etkilediği ortaya çıkmıştır. RUSLE denkleminde en önemli ve değiştirilebilir parametrelerden bir tanesinin C faktörü olduğu belirtilmiştir (Renard ve ark., 1997; Zisu ve Nasui, 2015). Kara ve ark. (2018) fındık tarımı yapılan alanlar için C değeri 0,1 yerine 0,2 olarak alındığında tüm havzadan meydana gelen yıllık toprak kaybı miktarının yaklaşık olarak iki kat artacağını belirtmiştir. Toprak kaybında meydana gelen bu değişim, RUSLE-C faktöründen kaynaklandığını analiz etmiştir. Benzer şekilde Sthiannopkao ve ark., (2006) erozyon miktarını ormanlık alanlarda düşük ve tarım alanlarında daha yüksek bulunduğunu belirtmiştir. Alanda toprak erozyonu miktarının artmasıyla derelere ulaşan sediment miktarı da artış gösterecektir. Toprak parçaları derelere ulaştığında hem dere yataklarının dolmasını hem de su kalitesinin kirlenmesine neden olur (Ding ve ark., 2015). Bu da sucul canlıları ve ekosistemi olumsuz etkileyecektir. Sthiannopkao ve ark. (2007), orman alanlarının tarım alanlarına dönüştürüldüğü yerlerde toprak erozyonunun artmasıyla barajlara çok yüksek miktarda sedimentin taşındığı ve bununla sudaki bulanıklığı artırarak su kalitesini bozduğunu belirtmiştir.

Çalışma sonucunda Trabzon-Değirirmendere Çatak alt havzasının erozyon risk haritası çıkarılmış, yıllık toplam toprak kaybı miktarı bulunmuş ve dereye ne kadar sediment taşındığını gösteren sediment iletim oranı belirlenmiştir. Elde edilen veriler erozyon kontrol çalışmalarında toprak ve su koruma planlamaları için altlık teşkil edecek ve uygulayıcılara yol gösterecektir. Ayrıca çalışma sonucunda

bir havzaya ait erozyon risk ve sediment iletim oranı haritaları birlikte değerlendirilip havza bazında yapılan çalışmalara ışık tutabilir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Ahmadi, H., 1999. Applied Geomorphology, Volume I: Water Erosion, Tehran University Publications, Iran.

Arnoldus, J.M.J., 1977. Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. *Food. Agric. Org., Soils Bulletin* 34:39-51.

Balcı, A.N., 1996. Toprak Koruma. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3947, Orman Fakültesi Yayın No:439. İstanbul.

Boyce, R.C. 1975. Sediment routing with sediment delivery ratios. Present and Prospective Technology for ARS. USDA (usda.gov), Washington, D.C.

Chougule V.A., Sapkale J.B., Pawar-Patil V.S., 2021. RUSLE and SDR model for erosional risk assessment and sediment yield estimation of Achara basin, western coast, India. *Disaster Advances* 14(7):19-31.

CORINE, 2021. European Environment Agency. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/lcc-2012-2018?tab=download>.

Cüberal, İ., Ekinci, D., 2006. Kızılkçeçili deresi havzasında CBS tabanlı RUSLE (3d) yöntemiyle erozyon analizi. *Türk Coğrafya Dergisi* 47: 115-130.

ÇEM, 2021. Çölleşme ve Erozyon İle Mücadele Genel Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Menu/32/Erozyon-Kontrolu>. 10.07.2021.

Çepel, N. 1996. Toprak erozyonu, ülkemiz boyutları ve orman-erozyon ilişkisi. TEMA Vakfı 8. Erozyon eğitim kursu notları, Adana, 1-15.

Ding, J., Jiang, Y., Fu, L., Liu, Q., Peng, Q., Kang, M. 2015. Impacts of Land Use on Surface Water Quality in a Subtropical River Basin: A Case Study of the Dongjiang River Basin, Southeastern China. *Water*, 7: 4427-4445. DOI:10.3390/w7084427.

- Doğan, O. 1982. Ankara koşullarında üniversal denklem faktörleri (ara rapor). Merkez Toprak Su Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 82, Rapor Yayın No: 25, Ankara.
- Erdem, M., Türkmen, F., 2020. Çırçıp deresi havzasında RUSLE modeli ile erozyon riskinin değerlendirilmesi, Turnasuyu-Ordu. *Akademik Ziraat Dergisi* 9(1): 129-136.
- Erinç S., 1984. Klimatoloji ve Metodları, İst Üniv. Yay. No: 3278, Deniz Bilimleri ve Coğ. Enst Yay. No:2, İstanbul
- Fathizad, H., Karimi, H., Alibakhshi, S.M., 2014. The estimation of erosion and sediment by using the RUSLE model and RS and GIS techniques (Case study: Arid and semi-arid regions of Dohra, Ilam province, Iran). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 7(6): 304-314.
- Foster, G.R., McCool, D. K., Renard, K. G., Moldenhauer, W.C., 1981. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *Journal of Soil and Water Conservation* 36(6):355-359.
- Ganasri, B.P., Ramesh, H., 2015. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS-A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers* 7: 953-961.
- Hudson, N.W., 1981. Soil conservation, 2nd edn. Batsford, London.
- Ibrahim, A.L., Yaakub, S.Y., Khan, N.L.M., Huey, T.T., 2012. Application of geographic information system in soil erosion prediction. The 33rd Asian Conference on Remote Sensing. 26-30 November, Pattaya, Thailand.
- Issaka, S., Ashraf M.A. 2017. Impact of soil erosion and degradation on water quality: a review. *Taylor&Francis Group, Geology, Ecology and Landscapes*. DOI: 10.1080/24749508.2017.1301053.
- Kara, Ö., Çakıroğlu, K., Koralay, N., 2018. Foldere Yağış Havzasında Rusle Yöntemine Göre Toprak Erozyonunun Belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 20, 3, 638-652.
- Karamage, F., Shao, H., Chen, X., Ndayisaba, F., Nahayo, L., Kayiranga, a., Omifolaji, J.K., Liu, T., Zhang, C., 2016. Deforestation effects on soil erosion in the Lake Kiyu Basin, D.R. Congo-Rwanda. *Forests* 7(281):1-17.
- Karagül, R. 1999. Trabzon-Söğütödere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Sekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ve Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması. *Journal of Agriculture and Forestry-TUBITAK* 23: 53-68.
- Kılıç, O.M., Duman, E., Ersayın, K., 2018. Çekerek Havzası'nın USLE yöntemine dayalı erozyon modellenmesi. *TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*. 3-6 Ekim, Ankara.
- Koralay N., Kara O., Kezik U. 2018. Effects of run-of-the-river hydropower plants on the surface water quality in the Solakli stream watershed, Northeastern Turkey, *Water and Environment Journal* 32:412-421. DOI: 10.1111/wej.12338.
- Lafren, J.M., Foster, G.R. ve Onstad, C.A. 1985. Simulation of individual-storm soil loss for modeling the impact of soil erosion on crop productivity. *Soil Erosion and Conservation*, 285-295.
- Lee, S.E., Kang, S.H., 2013. Estimating the GIS-based soil loss and sediment delivery ratio to the sea for four major basins in South Korea. *Water Science and Technology* 68(1):124-133.
- Lu, X.X., Song, J.M., Li, X.G., Yuan, H.M., Zhan, T.R., Li, N., Gao, X.L., 2005. Geochemical characteristics of nitrogen in the southern Yellow Sea surface sediments. *J. Marine Syst.* 56(1-2), 17-27. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2004.06.009>.
- Moore, I. D., Burch, G. J., 1986. Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. *Soil Science Society of America Journal* 50: 1294-1298.
- Nijimbere, G., Lizana, C.R., 2019. Assessment of soil erosion of Burundi using remote sensing and GIS by RUSLE model. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety* 27(1):17-28.
- Özdemir, M.A., Tatar, S., 2016. CBS Tabanlı RUSLE Yöntemiyle Işıklı Gölü Havzasının Erozyon Risk Analizi. *Harita Teknolojileri Elektrik Dergisi* 8(1):1-21.
- Rehman, O.U, Rashid, M., Kausar, R., Alvi, S., Hussain, R. 2015. Slope Gradient and Vegetation Cover Effects on the Runoff and Sediment Yield in Hillslope Agriculture. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology* 3(6): 478-483.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G., McCool, D., Yoder, D. 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). US Government Printing Office Washington, DC.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Porter, J.P. 1991. RUSLE: revised universal soil loss equation. *Journal of Soil and Water Conservation* 46: 30-33.

-
- Sthiannopkao, S., Takizawa S., Wirojanagud W. 2006. Effects of soil erosion on water quality and water uses in the upper Phong watershed. *Water Science & Technology*, 53(2): 45-52.
- Sthiannopkao, S., Takizawa, S., Homewong, J., Wirojanagud, W. 2007. Soil erosion and its impacts on water treatment in the northeastern provinces of Thailand. *Environment International* 33: 706–711.
- Tosic, R., Kapovic, M., Lovric, N., Dragicevici S., 2013. Assessment of soil erosion potential using RUSLE and GIS: A case study of Bosnia and Herzegovina. *Fresenius Environmental Bulletin* 22:3415-3421.
- TRGM, 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM>
- Tüfekçioğlu, M., Yavuz, M., 2016. Yusufeli mikro havzasında (Artvin) yüzey erozyonu toprak kaybının tahmin edilmesi ve erozyon risk haritasının oluşturulması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 17(2):188-199.
- Tüfekçioğlu, M., Yavuz, M., Vatandaşlar, C., Dinç, M., Duman, A., Tüfekçioğlu, A., 2018. Assessing and mapping erosion risk for Veliköy sub-watershed within Coruh River Basin in Turkey. *Journal of Natural Hazards and Environment* 4(2), 210-220. DOI: 10.21324/dacd.415081.
- USDA, 1972. US Department of Agriculture (usda.gov). Sediment sources, yields, and delivery ratios. National Engineering Handbook, Section 3 Sedimentation.
- Vanoni, V.A., 1975. Sedimentation Engineering, Manual and Report No. 54. American Society of Civil Engineers, New York, N.Y.
- Vatandaşlar, C., Yavuz, M., 2017. Modelin cover management factor of RUSLE using very high-resolution satellite imagery in semiarid watershed. *Environmental Earth Sciences* 76(65):1-21.
- Welde, K., Gebremariam B. 2017. Effect of land use land cover dynamics on hydrological response of watershed: Case study of Tekeze Dam watershed, northern Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research* 5: 1–16.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning.
- Yılman, F.E., 2009. Eldivan Sarayköy-II Göleti (Çankırı) su toplama havzasında Rusle yöntemi ile toprak kayıplarının tahmin edilmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Zisu, I, Nasui, D., 2015. Using universal soil loss equation for soil erosion assessment in agricultural land from Logoj Hills. *Geographica Timisiensis* 24(2):13-23.

Ormanlıkta iş tanımının önemi (hizmet vasıtası şoförü örneği)

The importance of job definition in forestry (example of pickup driver)

İsmail ŞAFAK¹
Mehmet EKER²
Hadiye BAŞAR¹
Süleyman OKUMUŞ³

¹ Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, İzmir

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Orman Fakültesi, Isparta

³ Orman Genel Müdürlüğü, Ankara Orman
Bölge Müdürlüğü, Ankara

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

İsmail ŞAFAK
isafak35@hotmail.com

Geliş tarihi (*Received*)

16.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)

25.05.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Şafak, İ. , Eker, M. , Başar, H. & Okumuş, S. (2022). Ormanlıkta iş tanımının önemi (hizmet vasıtası şoförü örneği). Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 55-66 . DOI: 10.17568/ogmoad.1088806

Öz

İşçiler ormanlıkta yardımcı personel kapsamında değerlendirilmekte olup Orman Genel Müdürlüğü kapsamında; yangın işçisi, hizmet vasıtası şoförü, arazi işçisi, bekçi, kaloriferci, aşçı gibi toplam 85 farklı kadro pozisyonunun olduğu bilinmektedir. Bu kadro pozisyonları işçilerin yevmiye ücretlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ancak her bir kadro pozisyonu için işçilerin gerçekleştireceği işler ayrı ayrı tanımlanmamıştır. Çalışmada iş tanımı kavramı ve iş tanımının ormanlık faaliyetleri için önemi açıklanmış, daha sonra ormanlık araştırma enstitüsü müdürlükleri bünyesinde çalıştırılan hizmet vasıtası şoförü için içerik analizi ve gözlem tekniklerinden yararlanılarak örnek teşkil edebilecek bir iş tanımı hazırlanmıştır. Bu kapsamda, öncelikle ormanlıkta hizmet vasıtası şoförlerinin gerçekleştirdiği işler belirlenmiş ve daha sonra mevzuat taraması yapılmak suretiyle bir iş tanımı oluşturulmuştur. Bu iş tanımı, hizmet vasıtası şoförlerinin işe alım kriterlerinin belirlenmesi, görevlerinin, çalışma koşullarının ve sorumluluklarının açıklanmasında kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Ormanlık işleri, orman işçiliği, iş tanımı, daimi işçi, hizmet vasıtası şoförü

Abstract

It is known that the workers, who are considered auxiliary personnel in forestry, have a total of 85 different staff positions within the General Directorate of Forestry, including fire worker, service vehicle driver, field worker, guard, heater and cook. These staff positions are used to determine the daily wages of the workers. However, the jobs to be performed by the workers for each staff position are not defined separately. In the study, the concept of job description and the importance of preparing job descriptions for forestry activities were explained, and then an exemplary job description was prepared for the service vehicle driver employed within the Directorate of Forestry Research Institute by using content analysis and observation techniques. In this context, first of all, the jobs performed by service vehicle drivers in forestry were determined, and then a job description was created by scanning the legislation. This job description can be used to define the recruitment criteria for service vehicle drivers and explain their duties, working conditions and responsibilities.

Keywords: Forestry works, forestry workmanship, job description, permanent worker, pickup driver.



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ormanlık işlerini; işin özellikleri, çalışanların gereklilikleri ve nitelikleri, işin yapılış yeri, işin ana ve yan faaliyet elemanları gibi çeşitli iş unsurlarını ölçek olarak sınıflandırmak mümkündür. İşlerin ücretlendirilmesi, çalışanların yetki ve sorumluluklarının belirlenmesi, iş-çalışan uyumunun gerçekleştirilmesi ve insan kaynaklarından verimli şekilde faydalanabilmek için iş tanımlarına gereksinim duyulmaktadır (Yıldırım, 1989). İş tanımının yapılması, işi üstelenecek çalışanların niteliklerinin belirlenmesinde de yol gösterici bir unsur olarak kullanılabilir ve böylelikle iş gerekleri de tarif edilmiş olur. İş tanımı ile iş gerekleri, iş sistemin birbirini tamamlayıcı parçalarını oluşturur (Kanawaty, 1997). İş tanımında işlerin yapısı, kimliği, diğer işlerle ilişkisi bir bütün olarak ele alınır ve gerektirdiği nitelikler belirlenirken; iş gereklerinde ise işleri yapacak kişilerde aranması gereken temel nitelikler ayrıntılı biçimde saptanır (Köklü, 2018).

İş tanımı konusunun öneminin vurgulanabilmesi açısından öncelikle ilgili kavram ve içeriğin açıklanması gerekmektedir.

1.1. İş tanımı kavramı

İşletmelerde insan kaynaklarının yönetilmesi; işe alma, iş uyumu, eğitim, ücret yönetimi, iş sağlığı ve güvenliği, kariyer yönetimi, performans değerlendirmesi, maddi ve sosyal gereksinimler, güdüleme, işten ayırma gibi konuları kapsamaktadır. İnsan kaynaklarından etkin ve verimli bir şekilde faydalanılması hem organizasyon içindeki birimlerin sınırlarının çizilmiş olmasına hem de personelin bu birimlerdeki görevlerinin iyi bir şekilde açıklanmış olmasına bağlıdır. Bu açıdan iş tanımı ve iş gerekleri kavramları ön plana çıkmaktadır.

İş tanımı, belirli bir işin en uygun şekilde yapılabilmesi için ne yapılmasını, hangi şartlarda ve nasıl yapılmasını belirleme sürecidir (Kozak, 2001). Can ve ark. (1995) iş tanımını; işin içeriğindeki görevleri, sorumlulukları, çalışma koşullarını ve işin diğer yönlerini açıklayan yazılı bir belge olarak tanımlanmıştır. Mucuk (2003) ise iş tanımını; işin sağladığı yetkiyi, işin işletme içindeki yerini, işi yapabilmek için gereken faaliyetleri ve sorumlulukları tanımlar ve açıklığa kavuşturur şeklinde ifade etmektedir. Bu iş tanımlarında ortak nokta, personelin iş ile ilgili görev, sorumluluk ve çalışma koşullarının yazılı olarak açıklanmasıdır.

Örgüt bünyesi içinde gerçekleştirilecek olan işin,

yazılı bir biçimde tanımlanması, işin personel tarafından farklı anlamda yapılmasını önler. Aynı zamanda gerçekleştirilecek işle ilgili olarak personelle yöneticiler arasındaki görüş ayrılıklarını ortadan kaldırır (Bircan, 2005). Ayrıca, iş tanımları, işin organizasyon içindeki hiyerarşik yapıdaki konumunu göstererek örgüt yapısının geliştirilmesine katkı sağlar.

Kurum içinde i) iş hakkında güvenilir, detaylı bilgi sağlamada, ii) işe yönelik eğitim ihtiyacını belirlemede, iii) verimliliği düşük işlerin belirlenmesinde, iv) çalışanları işleri hakkında bilgilendirmede, v) örgüt bilinci oluşturmada, vi) personele sağlanacak aynı hakları belirlemede, vii) personelin başarısını değerlendirmede (terfi, işten çıkarma, ödüllendirme vb.), viii) uygun personelin işe alınmasında, ix) iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında, x) işçi-işveren anlaşmazlıklarında, xi) ücret araştırmalarında, xii) metot etütlerinde bilgi kaynağı olarak iş tanımlarına başvurulmaktadır (Kobu, 1998; Kozak, 2001; Bircan, 2005).

İş tanımlarında işi yapan kişi, işin süresi, yapıldığı yer, işin özeti, iş için kullanılan donanımlar, işin fiziksel ve sosyal çevresi, işi oluşturan görev ve işlevler hakkında ayrıntılı bilgi bulunmaktadır. İş tanımlarında yer alan belli başlı bölümler ve içerikleri aşağıda açıklanmıştır (Kozak, 2001; Mucuk, 2003; Gümüş, 2005; Kurgun ve Yemişçi, 2007).

İşin kimliği bölümü: İşin adı, işin bağlı bulunduğu bölüm adı, doğrudan emir alınan yöneticinin ünvanı, iş tanımlarının yürürlük tarihi, ücret gibi bilgilere yer verilir.

İşin amacı: İşin niçin yapıldığı anlatılır. İşin, diğer işlerle ve işletmenin genel hedefleriyle ilişkisi göz önünde bulundurularak iş amaçları açıklanır.

İşin özeti: İşin ne olduğu, nasıl yapıldığı, kısaca iş ile ilgili en temel bilgiler anlatılmaktadır. İşin amacının ayrı bir bölüm olarak verilmediği iş tanımlarında, işin amacı işin özeti bölümünde açıklanmaktadır.

Görev ve sorumluluklar: İşin kapsamına giren görev ve sorumlulukların anlatıldığı bu bölüm, iş tanımının kalbidir. Görev ve sorumluluklarda hangi görevlerin ne şekilde yapıldığı, görevlerin yapıldığı sırası ile birlikte açıklanmaktadır. Bu bölüm çok ayrıntıya girilmeden genel olarak işin gerektirdikleri üzerinde durularak sunulmaktadır. İş ile ilgili görevlerin yazılması iki farklı şekilde olabilmektedir. Bunlardan birincisinde görevler, düz yazı şeklinde paragraflar halinde yazılmakta, ikincisinde ise görevler gruplandırılarak (günlük,

periyodik, beklenmedik gibi) yazılmaktadır. Birinci yöntemin dezavantajı, okuyucunun iş tanımına ilk bakışında işin önemli yerlerini görememe olasılığıdır. İkinci yöntem işin can alıcı noktalarını okuyucuya doğrudan sunduğu için iş ile ilgili bilgilerin kişiye daha rahat aktarılmasını sağlamaktadır.

Çalışma koşulları: İşin hangi koşullarda yapıldığını ve iş görenin bu koşullarda çalışmaya uygun özelliklerde olmasını ifade eder. İşin yapıldığı fiziksel ortam, çalışma saatleri, işin neden olabileceği sağlık ve güvenlik tehlikeleri, seyahat etme zorunluluğu gibi faktörler, çalışma koşulları içinde irdelenir. Bu bakımdan çalışma koşulları iş ortamı ile tehlike ve riskler olmak üzere iki kısma ayrılır. İş ortamı, işin yapıldığı çevrenin genel özelliklerini yansıtır. İş ortamlarının tasvirine örnek olarak rutubetli, kirli, ıslak, soğuk, dışarıda vb. iş ortamı örnekleri verilebilir. Tehlikeler ve riskler bölümünde işin yapılışı sırasında karşı karşıya kalınabilecek tehlikelerin ve risklerin neler olduğu belirtilir. Tehlike ve risklere örnek olarak da işitme bozukluğu riski, kırık riski, çökme tehlikesi vb. verilebilir.

Kullanılan makine, araç ve malzemeler: İşin yapılması sırasında kullanılan makine, araç ve malzemelerin neler olduğu belirtilir. Bu bilgiler, iş gören bulma, seçme ve yerleştirme sürecinde ve iş gören eğitiminde yararlanılmaktadır.

1.2. İş gerekleri kavramı

İş gerekleri, iş analizi sonucu oluşturulan ve işi yapan kişide gereksinim duyulan özelliklerin neler olduğu bilgilerini içeren şablona verilen addır (Gümüş, 2005). İş gerekleri, işi yerine getirecek personelin taşıması gereken niteliklerin bir profilidir (Can ve ark. 1995). İş gerekleri bilgisi; çoğunlukla personel bulma, seçme, yerleştirme, yükseltme ve eğitim çalışmalarında kullanılmaktadır (Kozak, 2001).

İş gerekleri yetenek gerekleri, çaba gerekleri, sorumluluk gerekleri ve çalışma koşulları olarak dört ana içerikle nitelenmektedir (Can ve ark., 1995; Gümüş, 2005).

Yetenek (Yetkinlik) Gerekleri: Yetkinlik; yatkınlık ve öğrenime bağlı olarak bir işi başarıya ve bir işlemi amaca uygun olarak sonuçlandırma yeteneği ya da maharetidir. Yetkinlik gereklerinde işin yapılabilmesi için işi yapan ya da yapacak personelde bulunması gereken niteliklerden (öğrenim, deneyim, özel bilgi ve beceri) bahsedilir ve yetkinlik üç kısımda incelenebilir. Birinci yetkinlik türü, öğrenim becerisidir. Öğrenim becerisi bir işin yapılabilmesi için gerekli olan öğrenim düzeyini ifa-

de eder. İkinci yetkinlik türü olan deneyim, bir işin yapılabilmesi için gerekli olan tecrübeyi ifade eder. Üçüncü yetkinlik türü ise özel bilgi ve beceridir. Öğrenimin yanında kişinin sahip olduğu, işini yapmasını kolaylaştıracak bilgi (yabancı dil bilgisi) ve becerileri (hızlı karar verme, iyi iletişim kurabilme vb.) ifade eder.

Çaba Gerekleri: Çaba gerekleri, bir işin amaçlara uygun biçimde gerçekleşmesi için harcanan güç ve enerji olarak tanımlanmaktadır. Çaba gerekleri bedensel çaba ve düşünsel çaba olmak üzere iki kısma ayrılır. Bedensel çabalar, işin yapılması için, iş görenin yaptığı bedensel hareketler, işin yapılış biçimi ve bunların gerektirdiği bedensel niteliklerdir. Eğilme, koşma, oturma, ayakta durma, konuşma, taşıma fiziksel çabalara verilebilecek örneklerden birkaçıdır. Düşünsel çaba ise duyuşsal verilerin analizi, soyut düşünme, hayalde canlandırma, karmaşık matematik ve hukuki problemlerin çözümü gibi pek çok işlemi içinde barındırır.

Sorumluluk Gerekleri: Sorumluluk gerekleri içinde malzeme ve donanım sorumluluğu, gözetim sorumluluğu, iş ilişkileri sorumluluğu ve mali sorumluluk yer alır. Malzeme ve donanım sorumluluğu, işin gerçekleştirilmesi sırasında kullanılan veya gözetimi yapılan malzeme ve araçları amaca uygun ve verimli kullanma sorumluluğudur. Gözetim sorumluluğu, personelin denetimi altında bulunan bölüm ve iş gören sayısı ile bu bölüm ve iş görenin işlerinin amaçlara uygun biçimde yapılmasını sağlama sorumluluğuna verilen addır. İş ilişkileri sorumluluğu, iş yaparken personelin birlikte çalıştığı ya da gözetimini yaptığı diğer personelin istenmeyen durumlarla karşılaşmamasını sağlama sorumluluğu anlamına gelir. Mali sorumluluk ise iş yapılırken üstlenilen mali yükümlülükler mali sorumluluk denilir.

Çalışma Koşulları: Çalışma koşulları, iş ortamı ve iş tehlikeleri açısından verimliliği etkileyen faktörlerdir. İş gereklerinde çalışma koşulları bölümünde kişilerin işi yapmaları için gerekli hareketler yanında, yapmamaları gereken hareketler de belirtilebilir ve olası iş kazaları önlenir.

İş gereklerinin içeriği, çoğunlukla iş tanımları ile birlikte ele alınmaktadır (Gümüş, 2005). Bütün çalışma şekilleri ve işyerleri tarafından kullanılan kabul görmüş, standart iş tanımı ve iş gerekleri listesi bulunmamakta olup kullanım amacı, örgütün yapısı ve gelenekleri açısından farklılık göstermektedir.

İş tanımı ve iş gereklerinin içeriği genel olarak; i) iş tanımının geçerlilik tarihi; ii) işin yapıldığı bölüm/birim adı; iii) işin adı/ünvanı; iv) işin/görevin

kodu; v) gözetim/görev bağlantısı (bağlı olduğu ünvan); vi) yönetsel alanı (görev yerleri); vii) işin amacı; viii) işin özeti; ix) görev ve sorumluluklar; x) zihinsel ve fiziksel çabalar (beceriler); xi) çalışma koşulları; xii) kullanılacak belge ve formlar; xiii) tehlikeler; xiv) kullanılan makine, araç ve malzemeler; xv) kişisel nitelikler; xvi) onaylayan bileşenlerinden oluşmaktadır (Can ve ark., 1995; Kozak, 2001; Gümüş, 2005).

1.3. Ormancılıkta iş tanımı konusundaki güncel durum

Türkiye’de ormancılık mesleği, birçok alt mesleği olan ve bunlardan birinde uzmanlaşmayı gerektiren bütünlük bir çalışma alanını temsil etmektedir (Anonim, 2006). Bu kapsamda, 2006 yılında çıkarılan “5531 Sayılı Orman Mühendisliği, Orman Endüstri Mühendisliği ve Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Hakkında Kanun” ile ormancılıkta yetki ve sorumluluk alanları belirtilmiştir. Bu kanunun 4. maddesinde Orman Mühendislerine yönelik 19 adet faaliyet konusu tanımlanmıştır.

Ormancılık faaliyetleri, genellikle yerleşim yerlerine uzakta, açık arazi şartlarına ve her türlü dış etkiye açık, yüksek enerji tüketimi gerektiren, iş güvenliği açısından yüksek kaza risklerini bünyesinde barındıran iş gruplarından sayılmaktadır (OGM, 2009).

Orman Genel Müdürlüğü (OGM)’nün taşra birimlerinin görevleri, 24 Ocak 2011 tarih ve 27825 sayılı Orman Genel Müdürlüğü Taşra Teşkilatı Kuruluş ve Görev Yönetmeliği ile belirlenmiştir (OGM, 2011). Günümüzde, OGM bünyesindeki kurumlarda yapılan veya yaptırılan işler, aşağıdaki gibi gruplandırılabilir (Geray, 1990; Şentürk ve Acar, 1997; Konukçu, 2001; Şafak ve ark. 2015).

- Yönetim işleri,
- Planlama işleri,
- Mali işler,
- Odun üretimi (kesme, bölümlere ayırma, sınıflandırma, bölmeden çıkarma, yükleme, taşıma, boşaltma, istifleme vb.) ve satış işleri,
- Odun dışı bitkisel orman ürünlerinin üretim ve satış işleri,
- Yol ve sanat yapılarının yapımı, tamir, bakım ve inşaat işleri,
- Fidan üretimi (ibreli, yapraklı, tüplü) amaçlı fidanlık işleri,
- Ağaçlandırma ve gençleştirme işleri,
- Enerji ormanları tesisi, yeşil kuşak, kumul tespiti işleri,

- Özel ağaçlandırma, özel orman, hatıra ormanı işleri,
- Bakım ve rehabilitasyon işleri,
- Orman koruma (yangın, böcek, mantar vb.) işleri,
- Erozyon kontrolü, mer’a ıslahı, sel ve dere ıslahı işleri,
- Dinlenme ve rekreasyon amaçlı ormanın sosyal fonksiyonlarına ait işler,
- Kadastro ve sınırlandırma işleri,
- Koruma alanlarına (orman içi biyolojik çeşitlilik, sulak alan, yaban hayatı, muhafaza ormanı, özel çevre koruma bölgeleri) yönelik işler,
- Orman içi su ürünleri ve av ve yaban hayatı işleri,
- Eğitim ve tanıtım işleri,
- Halkla ilişkiler faaliyetleri,
- Araştırma ve geliştirme faaliyetleri.

Yukarıda görüldüğü gibi, ormancılık birimlerinde, çok sayıda ve farklı niteliklerde işler icra edilmektedir. Orman kaynaklarına yönelik yapılan araştırmalarda çoğunlukla Orman Mühendisleri ve orman muhafaza memurlarının hedef kitle olarak belirlendiği ve yardımcı personel pozisyonunda bulunan kadrolu orman işçileri ile ilgili çalışmaların ise azınlıkta olduğu görülmektedir.

01.03.2021 ile 28.02.2023 dönemini kapsayan 8. Dönem İşletme Toplu İş Sözleşmesinde Tablo 1’de belirtilen görev ünvanlarına (pozisyon) ve pozisyon gruplarına yer verilmiştir. OGM bünyesinde 85 farklı kadro pozisyonunda bulunan işçilerin yevmiyeleri, pozisyon grupları bazında belirlenmektedir. İşçi personelin kadro pozisyonlarına yönelik iş tanımlarının ise henüz hazırlanmadığı görülmektedir.

Literatürde ormancılıkta iş tanımlarının gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalara gereksinim bulunduğu 1960’lı yıllardan beri belirtilmektedir. Kalıpsız (1963), Kalıpsız (1964), Geray (2001), Yurdakul (2003), Anonim (2009), Şafak (2008), OGM (2009), Anonim (2013), Şafak ve ark. (2015), Yılmaz ve ark. (2017) gibi literatürde ormancılıkta iş tanımı çalışmalarının yapılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Bu çalışmada hizmet vasıtası şoförü örneğinde ele alınan iş tanımı konusunun esasında, Ek 1’de sunulan bütün kadrolar için yapılmasına gereksinim bulunmaktadır. Bu bağlamda ormancılıkta iş tanımlarının hazırlanması, aşağıda belirtilen konulara fayda sağlayacaktır:

- Yeni personelin kadro özellikleri doğrultusunda sahip olması gereken niteliklerin (eğitim, sertifika, donanım vb.) tanımlanmasına,
- Mevcut personelin tayin ve görevlendirmesinde norm kadro özellikleri itibariyle kadro pozisyonlarının belirlenmesine,
- İş verimini artırmak için işçi kadrosundaki personelin fiilen yaptığı işe uygun kadro verilmesinin sağlanmasına,
- Mevcut işçi personelin birimlerin gereksinimleri doğrultusunda dengeli bir dağılımın sağlanmasına,
- Birimlerin işçi kadro pozisyonları itibariyle gereksinimlerinin yeniden belirlenmesi, pozisyon tanımlamalarının yapılması ve fiilen yapılan işlere uygun pozisyon dağılımının gerçekleştirilmesine,
- İşçi kadro pozisyonlarının revize edilmesine,
- İşin gerektirdiği niteliklerde personelin istihdam edilmesi, yöneticilerin iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı kapsamındaki sorumluluklarının azalmasına ve uygun kişisel koruyucu donanımların kullanılmasıyla da iş kazalarının sayıca azalmasına,
- İşçi personelin tanımlanan görevler itibariyle yeterliliklere sahip olup olmadıklarının belirlenmesi ve eksikliklerinin giderilmesi için gerekli eğitim çalışmalarının planlanmasına,
- OGM'nin yönetim maliyetlerinin azaltılmasına, gelir artışı sağlanmasına ve toplam kalitenin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın konusu, ormancılık işlerine yönelik iş tanımları üzerinde odaklanmıştır. Ancak konunun anlaşılabilirliği açısından araştırma objesini; OGM orman işçilerinin kadro pozisyonları (III. Grup pozisyonlar, Ek 1) içinde yer alan hizmet vasıtası şoförleri ve bunların yaptıkları/yapacakları işler oluşturmuştur.

Çalışma materyalini; işçi norm kadro çalışmaları kapsamında daha önce Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinin oluşturduğu raporlar, işçiler ile ilgili mevzuat, iş tanımı ile ilgili literatür ve Mesleki Yeterlilik Kurumu (myk.gov.tr) tarafından hazırlanan Ulusal Meslek Standartları, iş analizi anket formu, arazi gözlemleri ve yapılandırılmamış mülakatlar oluşturmaktadır. Ayrıca, Şafak (2015)'de belirtilen Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğündeki arazi işçisi, bekçi, bilgi işlem sorumlusu, hizmetli, kütüphane görevlisi, laborant, muhasebe görevlisi, personel görevlisi,

santral görevlisi, sekreter, sera, fidanlık ve bahçe görevlisi, şoför, taşınır kayıt ve kontrol görevlisi için hazırlanan iş tanımı formları da altlık olarak kullanılmıştır.

Gerekli bilgi altyapısının ve çalışma dayanağının oluşturulmasının ardından; Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde görevli 7 hizmet vasıtası şoförü ile yapılandırılmamış görüşmeler yapılmıştır. Böylece, Batı Karadeniz (1), İç Anadolu (2), Batı Akdeniz (1), Doğu Akdeniz (1) ve Ege (2) Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde son on yılda yapılan arazi çalışmaları esnasında hizmet vasıtası şoförlerinin davranış, görev ve sorumluluklarının gözlenmesiyle elde edilmiş veri ve bilgi derlenmiştir.

İş tanımı anket formunda, hizmet vasıtası şoförlerinin yaşı, eğitimi, hizmet süresi, görevi ile ilgili kurs veya hizmet içi eğitim alma durumu, alınan sertifika veya belgeler ile günlük, haftalık, aylık, yıllık ve düzensiz aralıklarla yapılan görevlere yönelik sorulara yer verilmiştir. Araştırma enstitülerindeki şoför sayısı istatistiki anlamda yeterli olmadığı için elde edilen veriler, farklılık ve karşılaştırma testleri yapılmaksızın basit istatistiksel parametreler kullanılarak sunulmuştur.

Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde 2020 yılında, 29 hizmet vasıtası şoförü görev yapmaktadır. Batı Akdeniz (3), Batı Karadeniz (1), Ege (2), Güneydoğu Anadolu (4), Doğu Anadolu (3), Doğu Akdeniz (1), Doğu Karadeniz (1), İç Anadolu (3), Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları (2), Orman Ağaçları ve Tohumları Islah (1) ve Orman Toprak ve Ekoloji (3) Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde görevli 24 hizmet vasıtası şoförünün görüşleri, 2020 yılında iş tanımı anket formu ile alınmıştır.

Konuyla ilgili literatür ve dokümantasyon ile mevzuat içeriği öncelikle temin edilmiş, daha sonra anket formları ve elde edilen diğer dokümantasyon içerik analizi tekniği ile incelenmiştir. İçerik analizi, belirli terimlerin veya kavramların bir metinde veya metin kümesinde varlığını belirlemek ve verilen bir metinden anlam çıkarmak için kullanılmaktadır (Fish ve ark., 2002). İçerik analizleri belge araştırmaları ile örgütün bakış açısını ve bir örgüt içindeki bireylerin fikirlerindeki farklılaşmanın neden olduğu sonuçların anlaşılması amacıyla kullanılmıştır (Eastaugh ve ark., 2009).

Böylece, içerik analizi tekniği, iş tanımı formları ve gözlemlerden elde edilen veriler derlenerek çalışmanın çıktısı olan hizmet vasıtası şoförü için iş tanımı hazırlanmıştır.

3. Bulgular

Hizmet vasıtası şoförlerinin eğitim durumu, anket formlarından elde edilmiş olup Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, işçilerin %41,7'si ilkökul, %25,0'i ortaokul ve lise ve %8,3'ü lisans, eğitimine sahiptir.

Tablo 1. Eğitim durumu
Table 1. Educational status

Eğitim	Sıklık	Yüzde (%)
İlkokul	10	41,7
Ortaokul	6	25,0
Lise	6	25,0
Lisans	2	8,3
Toplam	24	100,0

Hizmet vasıtası şoförlerinin ortalama yaşı 49,8 olup en küçüğü 32, en büyüğü 60 yaşındadır (Tablo 2).

Tablo 2. Yaş dağılımı
Table 2. Age distribution

Yaş	Sıklık	Ortalama Yaş (Yıl)
30-39	2	8,3
40-49	9	37,5
50-59	12	50,0
59<x	1	4,2
Ortalama	49,8	100,0

Hizmet vasıtası şoförlerinin ortalama hizmet süresi 24,2 yıl olup bunun 15,9 yılını Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde geçirmişlerdir.

Hizmet vasıtası şoförlerinin göreve başlamadan veya göreve başladıktan sonra aldıkları kurs veya eğitimler sorgulanmıştır. Şoförlerin %41,7'si yaptığı göreve yönelik bir eğitim veya kurs almış olup %58,3'ü sürücülük dışında bir eğitim almamıştır. Buna göre hizmet vasıtası şoförleri, 7 farklı kurumdan 12 eğitim almıştır. Bu kurs veya eğitimlere yönelik detaylı bilgi kurum bazında aşağıda sunulmuştur.

i) Orman İşletme Müdürlüğü

- Taşıt Kullanma ve Şoförlük Eğitimi
- Orman Yangınları İle Mücadele Eğitimi

ii) Mesleki Yeterlilik Kurumundan Alınan Belgeler

- Ağaç Kesme ve Boylama Operatörlüğü (AKBO)

Belgesi

- Sürütme ve Yükleme İşçiliği Belgesi
- Odun Dışı Ürün Toplayıcılığı (Yerden) Belgesi

iii) Özel Eğitim Merkezlerinden Alınan Belgeler

- Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanı Eğitimi
- Sürücü Belgesi (B, C, E Sınıfı)

iv) Halk Eğitim Merkezlerinden Alınan Belgeler

- Marangoz Ustalık Belgesi

v) İş Güvenliği Uzmanı ve Doktorundan Alınan Eğitimler

- İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi
- İlk Yardım Eğitimi

vi) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığından Alınan Belgeler

- A sınıfı İş güvenliği Uzmanlığı

vii) Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığından Alınan Belgeler

- Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanlığı Belgesi

Hizmet vasıtası şoförlerinin %41,7'sinden şoförlük dışında ikinci bir ek görev yapması istenmektedir. Ek görevler arazi işçisi, boya ustası, elektrikçi, kaloriferci, santral görevlisi, sera-fidanlık işçisi tarafından yapılması gereken görevler olarak belirtilmiştir. Bu ek görevler Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde 6 farklı kadroda personel eksikliğinin bulunduğunun bir göstergesidir.

Hizmet vasıtası şoförlerinin %62,5'i yeni başlayan personelin görevini yapabilmesi için özel eğitim, kurs, sertifika vb. alması gerektiğini belirtmiştir. Buna göre, aday şoförlerin en az B sınıfı sürücü belgesi ile ağaç kesme ve boylama operatörlüğü belgesi olmalı, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alması beklenmektedir.

Ayrıca hizmet vasıtası şoförlerinin 4'ü (%16,7); personel sıkıntısı bulunduğu için birden fazla görev yaptıklarını, vasıflı/vasıfsız işçi kadrosu pozisyonu yerine fiili olarak gerçekleştirilen işe ait kadro pozisyonlarının verilmesi gerektiğini, araçların kaskosunun yapılması gerektiğini, arazi tecrübesi olan şoföre gereksinim duyulduğu, kişisel koruyucu donanımların dağıtımı ve kullanılmasında sıkıntılar bulunduğu konularında ilave görüş

bildirmiştir.

İş analizi anket formunda hizmet vasıtası şoförleri tarafından günlük, haftalık, aylık, yıllık ve düzensiz aralıklarla yerine getirilen görev, faaliyet ve sorumluluklar ayrı soru olarak ele alınmıştır. Bu görevler, içerik analizi tekniği ve gözlemlerden elde edilen veriler birleştirilmek suretiyle hizmet vasıtası şoförü için iş tanımı formu hazırlanmıştır. Bu iş tanımı formunda yer alan başlıkların amacı ve tanımlamaları giriş başlığında sunulmuştur. Buna göre, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde görevli hizmet vasıtası şoförleri için oluşturulan iş tanımı Ek 2'de verilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde görevli hizmet vasıtası şoförlerinin yarısından fazlası hem ilköğretim düzeyinde eğitim almış hem de 50 yaşından büyüktür. Bu şoförlerin çoğu emeklilik hakkını elde etmiştir. Şoförlerin yarısından fazlasının sürücü belgesi haricinde bir kurs veya hizmet içi eğitim almadıkları görülmektedir.

Hizmet vasıtası şoförlerinden arazi işçiliği gibi ikinci bir ek görev istenmesi iş sağlığı ve güvenliği açısından risk oluşturmaktadır. Nitekim hem şoförlük hem de arazi işçiliğinin birlikte yapılması, şoförlerde yorgunluk ve dikkat dağınıklığına yol açabilmektedir.

OGM kapsamında, yangın işçisi, hizmet vasıtası şoförü, arazi işçisi, bekçi, kaloriferci, açıcı gibi toplam 85 farklı kadro pozisyonu bulunmaktadır. Bu kadro pozisyonları işçilerin yevmiye ücretlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yevmiye farklılıkları oluşturmak amacıyla da (Ek 1'de görüldüğü gibi) şoför, hizmet vasıtası şoförü ve operatörler için ağır vasıta operatörü, ağır taşıt şoförü, ağır makine operatörü, iş makinesi operatörü, iş makinesi şoförü, traktör operatörü, traktör sürücüsü şeklinde veya işçi, düz işçi, kesim işçisi, motorlu testere işçisi gibi benzer kadro pozisyonları oluşturulmuştur. Kısaca, fiilen yapılan işle, kadro pozisyonu uyumlu olmayan ve ayrıca büroda çalışmasına rağmen farklı kadrolarda bulunan çok sayıda işçi/personel bulunmaktadır. Bu sorun, OGM'nin gerçekleştirileceği norm kadro çalışmasında kadroları adlarının güncellenmesi ve bu kadrolara yönelik iş tanımlarının ayrı ayrı hazırlanması ile çözüme kavuşturulabilir.

OGM'nin kendisine bağlanan ve yeniden kurulan birimler nedeniyle son yıllarda hizmet alanı genişlemiştir. Ayrıca, teknolojik gelişim ve ilerleme nedeniyle bazı işlerin yapılış şekli ve zamanı değişmiş, bu durumun doğal bir sonucu olarak da

Ek 1'de sunulan pozisyon gruplarının bir kısmına duyulan ihtiyaç ortadan kalkmış (örneğin, hizmet alımı nedeniyle kullanılmayan maliyetçi ve hesapçı kadroları, tamir bakım ile ilgili kadrolar) veya yeni pozisyon gruplarına ihtiyaç doğmuştur (örneğin personel, muhasebe gibi birimlerde görevli büro işçileri, laborant işçiler). Bu gelişmelere uyum sağlamanın önemli adımlarından biri, işçi kadro pozisyon adlarının belirlenmesi ve bu pozisyonlara ait iş tanımlarının yapılmasıdır.

İşçi kadrosunda bazı pozisyonlarda bulunan personel, işin doğası gereği yılın 12 ayında aynı işi yapamamaktadır (Örneğin, arazöz şoförü, kalorifer görevlisi, yangın işçisi). Bu tip personelin asli görevinin dışındaki zamanlarda hangi işlerde görevlendirileceği yazılı talimatlarda belirtilmemektedir. Bu nedenle Ek 2'de sunulan Hizmet Vasıtası Şoförü İş Tanımı formuna eşdeğer görevler maddesi eklenmiştir. Böylece her bir pozisyonun asli görevleri ve yapılabilecek eşdeğer görevleri belirlenmiş olmaktadır. Kamyon, arazöz, kamyonet, minibüs, traktör gibi taşıt kullanan şoförlerde talep edilmesi gereken sürücü belgesinin niteliğinin yüksek olması diğer vasıtaların da aynı ehliyet grubu ile kullanım olanağı sunması ve eşdeğer görevlerin oluşturulması açısından önemlidir. Bu kapsamda, eşdeğer görevler kapsamında belirlenen görevlerin yevmiye ücretlerinde farklılık oluşturmayacak şekilde (tutarlılık oluşturacak şekilde) yeniden yapılandırılması da uygun olacaktır.

Bu çalışmada açıklanan hususlar değerlendirildiğinde ormancılık alanında iş tanımlarına yönelik detaylı araştırmalara gereksinim duyulduğu görülmektedir.

Teşekkür

Bu makalede, Orman Genel Müdürlüğü, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne "Ormancılıkta İşçi Kadrosunda Çalışan Personelin İş Tanımlarının Yapılması (Muğla OBM ve Araştırma Enstitüleri Örneği)" adıyla 2020 yılında yürütülen ve 2021 yılında çalışma programından kaldırılan araştırma projesi verilerinden yararlanılmıştır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

- Anonim, 2006. Orman Mühendisliği, Orman Endüstri Mühendisliği ve Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Hakkındaki Kanun'a İlişkin Orman Fakültesi Dekanlarının Görüşü, 6s.
- Anonim, 2009. Çevre ve Orman Bakanlığının Stratejik Planı (2010-2014). 92s. Ankara.
- Anonim, 2013. Orman ve Su İşleri Bakanlığının Stratejik Planı (2013-2017). 69s. Ankara.
- Bircan, H. 2005. Sağlık hizmetlerinde iş analizinin etkileri ve Zonguldak Atatürk Devlet Hastanesi uygulaması. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 135s.
- Can, H., Akgün, A., Kavuncubaşı, Ş., 1995. Kamu ve özel kesimde personel yönetimi, Siyasal Kitabevi, Ankara, 442s.
- Eastaugh, C., Reyer, C., González-Moreno, P., Jian, W., Biscaia, A.G., Pentelkina, O., 2009. Forest Agencies' early adaptations to climate change. IUFRO Occasional Paper No. 23, 80p.
- Fish, E.T., Recksiek, H., Fan, D.P., 2002. Uses, values, stakeholders, and opinions associated with marine protected areas: a content analysis of news media, 1995-2001. Coastal Services Center National Oceanic and Atmospheric Administration, Charleston, South Carolina, 15p.
- Geray, A., U., 1990. Bahçıvan kalmak mı doğal kaynak yöneticisi olmak mı?. *Orman Mühendisliği Dergisi*, Sayı: 9: 5-8.
- Geray, A., U. 2001. Ormancılık kurumları (2. yazım), Türkiye için Ulusal Programın Hazırlanması Projesi (TCP/TUR/0066(A), İstanbul, 76s.
- Gümüş, B. 2005. İş analizinin insan kaynakları yönetimi açısından önemi ve diğer insan kaynakları fonksiyonları ile olan ilişkisi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 148s.
- Kalıpsız, A. 1963. Ormancılıkta teşkilat problemleri. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, XIII (I):65-77.
- Kalıpsız, A. 1964. Devlet Orman İşletmelerimizde saha büyüklüğü ve iç organizasyon problemleri. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, XIV(2):91-105.
- Kanawaty, G. 1997. İş Etüdü. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları/ILO:29, Çeviren: Zühal Akal, Dördüncü Basım, Mert Matbaası, Ankara, 470s.
- Kobu, B. 1998. Üretim yönetimi, İ.Ü. İşletme Fakültesi, İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı Yayın No:04, İstanbul, 618s.
- Konukçu, M., 2001. Ormanlar ve ormancılığımız: faydaları, istatistiki gerçekler, anayasa, kalkınma planları, hükümet programları ve yıllık programlarda ormancılık. DPT Yayın No: 2630, Ankara, 238s.
- Kozak, M., A., 2001. Konaklanma işletmelerinde iş analizi. AÜ Eskişehir Meslek Yüksekokulu Yayın No:11, Eskişehir, 222s.
- Köklü, K. 2018. İş analizi, iş analistliği ve iş zekâsı. *Lectio Socialis*, Vol.2 (2):121-142.
- Kurgun, O., A., ve Yemişçi, D., A., 2007. İş değerlendirme puanlama yöntemi ve büyük ölçekli bir otel işletmesinde uygulama, Çimento İşveren Dergisi, Sayı: Temmuz, s:4-15.
- Mucuk, İ. 2003. Modern işletmecilik, Türkmen Kitabevi, 14. Baskı, İstanbul, 406s.
- OGM, 2009. Orman Genel Müdürlüğü 2010-2014 Stratejik Plan, Ankara, 124s.
- OGM, 2011. Orman Genel Müdürlüğü Taşra Teşkilatı Kuruluş ve Görev Yönetmeliği, Resmî Gazete Yayın Tarihi: 24 Ocak 2011, Sayı:27825.
- Şafak, İ. 2015. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yardımcı personel görev tanımları kılavuzu, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 31.12.2015 tarih ve 2888669 sayılı Oluru, (Yayınlanmamış Kılavuz) 14s. İzmir.
- Şafak, İ., 2008. Ege Bölgesi Orman Mühendislerinin Profili, *Orman Mühendisleri Odası Dergisi*, Yıl:45(10-11-12):22-26.
- Şafak, İ., Göksu, E., Gültekin, G., Arslan, A., T., Caba-roğlu, F. 2015. Denizli Orman İşletme Müdürlüğü iş analizi. Orman Genel Müdürlüğü, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 141s. İzmir.
- Şentürk, N., Acar, H., H., 1997. Orman işçiliği ve Doğu Karadeniz Bölgesindeki durum. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B, Cilt. 47(1,2,3,4):39-48.
- Yıldırım, M. 1989. Ormancılık İş Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:3555/404, Taş Matbaası, İstanbul, 287s.
- Yılmaz, E., Erpulat, M., Alkan, S., Güler, K., H., Koşdemir, Z. 2017. Batı Akdeniz Bölgesi orman işletme şeffaflarının iş yükü analizi, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, 328s.
- Yurdakul, S. 2003. Ormancılıkta personel yönetimi sorunları ve sonuçları (örnek olaylarla irdeleme). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ormancılık Politikası ve Yönetimi Programı Yüksek Lisans Tezi, 109s.

Ek 1. Orman İşçilerinin kadro pozisyonları
Annex 1. Staff positions of forest workers

S.No	I. Grup Pozisyonları	S.No	III. Grup Pozisyonlarının Devamı
1	Arazi Formeni	4	Aşçı
2	Arazi Makine İşletme Şefi	5	Atölye Maliyetçisi
3	Atölye Formeni	6	Çarkhane Servis İşçisi
4	Atölye Şefi	7	Dozer Operatör Yardımcısı
5	Formen (Atölye)	8	Greyder Operatör Yardımcısı
6	İkmal Şefi	9	Hava-Havai Hat Operatör Yardımcısı
7	Ustabaşı	10	Hizmet Vasıtası Şoförü
8	Mühendis, Mimar	11	Kalifiye İşçi
S.No	II. Grup Pozisyonları	12	Kompresörcü Ateşleyici
1	Ağır Makine Operatörü	13	Makine Hesapçısı
2	Ağır Taşıt Şoförü	14	Maliyet Hesapçısı
3	Ağır Vasıta Operatörü	15	Oto Boya İşçisi
4	Ağır Vasıta Ustası	16	Oto Kaportacı
5	Demirci-Kaynakçı	17	Oto Lastik Tamircisi
6	Dozer Operatörü	18	Puantör
7	Elektrik ve Akü Servis İşçisi	19	Santral Görevlisi
8	Elektrik İşçisi	20	Santralcı
9	Greyder Operatörü	21	Sosyal İşler Elemanı
10	Hava-Havai Hat Operatörü	22	Su Tesizatçısı
11	İstifleyici Operatörü	23	Sürütücü Operatör Yardımcısı
12	İş Makinesi Operatörü	24	Şoför
13	İş Makinesi Şoförü	25	Teknisyen
14	Kaporta Kaynak ve Demir Servis İşçisi	26	Telsiz İşçisi
15	Marangoz	27	Tornacı
16	Motor Tamir ve Bakım İşçisi	28	Treyler Operatör Yardımcısı
17	Motor Tamir ve Bakım İşçisi Ustası	29	Vasıflı İşçi
18	Operatör	S.No	IV. Grup Pozisyonları
19	Oto Elektrik Ustası	1	Ambarcı Yardımcısı
20	Sürütücü Operatörü	2	Aşçı Yardımcısı
21	Şase Ustası	3	Bakım Onarım İşçisi
22	Şase Servis İşçisi	4	Bekçi
23	Tekniker	5	Depo Sorumlu Yardımcısı
24	Torna Ustası	6	Garson
25	Traktör Operatörü	7	Kaloriferci
26	Traktör Operatörü Büyük (4x4)	8	Kartçı-Hesapçı
27	Traktör Sürücüsü	9	Kaynakçı
28	Treyler Operatörü	10	Makine Çırağı
29	Unimog Operatörü	11	Motorlu Testere İşçisi
30	Yükleme Vinci Operatörü	12	Sulama İşçisi
31	Yükleyici Operatörü	13	Temizlik İşçisi
32	Yürüyüş Takımları Yenileme Servis İşçisi	14	Temizlikçi
S.No	III. Grup Pozisyonları	15	Tüm Yağcılar
1	Ağır Vasıta Operatör Yardımcısı	S.No	V. Grup Pozisyonları
2	Akücü	1	Yukarıdaki Pozisyonlar dışındaki işçiler
3	Ambarcı		

Ek 2. Hizmet vasıtası şoförü iş tanımı
Annex 2. Pickup driver job description

Kadro veya Pozisyonun Bağlı Bulunduğu Birimin Adı Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
İşin Adı/ Pozisyon Adı	Hizmet Vasıtası Şoförü
Kadronun Statüsü	() 657 Sayılı Devlet Memurları Kanununa tabi çalışan, (x) 4857 Sayılı İş Kanunu'na tabi çalışan
Sınıfı	() Genel İdari Hizmetler, (x) Yardımcı Hizmetler,
Üst Yönetici	Enstitü Müdürü
Bağlı Olduğu/Emir Alacağı Yönetici(ler)	Enstitü Müdürü, Enstitü Müdür Yardımcısı, Başmühendisler
Astları/Gözetim Sorumluluğu	-
Eşdeğer Görevleri	Traktör şoförü, Santral Görevlisi, Bekçi,
Ücret	OGM tarafından belirlenen günlük yevmiye tutarı
Görev/İşlere İlişkin Bilgiler	
İşin Amacı veya Özeti	Enstitü Müdürlüğü faaliyetlerinin etkenlik ve verimlilik ilkelerine ve mevzuata uygun olarak yürütülmesini sağlamak amacıyla sorumluluğunda bulunan araçları verilen talimatlar doğrultusunda, teknik ve trafik kurallarına uygun olarak kullanmak, araçların düzgün şekilde çalışmasını sağlamak, arıza ve benzeri durumlarda gerekli müdahaleyi geciktirmeden yapmak.
Temel Görev, İş, Yetki ve Sorumluluklar:	
<ul style="list-style-type: none"> • Sorumluluğunda bulunan araçları, hizmet amaçları dâhilinde verilen talimatlar doğrultusunda teknik ve trafik kurallarına uygun ve doğru olarak çalıştırmak, kullanmak ve park etmek, • Aracı her an göreve hazır durumda bulundurmak, görev dönüşünde temizliğini yapmak ve aracı park yerinde bırakmak, • Aracı demirbaş senedi ile teslim almak, demirbaş, alet ve avadanlıklarını korumak, • Makine işletme talimatında belirtilen hususları yerine getirmek, araçların özel beceri gerektirmeyen makine işletme talimatında belirtilen bakım, temizlik ve basit onarımını yapmak, • Aracın karayolları motorlu araçlar zorunlu mali sorumluluk sigortası ve periyodik fenni muayenesi olmadan araçları trafiğe çıkarmamak, • Aracın periyodik bakımlarını idareden onay alarak yaptırmak, • Aracın arızalanması halinde idareye haber vermek ve tamir ettirmek, • Araçların arıza, tamir ve bakımlarının yaptırılması ile ilgili komisyonlarda görev almak, gerektiğinde arıza tespit formu ve tamirat sonrası kontrol formunu doldurmak ve onaylatmak, • Aracın periyodik bakım, karayolları motorlu araçlar zorunlu mali sorumluluk sigortası, gaz ölçümleri ve periyodik fenni muayenelerini yaptırmak için idareye en az 15 gün önce bilgi vermek, • Araçların lastiklerinin mevsimine göre değişmesini sağlamak, lastik hava basıncını kontrol etmek, • Araçların fren sistemini, güvenli biçimde kontrol etmek, • Makine kontrol kartını her ayın ilk haftasında doldurmak ve idareye onaylatmak, • Göreve çıkmadan önce taşıt görev emri formu belgesini doldurarak amirlerine onaylatmak, bu form olmadan hiçbir aracı hizmete çıkarmamak, • Taşıt görev emri formunda belirtilen güzergâh doğrultusunda aracı kullanmak. Bu formda adı bulunmayan personeli/kişileri araca bindirmemek, aracın istiap haddine göre yolcu almak. Görev esnasında araçta bulunanların can ve mal güvenliğinden sorumlu olmak, • Kendisine verilen her türlü malzeme ve yükün aracın istiap kapasitesine uygun şekilde yüklenmesini sağlamak, gerekli önlemleri alarak taşımak. Aracın yükleme ve boşaltılmasına nezaret etmek, yardımcı olmak, • İhtiyaç durumunda evrak götürüp getirmek, evrakları postaya vermek, • Akaryakıt ikmalini, amirinden onay alarak zamanında yapmak, akaryakıt alındı fişlerini zamanında idareye teslim etmek, • Sorumluluğundaki aracın kaza yapması halinde olaya bilirkişi (trafik polisi veya jandarma) çağırarak gerekli tutanakları düzenlemek, raporları tutturmak ve amirlerine bilgi vermek, • Yararlanma durumunda derhal 112'yi aramak (gerekirse ve ilk yardım sertifikası varsa ilk yardım yapmak) ve gerekirse yaralıların en yakın sağlık kurumuna götürülmesini sağlamak, • Taşıtı kendisinin ve/veya personelin taşıt görev emri formunda belirtilmeyen ve resmi olmayan işleri (kişi/yük taşıma vb.) yerine getirmek için kullanmamak, 	

(Ek 2'nin devamı / Annex 2 continued)

	<ul style="list-style-type: none">• İşi olmadığı zamanlarda şoförler odasında/danışmada beklemek,• Sorumluluğunda bulunan araca yazılan trafik cezalarını takip etmek, kendisinin sorumluluğundaki trafik cezalarını ödemek ve amirine bilgi vermek,• Taşıtta bulunanlarla diyaloglarında nezaket kurallarına azami özen göstermek, doğrudan kendilerini ilgilendirmeyen ve yetkileri dâhilinde olmayan konularda gereksiz açıklamalarda bulunmamak ve tartışmaya girmemek,• Enstitü Müdürlüğünün etik kurallarına uymak, gizlilik ve doğruluk ilkelerinden ayrılmamak, gizli kalması gereken konularda hiçbir şekilde personel, ilgisiz kişi ve kurumlara bilgi vermemek,• Savurganlıktan kaçınmak, diğer birimlerle koordineli ve uyum içinde çalışmaya gayret etmek,• Hassas ve riskli görevleri bulunduğunu bilmek ve buna göre hareket etmek,• Zaman çizelgesine, kılık-kıyafet yönetmeliğine uymak, planlanan mesai sonrası çalışmalara katılmak,• Enstitü Müdürü, Enstitü Müdür Yardımcısı, Başmühendisler tarafından verilen diğer görevleri yapmak.
Görev Alanı	Görev alanı, Enstitü Müdürlüğünün sorumluluk alanında bulunan il, ilçe ve mahalleleridir. Gerektiğinde Enstitü Müdürlüğü faaliyetlerini yerine getirmek için ülke veya sorumluluk alanı bazında yurt içi geçici görev emri ile konaklamalı seyahat etmekle görevlendirilir.
Çalışma koşulları/ İş Ortamı	Genellikle yerleşim alanlarından uzaktaki açık arazi şartlarında, her türlü dış etkiye açık ormanlık, makilik, dağlık, tarım alanı gibi kırsal alanlarda ve sorumluluk alanındaki açık ve kapalı alanlarda dört mevsim çalışır.
Çalışma Saatleri	Haftalık çalışma saati bağlı bulunduğu yönetici tarafından belirlenmekte olup maksimum 45 saattir. Haftalık en fazla 55 saat çalışır. Yıllık maksimum 270 saat fazla mesai yapar. Bayram tatillerinde çalışıldığında Bayram yevmiyesi; pazar günleri çalışıldığında ise pazar yevmiyesi alır.
İzin Hakkı	Yıllık iznini, Enstitü Müdürlüğü tarafından belirlenen tarihlerde kullanmak zorundadır.
Vekâlet	Personelin hastalık, yıllık izin, maaşsız izin, refakat ve diğer izinler gibi geçici olarak görevden ayrılması durumunda, yerine idarenin belirleyeceği diğer şoför personel vekâlet edecektir.
Kılık Kıyafet, Kişisel Koruyucu Donanım	Personel kurumun temin edeceği kişisel koruyucu donanımları kullanmak zorundadır. Ayrıca kadın ve erkekler genel kılık kıyafet kurallarına uymak zorundadır.
Acil Durumlar	Personel acil durumlarda (trafik kazası, yangın, düşme, çarpma, hırsızlık, saldırı vb.) öncelikli olarak Enstitü Müdürünü, olmadığı durumlarda Enstitü Müdür Yardımcısına bilgi vermelidir. Daha sonra adli işlem başlatmalıdır.
Tehlike ve Riskler	Trafik kazası riski bulunmaktadır. Trafik kazası veya trafik cezalarından kaynaklanan mali risk bulunmaktadır.
Görevin Gerektirdiği Çabalar (Beceriler)	Görev hem fiziksel hem de zihinsel çaba gerektirmektedir.
Kullanılan Makine ve Araçlar	Sürücü belgesinin kullanımına izin verdiği B1, B, D1, F ve G sınıfı araçlar
Kullanılan Belge, Form ve Malzemeler	Taşıt görev emri formu, Akaryakıt alındı fişi, Arıza tespit formu, Tamirat sonrası kontrol formu, Makine kontrol kartı, Demirbaş senedi
Tabii Olduğu Öncelikli Mevzuat	4857 Sayılı İş Kanunu ve bağlı yönetmelikleri 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunu ve bağlı yönetmelikleri 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bağlı yönetmelikleri Toplu İş Sözleşmesi OGM Makine İşletme Talimatı
Atanacaklarda Aranacak Kişisel Nitelikler	
Öğrenim Düzeyi ve Bölümü	En az lise mezunu olmak
Mesleki Eğitim, Sertifika, Diğer Eğitimler	En az B sınıfı sürücü belgesine sahip olmak, Erkeklerde askerlik hizmetini tamamlamış olmak, Tam teşekküllü hastaneden sürücü olabileceğine dair sağlık raporu almak, İlk yardım sertifikası bulunmak
Yabancı Dil ve Düzeyi	Gerekmiyor
İş Deneyimi	B sınıfı sürücü belgesi kapsamında en az 3 yıl şoför statüsünde çalışmış olmak

(Ek 2'nin devamı / Annex 2 continued)

Özel Nitelikler	Görme ve işitme yeteneğine sahip olmak, Dikkatli olmak, El ve göz koordinasyonuna sahip olmak, Hızlı karar verme becerisine sahip olmak, İyi iletişim kurma beceresine sahip olmak
Bu dokumanda açıklanan görev tanımımı okudum. Görevimi burada belirtilen kapsamda yerine getirmeyi kabul ve taahhüt ediyorum.	
Adı ve Soyadı :	
Tarih - İmza :	
ONAYLAYAN Enstitü Müdürü	

Türkiye’de ikinci orman fakültesinin Karadeniz Teknik Üniversitesinde kurulması ve eğitim-öğretime başlama süreci

Establishment of the second faculty of forestry at Karadeniz Technical University in Turkey and the process of starting education

Selahattin KÖSE

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Selahattin KÖSE
skose@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (*Received*)

31.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)

18.08.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atf (*To cite this article*): Köse, S. (2022). Türkiye’de ikinci orman fakültesinin Karadeniz Teknik Üniversitesinde kurulması ve eğitim-öğretime başlama süreci. Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 67-75 . DOI: 10.17568/ogmoad.1096417

Öz

Türkiye’nin dördüncü üniversitesi Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ), 1955 yılında Trabzon’da kuruldu. İlk dört fakültesinden biri orman fakültesidir. Türkiye’nin ikinci orman fakültesidir ve ilk orman fakültesi olan İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesinin desteğiyle 1971 yılında eğitime başladı. Genel Ormanlık Bölümüne 35, Orman ürünleri Sanayi Bölümüne ise 15 öğrencinin kaydı yapıldı. Bölümlerin adları 1974 yılında Orman Mühendisliği ve Orman Sanayi Mühendisliği olarak değiştirildi. Bu bölümler ilk mezunlarını 1975 yılında verdi. Peyzaj Mimarlığı Bölümü 1990, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü ise 2012 yılında eğitim öğretime başladı. Türkiye’deki orman fakültesi sayısı halen 12’dir.

Anahtar Kelimeler: KTÜ, Orman fakültesi, orman mühendisliği, orman endüstri mühendisliği, peyzaj mimarlığı, yaban hayatı ekolojisi ve yönetimi

Abstract

The fourth university of Turkey, Karadeniz Technical University, was founded in 1955 in Trabzon. One of the first four faculties is the Faculty of Forestry. It is the second forestry of faculty of Turkey and it started education in 1971 with the support of the faculty of forestry Istanbul University, which is the first forestry of faculty in Turkey. 35 students were registered in the Department of General Forest Engineering and 15 students in the Department of Forest Products Industry Engineering. These departments were renamed in 1974. They took the name of Forest Engineering and Forest Industry Engineering department. These departments gave their first graduates in 1975. The Landscape Architecture Department started education in 1990, and The Wildlife Ecology and Management Department in 2012. The number of forest faculties in Turkey is still 12.

Key Words: KTU, Faculty of forestry , forest engineering, forest industry engineering, landscape architecture, wildlife ecology and management



Creative Commons Atf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Türkiye’de üniversiteler ve Karadeniz Teknik Üniversitesi

Türkiye’de fakülteler birliği anlamında da kullanılan üniversite sözcüğü, ilk kez 1933 yılında mevzuata girmiştir. İstanbul Darülfünunun ilgasına (kaldırılmasına) ve Maarif Vekâletince (Milli Eğitim Bakanlığı) yeni bir üniversite kurulmasına dair 2252 sayılı kanun, 1933 yılında Resmi Gazetede (RG) yayımlanmıştır (Resmi Gazete, 06.06.1933). Adı geçen kanunda, Maarif Vekillliği 1 Ağustos 1933 tarihinden itibaren İstanbul’da İstanbul Üniversitesi adı ile yeni bir müessese kurmaya memur edilmiştir. İlgili Üniversitenin kadro kanunu ise 30 Mayıs 1934 tarihinde çıkmıştır. İkinci üniversite ise Yüksek Mühendis Okulunun 20.07.1944 tarihinde İstanbul Teknik Üniversitesine dönüşmesiyle kurulmuştur. Ankara’daki fakülte, enstitü ve yüksekokulların 18 Haziran 1946 tarihinde bir araya getirilmesiyle de Ankara Üniversitesi oluşmuştur. Bu üç üniversitenin kurulması daha önce mevcut bulunan akademik birimlerin üniversiteye dönüşürülmesi şeklinde gerçekleşmiştir (Köse, 2018).

2. Materyal ve Yöntem

Karadeniz Teknik Üniversitesi’nde Orman Fakültesi tarihini ele almak için öncelikle KTÜ tarihinin iyice araştırılması gerekir. Türkiye’de belgelerle bir üniversite tarihini ortaya koyan eser, Karadeniz Teknik Üniversitesi için hazırlandı (Köse, 2018). Bu kitaptaki fakülteler tarihi birincil ve ikincil kaynaklar olarak ele alındı. KTÜ Üniversite Yönetim Kurulunun 1965 ve KTÜ Senatosunun 1973 yılından beri çıkan tüm kararları ana kaynaklar olarak değerlendirildi. Resmi gazeteler yanında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi ile imzalanan protokol metni de birincil kaynak olarak bakmak gerekir. Çeşitli dergilerde çıkan makale ve bilimsel toplantılarda sunulan bildiriler yardımcı kaynak olarak ele alındı. KTÜ’ye Yardım Derneği Başkanı merhum Avukat Yılmaz Bayraktar’ın özverili çalışmalarını da unutmamak gerekir.

İstanbul ve Ankara dışında kurulan ilk ve Türkiye’nin dördüncü üniversitesi Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ), 27 Mayıs 1955 tarihinde 6594 sayılı yasa ile Trabzon’da kurulmuştur. Fakülteleri ise 27 Eylül 1963 günü çıkan 336 sayılı kanunla belirlenmiştir (RG,27.09.1963). Bunlar, Temel Bilimler, İnşaat ve Mimarlık, Makine ve Elektrik ve Orman fakülteleridir.

Türkiye’de ikinci Orman Fakültesinin KTÜ’de kurulmasının nedeni, 1962 yılında hazırlanan Ormançılık Komitesi Raporuna dayanır. Devlet Planlama Teşkilatınca (DPT) hazırlanan Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesindeki bu rapor,

İstanbul Üniversitesi (İÜ) Orman Fakültesi Profesörler Kurulu ve Orman Genel Müdürlüğü’nün üst düzey bürokratları tarafından hazırlandı. Raporda, “Türkiye ormanlarında yürütülecek teknik ve idari çalışmalar tek başına İÜ Orman Fakültesi mezun sayısı yetersiz. Daha çok Orman Yüksek Mühendisine ihtiyaç var, yeni bir Orman Fakültesi gerekir” şeklindeki tespit, 1963 yılında dikkate alındı ve Karadeniz Teknik Üniversitesinde Orman Fakültesi kuruldu (OGM,1962, Köse,2018). Devlet planlama Teşkilatının isteği, Trabzon milletvekilleri olan Orman Yüksek Mühendisi Ali Rıza Uzuner ve Ahmet Şener’in (İzleyen yıllarda Orman Bakanı oldu) Türkiye Büyük Millet Meclis’indeki çabaları orman fakültesini KTÜ’ye kazandırdı. Burada DPT’nin orman fakültesinin bir teknik üniversitede olması ısrarı, Orman Ürünleri Sanayii Mühendisliğine olacak olan ihtiyaçtır. Bu ihtiyaç, I. Beş Yıllık Kalkınma Planında (1963-1967) sanayileşmeye verilen önemdedir (Köse, 2018).

KTÜ, 2 Aralık 1963 Pazartesi günü eğitim öğretime başladı. Temel Bilimler Fakültesi bünyesinde 90 öğrenci İnşaat-Mimarlık bölümünde okuyordu. Türkiye’de ise İstanbul, İstanbul Teknik, Ankara, Ege, Atatürk ve ODTÜ üniversitelerinde eğitim vardı. Jeoloji Bölümü de Temel Bilimler fakültesinde 1965 yılında eğitime başladı. Makine- Elektrik bölümlerinde ve İnşaat-Mimarlık Fakültesi bünyesindeki Jeodezi (Harita) Mühendisliği bölümleri ise 1979’da eğitim-öğretime geçtiler. Orman Fakültesi ise eğitim-öğretime başlamak için zorlu bir süreç yaşadı.

3. Bulgular

3.1. KTÜ’de orman fakültesinin eğitime başlama süreci

Türkiye’nin ikinci Orman Fakültesi 1963 yılında KTÜ’de kurulduğunda KTÜ rektörü henüz atanmamıştı. İstanbul Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Nazım Terzioğlu 1964-1965 eğitim-öğretim döneminde KTÜ’de göreve başlayınca, İÜ Orman Fakültesi ile görüşmeye başladı. Talebi, KTÜ’de Orman Ürünleri Sanayi Mühendisliğinin açılması yönündeydi. Mensubu olduğu Üniversitenin Orman Fakültesine, “Orman fakültesini Trabzon’da açın ve patronajlığımı üstlenin!” dedi. İÜ ilke olarak kabul etti ama bu teklife tereddütle yaklaştı. Çünkü İÜ Orman fakültesi genel ormancılık eğitimi yapıyordu ve Sanayi Bölümünün tüm derslerini verebilecek akademik kadrosu yoktu (Duman, 1990; Eryılmaz, 1993; Köse, 2018).

KTÜ’nün 2. Rektörü Ahmet Özel, aynı isteği 1966 yılında yeniledi. İÜ, üç profesörden oluşan bir komisyon kurdu. Komisyon, KTÜ Orman Fakültesi-

nin kürsü, laboratuvar, derslik ve dekanlık binası ihtiyaçlarını belirlemekle görevlendirildi. İÜ Orman Fakültesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Fikret Saatçioğlu, Prof. Dr. Faik Tavşanoğlu ve Prof. Dr. Faik Gülçür, Trabzon Orman Başmüdürlüğünün davetlisi olarak 6 Ekim 1966 günü Trabzon'a geldiler. Yemekli bir toplantılarına katılan KTÜ Temel Bilimler Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Halis Duman, Saatçioğlu'nun yakın bir gelecekte Trabzon'da orman fakültesinin kurulacağını ve patronajlığını İÜ Orman Fakültesinin yapacağını açıkladı (Duman, 1990).

Trabzon kamuoyu da konuya ilgi gösterdi. KTÜ'ye Yardım Derneği, 3 Mayıs 1967 günü İÜ Orman Fakültesi, İstanbul Valiliği ve Türk Mühendis ve Mimar Odalar Birliğine yazılar yazarak, KTÜ Orman Fakültesinin açılmasına yönelik isteklerini ilettiler. İstanbul Valisi Vefa Poyraz'a başvurarak Trabzon'un elçisi olması istendi. Bu elçilik, İÜ Orman Fakültesi Dekanlığı ve Profesörler Kurulu ile görüşme şeklindeydi. Vefa Poyraz, Trabzon Valisi iken KTÜ'nün kurulmasında olağanüstü çabalar göstermişti. Ayrıca ilgili Derneğin ilk başkanı ve Trabzon'un fahri hemşehrisiydi. Dernek, çeşitli kurumlarla görüşmeleri sonucu aldığı yanıtları, 16 Haziran 1967 günü KTÜ Rektörlüğüne ilettiler. Rektör Ahmet Özel 29 Haziran 1967 günü Derneğe verdiği cevapta, Orman Fakültesi kadrolarının tahsis edildiğini, bina projelerinin de gereğinin yapılması için Bayındırlık Bakanlığına gönderildiğini vurguladı (Bayraktar, 2009).

KTÜ'de Orman Fakültesinin kurulmasını sağlayan 1963 yılındaki 336 sayılı yasada kuruluş kadroları 1(bir) sayılı cetvel ile gösterilmişti. Toplam 74 akademik personel listede yer alıyordu. Aylıkları 1100-2000 TL arasında değişen 14 profesör, 800-1100 TL arasında değişen 20 doçent ve 500-800 TL arasında aylık alacak olan 40 asistan Orman Fakültesinin akademik kadrosunu oluşturuyordu. Memurundan fakülte sekreterine kadar toplam 7 idari kadro tahsis edilmiş ve aylıkları 400-950 TL arasında belirlenmişti. 336 sayılı yasanın 2. Maddesine yönelik 871 sayılı yasa 1967 yılında kabul edildi ve KTÜ'ye ve Orman Fakültesine yeni kadrolar verildi (RG,31.05.1967).

Temel Bilimler, İnşaat-Mimarlık ve Makine-Elektrik fakültelerinin bina projeleri yarışma ile belirlendi. Orman Fakültesinin binası ise Kanada'daki bir orman fakültesinin modeli dikkate alınarak projelendirildi. Rektör Özel'in de vurguladığı gibi, proje 1967 yılında Bayındırlık Müdürlüğüne gönderildi. Kalkınma Planı uyarınca gerekli bütçe sağlandı ve 1968 yılı sonunda ihale edildi.

İÜ Orman Fakültesi Dekan Vekili Hayrettin Kaya-

cık, kendi profesörler kurulunun KTÜ bünyesinde açılacak orman fakültesi patronajını memnuniyetle kabul ettiğini bir kez daha açıkladı. Yeni açılacak orman fakültesinin birinci sınıf (I-II sömestre) tedrisatının KTÜ Temel Bilimler Fakültesinde yapılması gerektiğini vurguladı. Bu konuda KTÜ Rektörü ile Temel Bilimler Fakültesi Dekanı ile esasları görüşmek üzere İstanbul'a davet ettiklerini açıkladı. İÜ Orman Fakültesi Profesörler Kurulu, 14 Kasım 1967 tarihli toplantısında ise KTÜ bünyesinde açılacak orman fakültesi ilgili hususlarda KTÜ Rektörlüğü ile Fakülteleri arasındaki işbirliğini sağlamak üzere Prof. Dr. Besalet Pamay'ı fakülte temsilcisi olarak görevlendirdi. Kurul ayrıca bir protokol taslağı hazırlayarak 19.12.1967 günü Milli Eğitim Bakanlığına gönderdi. Fakülte koordinatörü olarak seçilen Prof. Dr. Besalet Pamay'ı ise protokol işlerini takip etmesi için 25.12.1967 tarihinde Ankara'ya görevlendirdi (Yenigün, 26.09.1967; Bayraktar, 2009).

İÜ Orman Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Kemal Erkin, KTÜ Rektörlüğünün 29 Aralık 1967 tarihli, 4090/3536 sayılı yazısına cevaben, hazırlanan protokole ilişkin bazı soruları gündeme getiren bir yazı yazdı. Yazıda; 1968 yılı Ocak ayı içerisinde Ankara'da Başkanlığınızda toplanmış bulunan KTÜ Merkez Danışma Kurulu, müstakbel orman fakültesinin kuruluşu ile ilgili ve Fakültemizde son şekli verilerek birer nüshası Milli Eğitim Bakanlığı ve Rektörlüğümüze sunulmuş bulunan protokol esaslarının; a) Görüşülüp görüşülmediği, b) Görüşülmüşse ne gibi değişiklikler yapıldığının, c) Görüşülmemişse ne zaman görüşülebileceğinin bildirilmesi, istenmektedir (Bayraktar, 2009).

KTÜ Rektörü Prof. Ahmet Özel, İÜ Orman Fakültesi Dekanlığına gönderdiği, 7 Şubat 1968 gün ve 431-82 sayılı yazıda, Merkez danışma Kurulu toplantısında bütün protokoller için bir protokol tespiti esası üzerinde müzakereler yapıldığını, bu hususta Milli Eğitim Bakanı'nın da görüşü belli olduktan sonra Trabzon'da yapılacak müteakip toplantıda görüşülmesinin uygun olacağı mütalaası ile tehir edildiğini beyan etmektedir (Bayraktar, 2009).

KTÜ'de Orman fakültesinin eğitim-öğretime geçmesi konusunda hazırlıklar yapılırken Ege Üniversitesi Rektörü, orman fakültesi kurulması hazırlıklarının tamamlandığını kamuoyuna açıkladı. Ayrıca İÜ Orman Fakültesi dekanı Prof. Dr. Kemal Erkin ile görüştüklerini söyledi. Dekan Kemal Erkin, Trabzon'a angaje olduklarını söyledi. Orman Mühendisleri Odasının da üçüncü bir orman fakültesi kurulmasına karşı çıkması sonucu, Ege Üniversitesinin girişimleri sonuçsuz kaldı (Bayraktar, 1969; OMO, 1970).

KTÜ Danışma Kurulu ile İÜ Orman Fakültesinin kurduğu ve Selahattin İnal, Besalet Pamay ve Adnan Berkel gibi profesörlerden oluşan komisyonu, 25 Mayıs 1969 günü Ankara’da Milli Eğitim bakanlığında tekrar bir araya gelerek çalışmalara hız verdi (Bayraktar, 1969).

KTÜ Merkez Danışma Kurulu, Orman Fakültesinde sadece Orman Ürünleri Sanayii Mühendisi yetiştirilmesine yönelik bir karar aldı. Karar, Milli Eğitim Bakanı İlhami Ertem tarafından onandı. Bu gelişmeden bir ay sonra, İ.Ü. Orman Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Kemal Erkin başkanlığındaki beş profesörden oluşan bir heyet, Ankara’da yeni görevine başlayan Milli Eğitim Bakanı Prof. Dr. Orhan Oğuz ile görüştü. Bu tür eğitimin sakıncalarını anlattılar ve kararın gözden geçirilmesini sağladı. 1969 yılında gerçekleşen karşılıklı hamleleri, izleyen yılda Milli Eğitim Bakanının başkanlığında, KTÜ Merkez Danışma Kurulu üyeleri ile İÜ Orman Fakültesi temsilcilerinin 29.07.1970 tarihinde İstanbul’da yaptıkları toplantı izledi. Toplantı sonucunda, Orman Ürünleri Sanayi bölümünün kurulması kararından vazgeçildi ve bölüm esasına göre öğretim etkinliğinde bulunulması kabul edildi. KTÜ Orman Fakültesi bünyesinde olması beklenen bölümlerin adı; Orman İşletmeciliği, Orman Endüstrisi ile Havza Islahı bölümleridir (Köse, 2018).

Bu arada, İÜ Orman Fakültesi temsilcisi Prof. Dr. Besalet Pamay’ın hazırladığı “KTÜ Orman Fakültesi Kuruluşu Hakkında Rapor” 1971 yılında ilgili taraflara verildi. Pamay, ders vermek için Trabzon’a gelmesi yanında “KTÜ Kampüs Plan ve Projesi” yapımında da görev aldı.

KTÜ’de yeni rektörü Prof. Dr. Ekrem Göksu’nun göreve gelmesiyle Orman Fakültesinin eğitime başlatılmasına hız verildi. KTÜ rektörlüğü ile İÜ Orman Fakültesi arasında bir protokol hazırlandı (Eryılmaz, 1982 ve 1993, Bayraktar, 2009). Protokol, KTÜ Rektörü Prof. Dr. Ekrem Göksu, İÜ Orman Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Hayri Bayraktaroğlu ve Milli Eğitim Bakanı Orhan Oğuz tarafından 25.02.1971 tarihinde imzalandı.

Protokol, İÜ Orman Fakültesi Dekanlığı antetli olup, “KTÜ Orman Fakültesi Kuruluşu Hakkında Milli Eğitim bakanlığı ile İÜ Orman Fakültesi Arasında İmzalanan Protokol” başlığı taşıyordu. Protokol 4 maddede açıklanmıştı.

Milli Eğitim Bakanlığı Trabzon’da KTÜ’ye bağlı Orman Fakültesinin kuruluşu ve çalışması için, İÜ Orman fakültesiyle işbirliği yapmayı; bu fakülteyi hami Fakülte olarak tanımayı ve organlarının(Genel Kurul, Profesörler Kurulu, ve

Yönetim Kurulu) alacağı kararları uygulamayı kabul eder.

İÜ Orman Fakültesi, KTÜ Orman Fakültesi tüzel kişilik kazanıncaya kadar;

Bu fakültede uygulanacak olan öğretimin esasları ile okutulacak derslerin tespitini ve bu derslerin sömestri ve yıllara dağıtımını yapmayı,

Kendi öğretim üyesi ve yardımcılarıyla bu Fakültenin öğretim ve araştırma faaliyetlerini imkanları ölçüsünde aksatmadan yürütmeyi,

Gerektiğinde dış ülkelerdeki müesseselerden öğretim üyesi ve öğretim görevlisi temininde yardımcı olmayı,

KTÜ Orman Fakültesinin ders, tatbikat, seminer ve araştırmalarına yardımcı olmak maksadıyla, kürsü ve laboratuvarlarında mevcut makine, alet ve malzemeyle genel kilerden verilmesi mümkün olanları bu Fakülteye geçici olarak vermeyi veya devretmeyi kabul ve taahhüt eder.

İÜ Orman Fakültesi, KTÜ Orman fakültesinin yetkili organları kuruluncaya kadar,

Bu Fakültenin asistanlarına “Doktora” ve “Doçentlik” tezleri vermeyi ve yaptırmayı,

Profesörlük dahil her türlü akademik unvan tevcihi işlemlerini, ilgili mevzuat uyarınca yapmayı,

Bu Fakülte için yerli ve yabancı öğretim üyesi, öğretim görevlisi ve uzman seçimlerini yapmayı ve bunlarla ilişkin işlemleri yürütmeyi taahhüt eder.

İÜ Orman Fakültesi, KTÜ Orman Fakültesinin Dekanlık görevini görmek üzere, bir profesörünü aday olarak seçmeyi ve gerektiğinde kendisini, Üniversiteler Kanununun 62. maddesi uyarınca vazifelendirmeyi kabul eder.

Protokol ilk sonucunu verdi. İÜ Orman Fakültesinin önerdiği dekan adayı Prof. Dr. Orhan Uzunsoy, Milli Eğitim Bakanı Şinasi Örel tarafından KTÜ Orman Fakültesi dekanlığına atandı. Dekan Uzunsoy, 23 Eylül 1971 tarihinde Trabzon’da göreve başladı. Öğrenci alımı konusunda çalışmalarına başlandı. KTÜ’nün 1971-1972 eğitim öğretimde alacağı öğrenci kontenjanları Tablo 1’de listelenmektedir.

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Genel Ormancılık Bölümüne sahipti. Bu bölümde okuyan öğrenciler, 4 yıllık öğrenim süresi sonunda Orman Yüksek Mühendisi olarak mezun oluyorlardı. İkinci bir bölümü yoktu. KTÜ’de de aynı sistem benimsenmişti. 50 öğrenci alımı ile eğitim-öğretim

başlayacaktı. Fakat Devlet Planlama Teşkilatının istediği Orman Ürünleri Sanayii Mühendisliği Bölümü kurulamamıştı. KTÜ Yönetimi bu durumdan rahatsızdı. KTÜ Üniversite Yönetim Kurulu, 27 Kasım 1971 günkü toplantısında münakaşalı geçen bir müzakere sonucu, Orman Ürünleri Sanayii Mühendisliği Bölümünü kurdu (Duman, 1990). Genel Ormancılık Bölümündeki 50 kontenjandan 15'i Orman ürünleri Sanayi Mühendisliği Bölümüne aktarıldı ve DPT'nin isteği yerine getirildi.

Tablo 1. KTÜ'nün 1971-1972 öğretim yılı öğrenci kontenjanları
Table 1. Students quotas for the 1971-1972 academic year of KTU

Fakülte	Bölüm	Kontenjan
İnşaat-Mimarlık	İnşaat Mühendisliği	65
	Mimarlık	35
Temel Bilimler	Jeoloji Mühendisliği	40
Makina-Elektrik	Makina Mühendisliği	60
	Elektrik Mühendisliği	40
Orman	Genel Ormancılık	50
	(Orman Mühendisliği)	

3.2. Öğrencilerin Karadeniz Teknik Üniversitesine kayıt olma koşulları nasıldı?

Üniversite tarafından ilan edilen kontenjan lise mezunlarına aitti. Sahil liseliler, yabancı uyrukular ve askeri öğrenciler kontenjana dâhil değildi. Liselerin fen kolundan mezun olanların 50 kişilik kontenjana başvuru hakkı vardı. Mühendislik bölümleri (İnşaat, Mimarlık, Makine, Elektrik, Jeoloji, Jeodezi, Genel Ormancılık, Orman Ürünleri Sanayi, Kimya mühendislikleri) için 300 puan, lisans bölümleri (Matematik, Fizik, Kimya) 280 puanı olanlar başvuru hakkına sahiptiler. Her bir öğrencinin 3 bölüm tercih hakkı vardı. Bir öğrenci önce ön kayıt sonra kesin kayıt yaptırabiliyordu.

KTÜ Orman Fakültesine dekan atanmadan önce öğretim üyesi ve asistan alımına başlandı. İlk atanan asistan Dr. Ramazan Özen'dir. 1971 yılı Haziran ayında atanan Özen'i, Eylül ayında atanan Dr. Fahri Batu, Dr. Ömer Aydın Türüdü ve Dr. Mehmet Özçamur izledi. Bu asistanlar Avrupa'da doktora yapmışlardı. Asistan İhsan Gümüşkaya'nın da ataması 1971 yılı sonuna doğru yapıldı. 1972 yılı Mart ayında ise Dr. Burhan Soykan, Dr.Yılmaz Öztan, Asistan Nesime Merev, Asistan Şahin Bostancı, Asistan Hüdaaverdi Eroğlu, Asistan Kamil Yazıcı, Nisan ayında Asistan Avni Yücel Eryılmaz, Asistan Harzemşah Hafizoğlu, Mayıs ayında Asistan Rahim Anşin, Ağustos ayında Dr. Fikret Kapucu, Asistan Hasan Zeki Kalay, Aralık ayında ise Asistan Cemil Ata, Asistan Mehmet Serez ve

Asistan Yalçın Örs göreve başladılar (Eryılmaz, 1993).

KTÜ Orman Fakültesinde ilk bilimsel toplantı 3 Ekim 1971 günü yapıldı. Karadeniz ormanlarında Yaş Sınıfları Yöntemine göre yapılan amenajman planlarının uygulanması, gençleştirme ve bakım sorunları ile bölgenin ekolojik koşulları Trabzon'da tartışıldı. İÜ Orman Fakültesi öğretim üyelerinden Ord. Prof. Dr. Asaf İrmak, Prof. Dr. İsmail Eraslan ve Prof. Dr. İbrahim Atay'ın rehberliğinde seminer ve ekskürsion (teknik gezi) gerçekleştirildi. Temel Bilimler Fakültesi amfisi ve Trabzon Orman Baş Müdürlüğü Orman Okulu salonunda yapılan toplantılar ve arazideki tartışmalar 5 gün sürdü (Yenigün, 4 Ekim 1971).

KTÜ Orman Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Orhan Uzunsoy, Fakültenin 35 kişilik kontenjanının 50 kişiye çıkarılarak Türkiye'de ilk kez Orman Ürünleri Sanayi Mühendisliğinin açılacağını kamuoyuna duyurdu. Öğrencilerin birinci ve ikinci sınıfları Trabzon'da okuyacak öğrencilerin 23 Ekim 1971 günü derse başlayacağını söyledi (Yenigün, 4 Ekim 1971). Dekan Uzunsoy, tekrar basına yaptığı açıklamada İstanbul'dan gelecek hocalarla derslerin ancak 23 Kasım 1971'de başlayacağını, KTÜ'de öğretim üyesi yardımcısı alımlarına devam ettiklerini duyurdu.

Tablo 2. Türkiye'de 1971 yılında eğitim-öğretim yapan üniversiteler
Table 2. Universities providing education in Turkey in 1971

	Üniversite	Kuruluş Tarihi	Kuruluş Yasası	Kurulduğu İl
1	İstanbul	06.06.1933	2253	İstanbul
2	İstanbul Teknik	20.07.1944	4619	İstanbul
3	Ankara	18.06.1946	4936	Ankara
4	Karadeniz Teknik	27.05.1955	6594	Trabzon
5	Ege	27.05.1955	6595	İzmir
6	Atatürk	07.06.1957	6990	Erzurum
7	Orta Doğu Teknik	04.06.1959	7307	Ankara
8	Hacettepe	08.07.1967	892	Ankara
9	Boğaziçi	12.09.1971	1487	İstanbul

KTÜ Orman Fakültesine kaydedilen öğrenciler, 1971-1972 eğitim öğretim yılına açıklanan tarihte başladılar. Öğrenciler, Orman Fakültesi binalarının inşaatı bitmediğinden Temel Bilimler Fakültesi amfi ve dersliklerinde öğrenim görüyorlardı. Öğretim elemanları ise Fizik binasında işe başlamışlardı. Orman Fakültesinin inşaatı 1971 yılında tamamlanıp, donanımları ile 1972 yılında hizmete

girince en üst katına Rektörlük örgütü taşındı. Orman Fakültesi akademik ve idari personeli ise iki katta hizmet veriyordu. Öğrenciler de 1972-1973 Eğitim-Öğretim yılı başında yeni binaya taşınma imkânına kavuştular.

Türkiye'nin ikinci orman fakültesi KTÜ'de 1971 yılında eğitime başladığında, Hacettepe ve Boğaziçi üniversiteleri de eğitim öğretime geçmiş ve Devlet üniversitesi sayısı dokuzu bulmuştu.

3.3. Mezunlara verilecek unvan

KTÜ Orman Fakültesi 1971 yılında eğitime başladı. Dört yıllık eğitimin sonucunda mezun verecekti. Öğrenciler, KTÜ'de İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi programının uygulandığını, aynı öğretim üyelerinin Trabzon'a gelerek ders verdiklerini, sınıf mevcutlarının daha az olması nedeniyle iyi yetiştiklerini öne sürerek diplomalarına ne unvanı yazılacağını Fakülte yönetimine sordular. Kamuoyuna açıklama yaparak boykot başlattılar ve derslere girmediler. KTÜ'nün diğer bölümlerinde 4 yılda mühendis yetiştirilirken İ.Ü. Orman Fakültesinde aynı sürede yüksek mühendis unvanıyla mezun veriliyordu. KTÜ ile İÜ arasında yapılan protokol gereğince eğitim-öğretim mevzuatı uygulanıyordu. KTÜ Orman Fakültesi öğrencileri, 1975 yılı Haziran ayında mezun olmalarına az bir süre kala sorunlarının çözümünü hızlandırmak için ikinci kez boykota başvurdular.

KTÜ Orman Fakültesi, sorunu KTÜ Rektörlüğü vasıtasıyla Üniversitelerarası Kurul (ÜAK) gündemine taşıdı. ÜAK, 26-27 Nisan 1974 ve 21-22 Kasım 1974 tarihlerinde iki karar aldı. Bu kararlar üzerine İ.Ü. Orman Fakültesi Fakülte Kurulu'nun 10.12.1974 tarihli kararı ile İÜ Senatosunun 10.12.1974 tarihli mezkur Fakülte Kurulu kararına ait tasvip kararları ÜAK'ın 19 Nisan 1975 tarihinde aldığı karar üzerine KTÜ Orman Fakültesi Dekanlığının hazırladığı 12 Mayıs 1975 tarih ve 357 sayılı rapor Karadeniz Teknik Üniversitesi Üniversite Yönetim Kurulunun gündemine geldi. Kurul, KTÜ Rektörü ve İ.Ü. Orman Fakültesi Dekanlığı arasında imzalanan 25.02.1971 tarihli protokol, Üniversitelerarası Kurul kararı ve yürürlükteki mevzuatı dikkate alarak aşağıdaki üç önemli kararı verdi (Köse, 2018).

İ.Ü. Orman Fakültesi ile KTÜ Orman Fakültesinin aynı düzeyde tedrisat yaptıkları, öğretim plan ve programlarının aynı olduğu, programların uygulanmasında (ders, uygulama, seminer, diploma tezi, ekskürsiyon, yaz stajları vs) aynı fakültenin profesörleri ve doçentleri tarafından yerine getirildiği, İ.Ü. Orman Fakültesi mezunlarına Orman Yüksek Mühendisi unvanı verildiği dikkate alınarak

1971-1972, 1972-1973, 1973-1974 öğretim yıllarında KTÜ'ye kaydedilen Orman Mühendisliği Bölümü öğrencilerine mezuniyetlerinde "Orman Yüksek Mühendisi" unvanı verilmesi,

Orman Sanayi Bölümü için Hamburg Üniversitesi Reinbek Orman Ürünleri Sanayi Bölümünün programının uygulanması nedeniyle "Orman Sanayi Yüksek Mühendisi" unvanı verilmesi,

1974-1975 öğretim yılında kayıt olan öğrencilerin de "Yüksek Mühendis" grubuna dahil edilmesi, 1975-1976 öğretim yılında alınacak öğrencilere "Mühendis" unvanı verilmesi kararlaştırıldı.

3.4. Bölüm adlarının değişmesi, mezuniyet süreci

KTÜ Orman Fakültesinin mevcut iki bölümünün adı 1974 yılında değiştirildi. Genel Ormanlık Bölümünün adı "Orman Mühendisliği", Orman ürünleri Sanayi Mühendisliği Bölümünün adı ise "Orman Sanayi Mühendisliği" oldu (KTÜ Senato, 21 Haziran 1974 gün ve 44 sayılı toplantı). İzleyen yılda ise Orman Sanayi Mühendisliği Bölümünün adı "Orman Endüstri Mühendisliği" olarak değiştirildi ve 1975 yılında çıkan Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinde yer aldı (RG, 1975).

Orman Ürünleri Sanayi Mühendisliği Bölümünün ilk öğrencileri üçüncü sınıfa başlamıştı. Çok önemli meslek derslerinin öğretim üyesi Türkiye'de mevcut değildi. Bunun üzerine KTÜ Senatosu, Batı Almanya'dan bir profesörü ders vermek için davet etti. Kaplama Kontrplak, Yonga Levhaları ve Yüzey İşlemleri derslerini vermek üzere, Hamburg Üniversitesi Rosenheim Fachhochschule profesörü Gerhard Rackwitz'i iki ay süreyle görevlendirdi. Aylık brüt 13 bin TL ücret, geliş-gidiş yol masrafları için 5 bin TL ve yurt içi görevlendirmelerde de yasal yolluk ve yevmiye ödenmesine karar verdi (Köse, 2018). Aynı dersleri izleyen yıllarda Fransız Villiere ve Alman Von Pechman verdi. Tercümeleleri Orman Sanayi Mühendisliği Bölümü doktor asistanları yaptı. KTÜ yönetimi bu tür uygulamaları daha önce farklı bölümlerinde de yapmıştı. İnşaat, Mimarlık, Jeoloji gibi bölümlere yurt dışından profesörler getirtmiş ve bu öğretim üyeleri birkaç yıl KTÜ'de derslere girmiş ve araştırma projelerine yardımcı olmuşlardı.

Orman ürünleri sanayisi konusunda ilk uluslararası seminer, Orman Fakültesinin amfilerinde 11.06.1975 günü başladı ve 3 gün sürdü. Seminer, Federal Almanya Uluslararası Gelişme ve Vakfı İlaş ve Tarım Merkezi Dairesi ile organize edildi. Seminer konusu, Türkiye'de Orman ve Kereste Endüstrisi (Gelişme ve Müşterek Çalışma Perspektifleri)

tifleri) konulu ihtisas seminerine akademisyenler yanında kamu ve özel sektör temsilcileri katıldı (Duman, 1990).

KTÜ Orman Fakültesinin Öğretim ve Sınav Yönetmeliği ilk kez 8 Eylül 1975 gün ve 15350 sayılı Resmi Gazetede yayımlandı. Orman Mühendisliği, Orman Endüstri Mühendisliği ve Peyzaj Mimarlığı bölümlerinin yarıyıllar itibarıyla dersleri, kredileri ve seçmeli dersleri yanında alınacak unvanlar da ilgili Yönetmelikte yer aldı. Kış, yaz ve güz dönemleri tanımlandı. Yarıyıllardaki derslerin sınavları kış ve yaz yarılları sonunda, bütünleme sınavları ise yaz yarılları sınavlarından sonraki güz döneminde yapılması kararlaştırıldı.

KTÜ Orman Fakültesinin üçüncü bölümü Peyzaj Mimarlığı ise Senatonun 18.08.1975 gün ve 2 sayılı kararı ile kuruldu. Karar, 18 Eylül 1975 günü Resmi Gazetede yayımlandı. Fakat yeterli kadro oluşturulamadığı için 1982 yılında kapatıldı. Aynı bölüm 1988 yılında tekrar kuruldu ve 1990 yılında YÖK tarafından onaylandı ve aynı yıl eğitim-öğretime başladı.

KTÜ, İÜ ve Milli Eğitim Bakanlığının 1970 yılında KTÜ'de üçüncü bir bölüm olarak kabul ettiği Havza Islahı Bölümü de ancak 1992 yılında gündeme geldi. Orman Fakültesi Fakülte Kurulunun önerdiği Erozyon Mühendisliği Bölümü kurulması kararı KTÜ Senatosunun 2 Ekim 1992 gün ve 118 sayılı toplantısında kabul edildi. Toprağını ve suyunu planlı kullanamayan hiçbir ülkenin kalkınmadığı bilimsel bir gerçek olmasına, topraklarının yaklaşık %80'inde çeşitli şiddette erozyon bulunmasına rağmen Yükseköğretim Kurumunda dikkate alınmadı ve Türkiye'de ilk olacak bu bölümün kurulması gerçekleşemedi (Köse, 2018).

Orman Fakültesinin Senatoya önerdiği Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü ise 2009'da kuruldu. Eğitim ve öğretime başlaması, 2012-2013 döneminde gerçekleşti.

KTÜ Orman Fakültesi ilk mezunlarını 1975 yılında verdi. 40 kişilik Orman Mühendisliği Bölümünden 6 ve 13 kişilik Orman Sanayii Mühendisliği Bölümünden 5 öğrenci yılsonu sınavında başarılı bulunarak mezun oldular. Bütünleme sınavı sonrası ise Orman Mühendisliğinden 11, Sanayii Mühendisliğinden iki öğrenci daha mezuniyete hak kazandılar (Duman, 1990).

Fakülteyi Orman Sanayii Mühendisliğinden Mehmet Savsar birinci olarak bitirdi. İkinci Orman Mühendisliği Bölümünden Kemal Salvur, üçüncü ise Orman Sanayi Mühendisliğinden Nadir Somuncu oldu. Her iki bölümden mezun öğrencilerin mezuniyet töreni, Makine-Elektrik Fakültesindeki Halis Duman Amfisinde gerçekleşti. Mezuniyet kokteyli ise şehir merkezinin deniz kenarındaki Emperyal gazinosunda (ilerleyen yıllarda yıkıldı) yapıldı. Tören ve kokteyle İÜ Orman Fakültesi öğretim üyeleri de katılım gösterdi.

KTÜ tarihinde ilk doçentlik sınavı, 1975 yılında Orman Fakültesinde yapıldı. Burhan Soykan için yapılan sınavın dört aşaması mevcuttu. Üniversitedeki Maliye Bakanlığı veznesine 500 TL'lik başvuru harcı yatıran aday, öncelikle yabancı dil sınavını başarmak ve doçentlik tezi hazırlamak zorundaydı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi profesörlerinden oluşan jüri, raporlarını ayrı ayrı sunduktan sonra ortak bir toplantı sonrası yine rapor hazırladı. Orman Fakültesi toplantı salonunda yapılan kollokyum (sözlü) sınavında başarılı bulunan aday, bir gün sonra Amfi-3'te dinleyicilere

Tablo 3. Türkiye'de kurulu orman fakülteleri
Table 3. The faculties of forestry in Turkey

Sıra No	Kurulduğu üniversite	Kuruluş Tarihi	Fakülte kuruluşu	Eğitime başlama	Bağlı olduğu üniversite
1	İstanbul	1933	1933*	1933	İstanbul Üni. Cerrahpaşa-2018
2	Karadeniz Teknik	1955	1963	1971	-
3	Süleyman Demirel	1992	1992	1995	Isparta Uygulamalı Bilimler-2018
4	Zonguldak Karaelmas (Bülent Ecevit)	1992 (2012)	1992	1993	Bartın-2008
5	Bolu Abant İzzet Baysal	1992	1992	1995	Düzce-2006
6	Gazi	1992	1992	1998	Kastamonu-2006
7	Sütçü İmam	1992	1992	1996	-
8	Kafkas	1992	1992	1993	Artvin Çoruh-2007
9	Ankara	1994	1994	1996	Çankırı Karatekin-2007
10	Karabük	2007	2012	2013	-
11	Bursa Teknik	2010	2010	2015	-
12	İzmir Kâtip Çelebi	2010	2010	2018	-

*1857 yılında kurulan iki yıllık Orman Okuluna dayanır.

açık olan deneme dersi verdi ve başarılı bulundu. KTÜ Senatosunun 21.11.1975 gün ve 88 sayılı toplantısında ise doçent unvanı onaylandı.

Orman Fakültesinin kadrosundan ilk profesörlüğe yükseltilme, Senatonun 11 Şubat 1977 gün ve 126 sayılı toplantısında gerçekleşti. Doç. Dr. Hüsamettin Peker'in profesörlüğe atanması için Milli Eğitim Bakanı, Başbakan ve Cumhurbaşkanı'nın üçlü kararnameyi imzalaması ile gerçekleşti. Prof. Dr. Hüsamettin Peker, Orman Fakültesinin akademik kadrosundan yetişen ilk dekan oldu. KTÜ'nün 1977 yılında özerkliğe kavuşmasından sonra dekan ve rektörler göreve seçimle gelirdi. Hiçbir üst makamın onayı gerekmezdi. Mazbatayı alan, aynı gün göreve başladılar. 1977 yılında yapılan rektör seçimini Mimarlık Bölümünden Prof. Dr. Erdem Aksoy kazandı. Orman Fakültesinin ilk seçimle göreve gelen dekanı ise Prof. Dr. Burhan Soykan oldu (Köse, 2018).

KTÜ Orman Fakültesinin ilk kendi öğretim üyeleri 1975-1976 eğitim öğretim döneminden sonra derslere girmeye başladılar. Doç. Dr. Hüsamettin Peker Orman İşletme Ekonomisi, Doç. Dr. Burhan Soykan Orman Amenajmanı ve Foto Yorumlama, Doç. Dr. Yılmaz Öztan ise Toprak Koruma ve Sel Kontrolü derslerini verdiler.

4. Tartışma ve Sonuç

Türkiye'de Orman Fakültelerinin kurulmasında genelde bir kritere göre hareket edilmediği görülmektedir. İstanbul Üniversitesinde orman fakültesi kurulmasının haklı gerekçeleri vardı. İlk oluşu, geçmişinin köklü bir tarihe dayanması, Almanya'dan gelen ve getirilen profesörlerin ilk orman fakültesinde görev almalarını gerekçe gösterebiliriz. Karadeniz Teknik Üniversitesinde orman fakültesi kurulmasında ise kalkınma planları doğrultusunda karar verilmesi önemli bir etkidir. Teknik üniversite kapsamında Orman Ürünleri Sanayi Mühendisliğinin kurulması çalışmaları, planlamada dikkate alınan kalkınma anlayışına dayanır.

1992'de bir gecede 6 orman fakültesinin kurulması ise tamamen siyasi nedenlere dayanmaktadır. Antalya ilinde orman fakültesi kurulması çalışmaları yürütülürken, iktidar karar vericileri ve üst düzey bürokratlarının istekleri ön plana çıkmıştır. Yeni kurulan altı orman fakültesinden dördünün Karadeniz Bölgesinde kurulması örneğinde olduğu gibi. Daha sonra kurulan yeni orman fakültelerinin de kriterlerinin bulunmadığı görülmektedir. Çok farklı topoğrafya, iklim, toprak ve bitki örtüsü ya da endüstrinin geleceğine yönelik coğrafi bölge anlayışı hiç dikkate alınmamıştır.

Akdeniz ormancılığında sık sık söz edilir, Türkiye'nin Akdeniz kuşağında yer aldığı konular ama Antalya, Mersin ve Adana illerinde orman fakültesi kurulması gündeme gelmez. Fakat, orman yangınlarının gündeme gelmesiyle, kamuoyu, bölgedeki orman fakültelerini arar olmuştur.

Doğu Karadeniz Bölgesinde bir, Orta ve Batı Karadeniz bölgelerinde birer orman fakültesi yeterli olması gerekirken, bugün bitişik sayılabilecek Kastamonu, Bartın, Karabük, Çankırı ve Düzce illerinde 5 orman fakültesi kuruludur. Marmara Bölgesinin İstanbul ve Bursa illerinde birer orman fakültesinin mevcudiyeti isabetli karardır. Gecikmeli de olsa İzmir'de bir orman fakültesinin kurulması yeterli olmayabilir. Akdeniz Kuşağında Antalya'da bir, Mersin veya Adana'da bir orman fakültesinin kurulması ihtiyaç olarak görülmelidir. Arazi bozulmasının yaşandığı, kurak mıntıkların ön plana çıktığı günümüzde İç ve Doğu Anadolu Bölgelerinde birer orman fakültesi kurulmalıdır.

Orman fakülteleri kurulduktan sonra bunlara atanan yöneticilerin hemen bölüm kurması ve bir an önce eğitim öğretime başlama isteklerine olumlu bakılmamalıdır. Katılımcı yaklaşım benimsenerek, Üniversite- Kamu- Özel Sektör- Sivil Toplum bir araya gelerek karar almalı ve siyasete katkı yapılmalıdır.

Kaynaklar

Bayraktar, A. K. Y.. 2009. KTÜ'nün Kuruluş Çalışmaları, Sonhaber Matbaacılık, Trabzon.

Bayraktar Gazetesi, 29 Mayıs 1969, KTÜ danışma Kurulu Yarın Ankara'da Toplanıyor, Trabzon.

Duman, H. 1990. Karadeniz Teknik Üniversitesinde Görevim ve Bazı Anılarım. Acar Matbaacılık, İstanbul.

Eryılmaz, A.Y, 1982. Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesinin 10 yılı, *Karadeniz Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt:5, Sayı:2, s.269-294, Trabzon.

Eryılmaz, A. Y. 1993. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'nin Kuruluşu ve Eğitim-Öğretim Etkinliklerinin Tarihsel Gelişimi, KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 168/20, Trabzon.

Hizmet Gazetesi, 27 Şubat 1966, Trabzon.

Köse, S. 2018. KTÜ 61 Yaşında Belgelerle Karadeniz Teknik Üniversitesi Tarihi, Sonhaber Matbaacılık, Trabzon.

OGM, 1962. Beş Yıllık Planlama İle İlgili Ormancılık Komitesi Raporu, Orman Genel Müdürlüğü

Yayın No: 345/1, Gürsoy Basımevi, Ankara.

OMO, 1970. Orman Mühendisleri Odası. KTÜ Merkez Danışma Kurulunun Orman Fakültesi Kuruluşunu Tadil Eden Kararı, Orman Mühendisliği Dergisi,9(2): s. 5-8, Ankara

RG, 06.06.1933. İstanbul darülfünununun ilgasına ve Maarif Vekaletince yeni bir Üniversite kurulmasına dair kanun no: 2252, T.C. Başbakanlık.

RG (Resmi Gazete), 27 Mayıs 1955. Karadeniz Teknik Üniversitesi Adıyla Trabzon'da Bir Üniversite Kurulması Hakkında Kanun, Kanun No: 6594. T.C. Başbakanlık.

RG (Resmi Gazete), 27 Eylül 1963: Karadeniz Teknik Üniversitesi Adıyla Trabzon'da Bir Üniversite Kurulması Hakkındaki 6594 Sayılı Kanuna Ek Kanun, Kanun no:336. T.C. Başbakanlık.

RG(Resmi gazete), 31 Mayıs 1967. 336 sayılı Kanunda Değişiklik Yapılması Hakkında 871 sayılı Kanun. T.C. Başbakanlık.

RG(Resmi Gazete). 8 Eylül 1975. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Öğretim ve Sınav Yönetmeliği. T.C. Başbakanlık.

Yenigün Gazetesi, 26 Eylül 1967, Kemal Yılmaz Rektörü Bakana Şikayet Etti, Trabzon.

Yenigün Gazetesi, 4 Ekim 1971, KTÜ'de Orman Ürünleri Sanayi Kısmı Açılıyor, Trabzon.

Metinde atıf yapılmayan aşağıdaki eserlerden de yararlanılmıştır.

Bingöl,İ., 1990: Ormanlarımız ve Ormancılığımız, Cilt I ve II. Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı, Yayın no: 4, İstanbul.

Eraslan, İ. 1989: Türkiye'de Ormancılık Öğretim ve Eğitim Kurumlarının Tarihsel Gelişimi, Türkiye Eğitim ve Kültür Vakfı, Yayın No: 1, İstanbul

Gümüş, C. 2012: Türkiye'de ormancılık eğitiminin tarihsel gelişimi, 5531 Sayılı Kanunun Yüksek Öğretim ve Eğitime Yansımalarının İrdelenmesi ve Hedefler Kongresi, 23-24 Kasım 2012, s.31-45, Kastamonu.

İÜ 2013: 1857'den Günümüze Ormancılık Eğitim-Öğretim Çalıştayı, 17-19 Kasım 2013, 389 s, İstanbul

KTÜ, 1971:Karadeniz Teknik Üniversitesi Özel Kanunları, Protokolleri ve Yönetmelikleri, 3. Baskı, KTÜ Yayın No: 37, KTÜ Matbaası, Trabzon

KTÜ, 1992: KTÜ Senato Kararı, 02/10/1992 gün ve 118 sayı.

Keskin, Ö. 2013: Osmanlı İmparatorluğunda Ormancılık Eğitiminin Gelişimi: Orman Mekteb-i Alisi, 1857'den Günümüze Ormancılık Eğitim-Öğretim Çalıştayı, 17-19 Kasım 2013, s. 13-17, İstanbul

Pamay, B., 1971: KTÜ Orman Fakültesi Kuruluşu Hakkında Rapor.

Açık maden sahalarında kazı sonrası zemin değişiminin izlenmesinde İHA-tabanlı RTK/PPK yönteminin kullanımı: Düzce-Tatlıdere taş ocağı örneği

The use of UAV-based RTK/PPK method in monitoring the ground change after excavation in open-pit mine sites: A case study in the Düzce-Tatlıdere quarry

Yılmaz TÜRK¹
Berkan BALABAN¹
Ece ALKAN¹
Tunahan ÇINAR¹
Abdurrahim AYDIN¹

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Düzce

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Yılmaz TÜRK
yilmazturk@duzce.edu.tr

Geliş tarihi (Received)
26.03.2022
Kabul Tarihi (Accepted)
25.05.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)
İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Türk, Y. , Balaban, B. , Alkan, E. , Çınar, T. & Aydın, A. (2022). Açık maden sahalarında kazı sonrası zemin değişiminin izlenmesinde İHA-tabanlı RTK/PPK yönteminin kullanımı: Düzce-Tatlıdere taş ocağı örneği . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 76-85 . DOI: 10.17568/ogmoad.1093694



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Topografyanın engebeli ve ulaşılması zor olduğu alanlarda yersel ölçüm teknikleri ile ölçüm yapmadaki güçlükler nedeniyle uzaktan algılama teknikleri kullanımını bu tür durumlarda vazgeçilmez kılmaktadır. Gerçek zamanlı kinematik (Real Time Kinematic-RTK) tekniği ile konumsal verilerin doğruluğunda santimetre hassasiyetinde çalışmalar ortaya konulabilmektedir. Ancak topoğrafik yapısı, uydu bazlı konumlamaya uygun olmayan bölgelerde ölçü sonrası veri değerlendirme (Post Processing Kinematik -PPK) ölçüm tekniği alternatif çözüm sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı RTK ve ölçü sonrası veri değerlendirme (PPK) çözümünün Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri (GNSS) ve RTK-CORS tarafından sonradan işlenmiş ve düzeltilmiş konumsal ölçümler yoluyla dengelenmiş fotoğraf çiftlerinin ortaya koyduğu hassasiyet değerlendirmektir. Çalışma alanı olarak Düzce ili Tatlıdere Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan özel bir taş ocağı seçilmiştir. RTK ve PPK uygulama modülleri olan DJI Phantom 4 RTK insansız hava aracı (İHA) kullanılarak, taş ocağında eş zamanlı RTK ve PPK modlarında iki uçuş gerçekleştirilmiştir. RTK ve PPK yöntemi ile ortofoto üzerinde belirlenen ortalama konumsal doğruluklar sırasıyla 2,405 cm ve 0,814 cm olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre; taş ocağı alanı gibi işletme sonucunda oluşan şevlerde, PPK çözümünün daha uygun olacağı ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arazi Ölçme, İHA, RTK, PPK, Fotogrametri

Abstract

The use of remote sensing techniques makes it indispensable in such cases due to the difficulties in measuring with terrestrial measurement techniques in areas where the topography is rough and difficult to reach. With the Real-Time Kinematic (RTK) technique, studies can be performed with centimetre-level precision in the accuracy of spatial data. However, the Post-Processing Kinematic (PPK) technique provides an alternative solution in regions whose topographic structure is not suitable for satellite-based positioning. The aim of this study is to evaluate the sensitivity of the RTK and PPK solution by pairs of stabilized photographs through post-processed and corrected spatial measurements by the Global Navigation Satellite Systems (GNSS) and RTK-CORS network. A special quarry within the boundaries of the Düzce/Tatlıdere Forestry Operations Directorate was chosen as the study area. Using a DJI Phantom 4 RTK unmanned aerial vehicle (UAV), which has RTK and PPK modules, two simultaneous flights in RTK and PPK modes were carried out in the quarry. The average position accuracies determined on the orthophoto images received by using RTK and PPK methods were obtained as 2.405 cm and 0.814 cm, respectively. According to these results, it has been revealed that the PPK solution would be more appropriate for the slopes formed as a result of the operation, such as the quarry area.

Keywords: Field Survey, UAVs, RTK, PPK, Photogrammetry

1. Giriş

Dünyada insan nüfusunun artmasına paralel olarak doğal kaynakların tüketiminde artış gözlenmektedir. Doğal kaynakların yönetimi ve kullanımında sürdürülebilirlik ilkesi gözetilmekte olup; belirli aralıklarla gözlemleri ve ölçümleri gerektirmektedir. Bu gözlem ve ölçümler ekonomik, ekolojik ve sosyal dengeleri içeren birçok farklı disiplinlerarası araştırmayı kapsamaktadır. Doğal kaynakların yönetiminde kullanma ve koruma dengesini gözeten çalışmalarda karar destek sistemlerinin kullanımı önemli bir araçtır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) teknikleri hemen bütün doğal kaynak yönetimi bilimi ile alakalı araştırmalarda tercih edilmektedir. Geliştirilen teknolojiye paralel olarak CBS ve UA tekniklerinin ortaya koyacağı başarının arttırılmasında ise veri üretim hassasiyeti ve doğruluğu önemli araştırma başlıkları altında yer almaktadır.

İnsan ihtiyaçlarının karşılanmasında doğal kaynakların artması sonucunda çevreye duyarlı yönetim ve işletme bilinci gelişmiştir. Bunun sonucu olarak insan eliyle oluşturulmuş ve geri dönüşümünün neredeyse imkânsız olduğu mühendislik çalışmalarında yüksek doğrulukta veri üretiminin önemi ortaya çıkmıştır. Özellikle insanlığın yararına sunulan ve kullanılan madenler genellikle orman sayılan doğal yaşam alanlarındaki yüzey madencilik faaliyetleriyle elde edilmektedir. Sonuçta maden sahalarında işletme amacıyla inşaat işlerini içeren birçok geoteknik uygulama gerçekleştirilerek doğal zemin yapısı ve toprak örtüsü değiştirilmektedir. Yüzey madenciliğinin gerçekleştirildiği arazi sınırlarında ve yakın çevresinde meydana gelebilecek olumsuzlukların azaltılması veya iyileştirilmesi amacıyla farklı kategorilerde önlemler alınmaktadır (Festin ve ark., 2019). Bu önlemler restorasyon veya rehabilitasyon çalışmalarına konu önlemlerin alınmasını içermektedir. Maden ve taş ocağı alanlarının doğaya yeniden kazandırma çalışmaları için hazırlanan veya bu amaçla seçilen projenin uygulanması sonucunda ortaya çıkacak yapının veya oluşan yeni alanın kullanımında, yerel koşullara ve çevre koşullarına uyum sağlanarak, tüm canlılar için güvenli bir ortam oluşturulur (Anonim, 2010).

Yüzey madenciliği faaliyetleri sırasında ve sonrasında gerçekleştirilen mühendislik çalışmaları bulunmaktadır. Bu çalışmalarda inşaat işlerini içeren çalışmalar hem madencilik çalışmalarında hem iş(çi) güvenliğinin sağlanması hem de terk edilen madenlerin çevreye vereceği zararın azaltılması oldukça önemlidir (DeJong ve ark., 2015). Mühendislik bilimi içerisinde yüzey madenciliği

sonucunda oluşan kazı şevlerinde stabilizasyon önemli bir yer tutmaktadır. Şevlerde gözlenebilecek düşme, devrilme, kayma, yayılma, akma veya birleşik duraylılık türleri meydana gelebilmektedir (Varnes, 1978; Öz, 2005).

Yüzey madenciliği faaliyetleri esnasında ve sonrasında ortaya çıkan materyallerin depolandığı alanlarda veya oluşturulan şevlerde; şevi oluşturan malzemenin yer çekimine karşı koyamayarak aşağı yönlü hareket etmektedir. Duraylılık etkilerinin azaltılması ve doğal yapısı bozulmuş sahaların doğaya yeniden kazandırma çalışmaları, doğal ya da insan eliyle şekillendirilmiş ortam ve malzeme üzerinde yapılmaktadır (Anonim, 2010, Narendra ve ark., 2021). Böylece çevreye duyarlı bir çalışma faaliyeti dışında duraylılık üzerine etkili faktörler ortadan kaldırılmaktadır veya azaltılmaktadır. Sonuç olarak, zeminde biriktirilen veya oluşturulan (stok ve atık sahaları gibi) malzeme biriktirilen veya bir yapının maruz kaldığı gerilmenin ortadan kaldırılarak önemli bir deformasyona veya hareketin önlenmesi amacıyla ölçme bilimden ve tekniklerinden yararlanılmaktadır (Festin ve ark, 2019; Ren ve ark., 2021).

Zor arazi koşullarının bulunduğu dağlık alanlarda geleneksel ölçme teknikleri ile veri elde etmek oldukça zahmetli ve yorucudur. Maliyeti yüksek olan geleneksel yersel ölçüm teknikleri yerine günümüzde UA yöntemleri daha çok tercih edilmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yersel, hava ve uydu tabanlı veri toplama yöntemleri hız ve maliyet açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Modern yöntem ve araçlarla toplanan veriler hızlı bir şekilde analiz edilerek uygulamalı disiplinlerin kullanımına sunulmaktadır (Kabadayı ve Uysal, 2019).

Son yıllarda geliştirilen robotik sistemler araştırmacılara farklı ölçme teknikleri sunarak zamandan ve ekonomiden tasarruf sağlamaktadır. Hızla ivme kazanan bu teknikler arasında yakın resim fotogrametri kapsamında değerlendirilen ve çeşitli sınıflara ayrılan İHA platformları yer almaktadır (Watts ve ark., 2012). Ormancılık, ziraat, maden, inşaat gibi bilimlere kapsayan ölçme ve değerlendirme çalışmalarında zamansal esneklik ve hassas veri üretme imkanından dolayı tercih edilmektedir (Akgül ve ark., 2016; Tercan 2018; Buğday, 2018; Colomina ve Molina, 2014).

Madencilik faaliyetlerinin izlenmesinde İnsansız Hava Aracı (İHA) sistemleri önemli bir yere sahiptir. Doğal yaşam alanlarının iyileştirilmesi ve düzenlenmesi için hazırlanan veya bu amaçla seçilen projenin uygulanmasında İHA sistemlerinden de yararlanılmaktadır (Ren ve ark., 2021). Taş ocağı

işletme izin alanları sınırlarının takibinde, mücavir alan sınırları içerisinde veya dışında yerleşim yeri olarak kullanabilecek veya gününbirlik kullanıma açılması planlanan alanlarda yamaç ve şev duraylılığının açılardırma ile yapılması durumunda; şev açısı, şev basamak yüksekliği, şev basamak genişliği, vb. kriterlerin takibinde ve kazı-dolgu hacminin hesaplanmasında (Raeva ve ark., 2016; Tucci ve ark., 2019; Canh ve ark., 2020; Türk ve ark., 2021) İHA sistemleri ölçme tekniği olarak kullanılabilir (Mete ve Özcan, 2019; Yavuz, 2019).

İHA platformlarının kullanımının yaygınlaşmasında yeni nesil görüntü işleme tekniklerinin etkisi oldukça fazladır. Fotogrametrinin dönüşü olarak nitelendirilen Structure-from-motion (SfM) algoritmasının dijital ortamda artan kullanımı ise İHA ve sistemlerinin geliştirilmesinde büyük paya sahiptir (Gülci ve ark., 2021). İHA ve sistemleri, küresel navigasyon uydusu sistemi (GNSS) alıcıları, ölçü birimi (IMU) ve diğer birçok sensörle donatılmıştır. Bu sistem ve sensörlerin bilinmesi Structure-from-Motion (SfM) tekniği ile gerçekleştirilen 2 Boyutlu düzlemden elde edilen blok görüntülerin 3 Boyutlu hale getirilmesinde etkilidir. SfM mantığı ile çalışan birçok ticari veya açık kaynak kodlu yazılım ile yüksek çözünürlükte sayısal yükseklik modelleri (SYM) ve ortofotolar kolaylıkla oluşturmaktadır (Shervais, 2015; Wallace, 2016). SfM mantığı, görüntü alımından önce kameraların konumu veya yer kontrol noktaları hakkında bilgi gerektirmez. Konum, yön ve geometri, çoklu görüntülerdeki özelliklerin otomatik eşleştirilmesi kullanılarak yeniden yapılandırılmaktadır (Westoby ve ark., 2012). Uzaysal referans bilgisi kullanılmayan görüntülerden üretilen modelin uygun bir ölçeği yoktur. Fakat fotogrametrik yöntemle elde edilen modellerin hassasiyetin artırılmasında kusursuz bir fotoğraf alım planının gerçekleştirilmesi ve gerekiyorsa yer kontrol noktalarının kullanımıyla fotoğrafların dengelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Gülci ve ark., 2021; Özcan, 2017; Eisenbeiss, H., 2009). Bir diğer ifadeyle, modelin ölçeklendirilmesi ve hassasiyetinin artırılmasında yer kontrol noktaları (YKN) veya GNSS-GPS'lerden elde edilen konumsal etiketli görüntüler kullanılmaktadır (Tomaščík ve ark., 2019).

Yüksek hassasiyet ve doğruluk gerektiren modellerde İHA üzerinde bulunan GNSS-GPS modülünden elde edilen konum bilgileri yetersiz kalmaktadır. İHA'nın konum parametrelerinin santimetre hassasiyetinde doğruluğa sahip farklı GNSS teknikleri ile ulaşılabilmektedir (Rehak ve ark., 2013). Bu yüksek hassasiyetli doğrudan coğrafi referanslama, gerçek zamanlı kinematik (RTK) ve işlem sonrası kinematik (PPK) teknolojileri içerir (Tad-

dia ve ark., 2020).

RTK tekniği, uydusu tabanlı konum doğruluğunu en yakın baz istasyonlarından sağlayarak elde edilen konum verilerinin hassasiyetini cm duyarlılıkta vermektedir. Ancak topoğrafik yapısı, veri sağlayan istasyonların kapsama alanı sınırları, uydusu bazlı konumlamaya uygun olmayan bölgelerde PPK ölçüm tekniği alternatif çözüm sağlamaktadır. Eker ve ark. (2021) İHA tabanlı RTK ve PPK yöntemlerini beş yaklaşımla karşılaştırmışlardır. Çalışmada farklı yüzey türleri (yani yollar, gölgeler, çalılar, kayalar, ağaçlar ve zemin) için Z-yönündeki RMS hata oranları farklılık göstermiştir. Türk ve Öcalan (2020) yapmış oldukları çalışmada GNSS konumlama teknikleri açısından gelişim dinamikleri vurgulanarak, özelinde İHA-fotogrametrisi bağlamında elde edilecek ürün doğrulukları için YKN'li ve YKN'siz çözümleri karşılaştırmışlardır. Çalışmada YKN'lere gereksinim duyulmadan doğrudan konumlandırma ile yüksek doğrulukta (<= 10 cm) fotogrametrik ürünlerin elde edilmesindeki yaklaşımlar test edilerek araştırılmış İHA sistemleri ile YKN kullanmaksızın tarım, ormancılık vb. çalışmalarda gereksinim duyulan en uygun doğrulukta fotogrametrik ürünler bu yaklaşımla elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada İHA ile yüzey madenciliği faaliyetleri gerçekleştiren taş ocağının izlenmesinde PPK ve RTK yöntemlerinin iş-zaman ve doğruluk analizleri değerlendirilmiştir. İHA-SfM yöntemine ait avantaj ve dezavantajları ortaya konmuştur. Bu RTK ve PPK çözümünün, GNSS ve RTK-CORS tipi GPS ile ölçülmüş veriler karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Taş ocaklarının faaliyetleri ve faaliyet sonrası çalışmalarında izlenmesinde ve şev geometrilerinin ölçülmesindeki kullanılabilirliği incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak Batı Karadeniz Bölgesinin Güneybatısında yer alan Düzce Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde Tatlıdere Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan özel bir taş ocağı seçilmiştir (Şekil 1).

Çalışmada DJI Phantom 4 RTK İHA ve CHCN X91 GNSS kullanılmıştır (Şekil 2). DJI Phantom 4 RTK platformunda üretici firma tarafından sağlanan görünür aralıkta (RGB) fotoğraf çekebilen 20 megapiksel çözünürlükte kamera bulunmaktadır. İHA sistemi üzerinde yüksek konum doğruluğu sağlayan çok frekanslı bir RTK/PPK GNSS modülü bulunmaktadır (DJI, 2022). Verilerin işlenmesi,



Şekil 1. Çalışma alanı ve çevresi
Figure 1. Study area and surroundings

görselleştirilmesi ve analizlerinin yapılmasında; Inter® Xeon® CPU E5-1650 v3 @ 3.50GHz 48 GB işlemci modeli ile 4 GB AMD FirePro W5100 ekran kartı teknik özelliğine sahip iş istasyonu kullanılmıştır.

dir. İHA uçuşunun gerçekleştirilmesinde optimum hava koşulları rüzgar ve yağışın olmadığı bulutlu bir gökyüzünün olduğu gün tercih edilmiştir (Lindner ve ark., 2016).



Şekil 2. İHA Sistemi: a) DJI Phantom 4 RTK, çalışmada kullanılan CHCN; b) X91 GNSS alıcısı (Eker ve ark., 2020).

Figure 2. UAV System: DJI Phantom 4 RTK (a), CHCN X91 GNSS receiver (b) used in the study (Eker ve ark., 2020).

2.2. Yöntem

2.2.1. İHA ile sayısal görüntülerin alınması

İHA ile görüntü alımına ait işlemlerin temel adımları; arazi öncesi hazırlık ve uçuş planlarının hazırlanması, arazide uçuşun gerçekleştirilmesi (RTK ve PPK mode) ve uçuş sonrası işlemlerdir. Arazi öncesi hazırlık safhasında, alana hareket etmeden önce hava koşulları ve ilgili alanın topografyası gibi bazı ön bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir.

Uçuş planlama işlemi DJI Phantom 4 RTK sisteminin kumandasından DJI GS RTK uygulamasını ile oluşturulmuştur. Bu kapsamda öncelikle çalışma alanı için Global Mapper yazılımında SYM verisi elde edilmiştir (Global Mapper, 2022). Alanın SYM verisi ve uçuşu yapılan alanın sınırlarını kapsayan bir vektör veri (KML formatında) SD kart ile kumandaya aktarılmıştır (Şekil 3). Daha sonra alanın büyüklüğü ve İHA'nın üzerindeki kamera ve maksimum uçuş süresi batarya kapasitesine bağlı olarak süre dikkate alınarak fotogrametrik uçuş planı gerçekleştirilmiştir (Gülci ve ark., 2021; Erdin, 1992).



Şekil 3. SYM verisi elde edilmesi ve uçuş planının hazırlanması

Figure 3. Obtaining DEM data and preparing the flight plan

RTK ve PPK uygulama modülleri olan DJI Phantom-4 RTK İHA kullanılarak, taş ocağında aynı gün ve saat içerisinde ardı ardına RTK ve PPK modlarında iki uçuş gerçekleştirilmiştir.

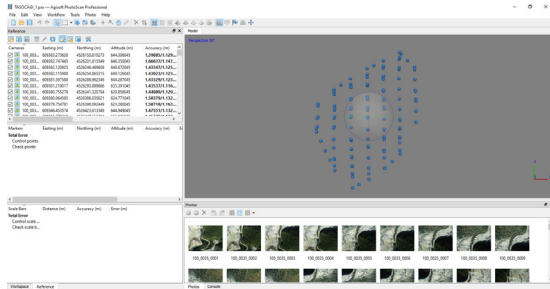
İHA uçuşlarında çekilen fotoğraflar %60 ön ve %70

yan bindirme oranlarına sahiptir. Uçuş yüksekliği 150 m ve uçuş modu adaptif olarak gerçekleştirilmiştir. RTK uçuş planı 5 dk 21 sn, PPK uçuş planı ise 3 dk 34 sn olarak planlanmıştır. PPK statik ölçü konumlandırması için çözüm olarak CHCN X91 GNSS alıcısı kullanılmıştır. PPK modunda İHA havadayken, “Rinex.obs” (RINEX gözlem verileri) gezici gözlem dosyası doğrudan SD hafıza kartına kaydedilmiştir. GNSS alıcısı, koordinatları bilinen bir yere tripod ile sabitlenmiş ve 200 cm anten yüksekliğinde statik modda ölçüm başlatılmıştır.

RINEX gözlem verilerinin uçuşun tamamını kapsaması gerektiğinden, statik veri alımı, İHA uçuşundan önce ve sonra en az 15 dakika olmak üzere 40 dakika olarak gerçekleştirilmiştir. Statik veri, GNSS alıcısının özel bir dosya formatı olan “HCN” uzantılı dosyası olarak alıcının dahili belleğine kaydedilmiştir. Analizlerde kullanılmak üzere, RTK modda İHA uçuşundan 130 bindirmeli fotoğraf, PPK yöntemi için İHA GNSS modda uçuşundan 131 bindirmeli fotoğraf çekimi gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. İHA görüntülerin işlenmesi ve RTK/PPK yöntemlerinin karşılaştırılması

Uçuş sonrası ofis çalışmaları kapsamında İHA ile alınan görüntülerin işlenerek yüksek çözünürlükte ve doğrulukta nokta bulutu, SYM ve ortofoto görüntüsü üretiminde Agisoft Metashape User Manual: Standard Edition, Version 1.7 yazılımı kullanılmıştır (Agisoft, 2021) (Şekil 4).



Şekil 4. Agisoft Metashape User Manual: Standard Edition, Version 1.7 yazılımında verilerin işlenmesi
Figure 4. Data processing in Agisoft Metashape User Manual: Standard Edition, version 1.7

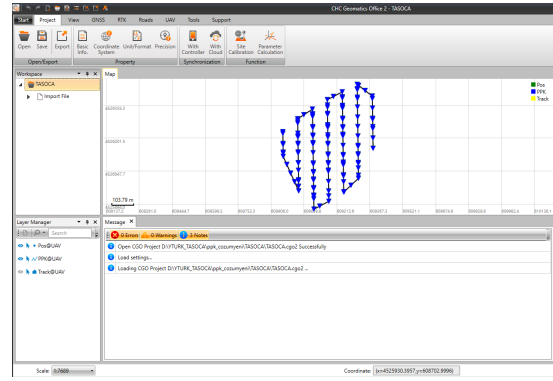
Windows 10 64-bit işletim sistemine sahip bir bilgisayar üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Görüntü yöneltme işlemi doğruluk seviyesi orta (medium) olarak ayarlanmışken, diğer derinlik haritaları üretimi (depth maps), yoğun nokta bulutu (dense cloud) üretimi aşamalarında kalite ayarları yüksek (high) olarak seçilmiştir.

Görüntülerin işlenmesi sonucunda üretilen yoğun

nokta bulutları “*.las” formatında diğer raster veriler (ortomozaik ve SYM) “*.tif” formatında kaydedilmiştir. RTK modunda alınan görüntüler Agisoft Metashape yazılımı kullanılarak SYM ve ortomozaik üretimi gerçekleştirilmiştir.

PPK modunda alınan görüntüler için kamera konumlarının düzeltilmesi CHC Geomatics Office 2 yazılımı kullanılarak yapılmıştır (CHC, 2018) (Şekil 5).

Gezici ve baz gözlem dosyaları için “PPKRAW”, GNSS baz istasyonu için “HCN” dosyaları yazılıma aktarılmıştır. Aktarımdan sonra düzeltilen kamera konumları bir CSV dosyası olarak kaydedilmiştir. Böylece fotoğraflar dengelenmiştir.

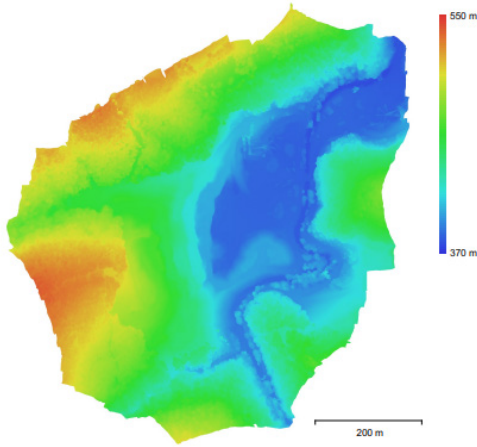


Şekil 5. CHC Geomatics Office 2 PPK dengeleme yazılımında fotoğraf konumlarının düzeltilmesi
Figure 5. Correction of photo positions in CHC Geomatics Office 2 PPK stabilization software

CSV olarak kaydedilen düzeltilmiş kamera konumları Agisoft Metashape yazılımında düzeltilmemiş kamera konumları ile değiştirilerek PPK verileri çözümlenmiş ve dengelenmiş olarak ortomozaik ve SYM üretilmiştir (Şekil 6 ve Şekil 7)



Şekil 6. Alanın yeniden yapılandırılmış ortofoto görüntüsü
Figure 6. Reconstructed orthophoto of the area



Şekil 7. Alanın yeniden yapılandırılmış sayısal yükseklik modeli
Figure 7. Reconstructed digital elevation model of the area

Fotoğraf hizalama ve optimizasyon sürecinde PPK ve RTK verilerinin hesaplanan kamera konumlarının X, Y, Z, XY ve toplam hata için ortalama hata oranları hesaplanmıştır. Burada;

X hatası (m): Tüm kameralarda X koordinatı için ortalama karekök hatası.

Y hatası (m): Tüm kameralarda Y koordinatı için ortalama karekök hatası.

XY hatası (m): Tüm kameralarda X ve Y koordinatları için ortalama karekök hatası.

Z hatası (m): Tüm kameralarda Z koordinatı için ortalama karekök hatası.

Toplam hata (m): Tüm kameralarda X, Y, Z koordinatları için ortalama karekök hatasıdır (Agisoft, 2021)

Ortalama hata aşağıdaki formülle hesaplanmıştır;

$$\text{Toplam Hata} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(X_{i,t} - X_{i,g})^2 + (Y_{i,t} - Y_{i,g})^2 + (Z_{i,t} - Z_{i,g})^2]}{n}}$$

Formülde yer alan;

$X_{i,g}$ i kamera konumu için X koordinatının giriş değeridir,

$X_{i,t}$ i kamera konumu için X koordinatının tahmini değeridir,

$Y_{i,g}$ i kamera konumu için Y koordinatının giriş değeridir,

$Y_{i,t}$ i kamera konumu için Y koordinatının tahmini değeridir,

$Z_{i,g}$ i kamera konumu için Z koordinatının giriş değeridir ve

$Z_{i,t}$ i kamera konumu için Z koordinatının tahmini değeridir.

2.2.3. PPK ve RTK ortofoto görüntülerinde uzunluk ölçümleri

PPK ve RTK görüntülerini karşılaştırmak için çalışma alanı içerisinde her iki görüntüde de yer alan noktalardaki (şev basamağı, bina çatısı, sabit değişmeyen cisimler vb.) uzunluklar ArcGIS 10.3 yazılımında oluşturulan çizgi vektör verisi ile sayılaştırılmış, öznitelik verisinde her bir yerin uzunlukları belirlenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. PPK (solda) ve RTK (sağda) görüntülerinde belirlenen noktalardaki uzunlukların ölçümü
Figure 8. Measurement of the lengths of the determined points in the PPK (left) and RTK (right) images

Verilerin normal dağılıp dağılmadıkları Kolmogorov-Smirnov normal dağılım testi ile hesaplanmıştır. Veriler normal dağılım göstermediği için karekök dönüşümü uygulanarak normal dağılımları sağlanmıştır ($p > 0.05$). PPK ve RTK görüntü verilerinden elde edilen noktalar arasındaki uzunluk farklarının olup olmadığı araştırılmıştır.

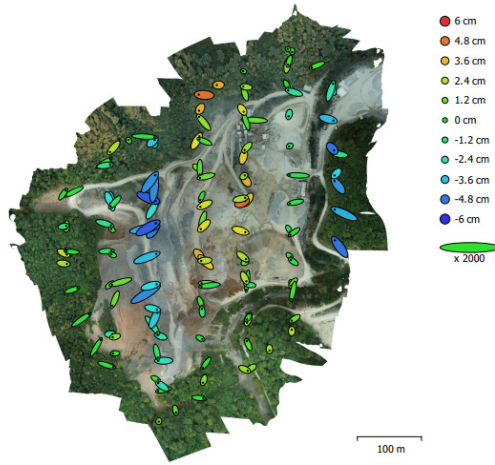
Değerler arasındaki farklılığın anlamlı olup olmadığını anlayabilmek için bağımlı iki örnek t-testi (paired-samples t-testi) uygulanmıştır. Bir grupta yer alan n birimden farklı zamanlarda, farklı işlemlerden elde edilmiş iki veri setinin farklarının ortalamalara göre veri kümesinin rastgele örneklerden oluşup oluşmadığını test etmek için bağımlı iki

örnek t-testi uygulanmaktadır. (Özdamar, 2002). Yine her iki görüntü verisinde ölçülen noktalar arasındaki uzunluk ilişkileri pearson korelasyon katsayısı hesaplamalarıyla ortaya konmuştur.

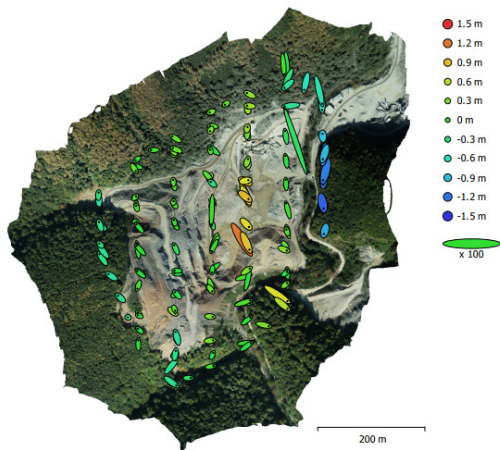
3. Bulgular

3.1 RTK ve PPK yöntem bulguları

Arazi sonrası büro işlemlerinde RTK ve PPK uçuşlardan elde edilen fotoğraflar ile hem yatay (X ve Y) hem dikey (Z) konum doğruluklarını değerlendiren fotogrametrik ürünler (orto-foto ve sayısal yükseklik modeli (SYM)) oluşturulmuştur. RTK ve PPK yöntemi sonucunda oluşturulan orto-foto görüntülerdeki tüm kameraların lokasyon (mekii) hata tahminleri RTK için Şekil 9'daki ve PPK için Şekil 10'daki gibidir.



Şekil 9. RTK kamera konumu ve hata tahminleri.
Figure 9. RTK camera locations and error estimates.



Şekil 10. PPK kamera konumu ve hata tahminleri.
Figure 10. PPK camera locations and error estimates

Elde edilen hata tahminleri sonucunda RTK ve PPK yöntemlerinde karşılaştırmalı olarak X, Y ve

Z yönünde hesaplanan toplam ortalama kamera konum hata sonuçları Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde; RTK yöntemi ile elde edilen modelin konumsal karesel ortalama hatası 2,405 cm olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. RTK yöntemiyle üretilen ortofoto üretiminde kullanılan kamera konumlarına ait hata bilgileri
Table 1. Error information of camera positions used in orthophoto production produced by the RTK method

Düzlem	Hata (cm)
X	0,652
Y	0,521
Z	2,255
XY	0,835
Toplam	2,405

X - Boylam, Y- Enlem, Z - Rakım, X - Longitude, Y- Latitude, Z - Altitude

PPK yönteminde dengeleme çözümü yapılmadan önce toplam kamere konumu hatası 47,410 cm bulunmuş, Tablo 2'de de görüleceği üzere PPK yöntemi dengeleme çözümü sonrası elde edilen modelin karesel ortalama hatası 0,814 cm olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. PPK yöntemiyle yeniden yapılandırılmış ortofoto üretiminde kullanılan kamera konumlarına ait hata bilgileri
Table 2. Average camera position errors reconstructed by the PPK method

Düzlem	Hata (cm)
X	0,378
Y	0,245
Z	0,678
XY	0,450
Total	0,814

RTK ve dengelenmiş PPK çözümü ile hesaplanan kamera konumlarının hataları ve yöntemlerin toplam karesel hata ortalamaları karşılaştırmalı olarak Tablo 3'te verilmiştir. Hem yatay (X ve Y) hem dikey (Z) düzleminde konum doğruluklarını değerlendiren fotogrametrik ortofoto ve sayısal yükseklik modeli ortalama karekök hataları (OKH) hesaplanmıştır. RTK ve PPK yöntemi ile ortofoto üzerinde belirlenen toplam konum doğrulukları sırasıyla 2,405 cm ve 0,814 cm olarak elde edilmiştir.

Tablo 3. Ortalama kamera konum hataları
Table 3. Average camera location errors

	RTK uçuş (cm)	PPK uçuş (cm)
X error	0,652	0,377
Y error	0,521	0,245
Z error	2,255	0,678
XY error	0,835	0,450
Total error	2,405	0,814

3.2 PPK ve RTK ortofoto ölçümlerine ilişkin bulgular

PPK ve RTK ortofoto görüntülerinden el edilen uzunluk ölçümleri Tablo 4'te verilmiştir. PPK yöntemi ile elde edilen ortofotodan alınan uzunluk ile RTK yöntemi ile elde edilen ortofotodan alınan karşılaştırmalı uzunluk ölçümleri ortalaması sırasıyla 8,638 m ve RTK'da 8,607 m olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre iki yöntemin ortalama uzunluk ölçüm değerleri arasında yaklaşık 0.03 m fark çıkmıştır.

Tablo 4. PPK ve RTK ortofoto görüntülerinden el edilen uzunluk ölçümleri

Table 4. Length measurements obtained from orthophoto images taken using RTK and PPK methods

Nokta No	PPK (m)	RTK (m)
1	12,862	12,773
2	6,762	6,790
3	2,992	3,242
4	2,939	2,871
5	7,108	7,069
6	6,571	6,616
7	11,658	11,733
8	11,031	11,006
9	6,166	6,021
10	4,884	4,840
11	3,577	3,519
12	5,929	5,809
13	6,732	6,555
14	3,864	3,807
15	4,030	4,006
16	4,794	4,835
17	8,092	8,027
18	4,544	4,608
19	4,815	4,766
20	2,430	2,450
21	14,396	14,439
22	11,757	11,743
23	11,760	11,774
24	7,116	7,064
25	22,907	22,881
26	3,836	3,874
27	4,097	3,768
28	18,726	18,891
29	24,453	24,042
30	18,308	18,391
Ort.	8,638	8,607

PPK ve RTK görüntülerinde ölçülen uzunluklar arasında fark olup olmadığını anlayabilmek için bağımlı iki örnek t-testi (paired-samples t-testi) yapılmış, istatistiki analiz sonucuna göre ise PPK değeri ile RTK değeri arasında fark bulunmamıştır

($p>0.05$). PPK ve RTK görüntü uzunlukları arasındaki ilişkileri belirlemek için yapılan korelasyon testi sonucunda ise PPK ve RTK arasında pozitif yönde korelasyon tespit edilmiştir ($p<0.05$).

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma alanında RTK ve PPK yöntemi ile ortofoto üzerinde belirlenen ortalama kamera konum doğrulukları sırasıyla 2,405 cm ve 0,814 cm olarak elde edilmiştir. Benzer konumlarda bulunan açık maden sahalarında zamansal gözlemlerde PPK yönteminin RTK yönteminden daha avantajlı olduğu anlaşılmaktadır. Hesaplanan konumsal doğrulukların bir başka çalışmada farklı çıkacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun nedeni fotogrametrik uçuş planlamalarında ki farklılıklar (bindirme oranı, uçuş yüksekliği, uçuş hızı ve uçuş güzergâhı gibi), çevresel koşullar (rüzgâr hızı, güneşlilik gibi) ve uçuş ekibinin deneyimi ön plana çıkmaktadır (Türk ve Öcalan, 2020). Oldukça basit ama karmaşık iş ve işlemlerin izlenmesinde deneyimli uçuş personellerinin jeodezik veri/model üretim hassasiyetindeki payı ise azımsanamayacak derecede önemlidir (Giordan ve ark., 2020).

Bu sonuçlara göre, Orman Genel Müdürlüğü tarafından verilen taş ocakları izin sınırlarının takibinde, şev basamak genişliği tespitinde PPK yönteminin RTK yöntemine göre konum doğruluğu açısından birbirine yakın sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Kısaca, açık maden sahaların izlenmesi ve kontrollerinde İHA fotogrametrisi uygun maliyetli bir ölçme tekniği sunmaktadır (Gül, 2019; Kun ve Özcan 2019). Konumu belirlenecek nokta hareketsiz ise (nirengi, poligon, detay) statik konum belirleme; hareketli ise (İHA) kinematik konum belirlemeden söz edilir. Arazi ölçümlerden daha hassas sonuçlar elde etmek için büro ortamında değerlendirilmesi de (post-processing) mümkündür.

Taş ocağı alanında yer kontrol noktalarına gereksinim duyulmadan doğrudan konumlandırma ile yüksek doğrulukta (≤ 10 cm) fotogrametrik ürünlerin elde edilmesi de test edilerek araştırılmış ve sunulmuştur. Sonuç olarak İHA sistemleri ile YKN kullanmaksızın ormancılık vb. çalışmalarda gereksinim duyulan en uygun doğrulukta fotogrametrik ürünlerin bu yaklaşımla elde edilebileceği görülmüştür (Tomaščík ve ark., 2019; Türk ve Öcalan, 2020).

İHA uygulamalarında mutlak anlamda doğrudan konumlandırma yönteminin; taş ocağı gibi ulaşılması güç ve çoğunlukla dağlık alanlara (ormancılık, milli parklar, vb.) yakın olan arazilerde, konumsal bilginin RTK-CORS ağı ile elde edilmesi oldukça zor veya imkânsızdır. RTK ölçümde doğ-

ruluk değerinin yaklaşık 8 cm'den büyük olması, belirsizlik çözümünde (fixed solution) uydulara kilitlenmede ve sürekli izlemede bir sorun olduğunun göstergesi olabilmektedir. Bu çalışmada taş ocağı alanlarında, GNSS alıcılarında yaşanan uydu hatalarını en aza indirebilecek bir sistem olan statik kurulum ile sonradan değerlendirme yöntemi olan PPK yönteminin konumsal doğruluk ölçütlerinde daha faydalı olduğu ortaya çıkmaktadır (Eker ve ark., 2021). Bununla birlikte PPK ile fotogrametrik dengeleme süreci RTK yöntemine göre model oluşturma aşamalarında harcanan zamanın daha uzun olduğunu göstermektedir. Ancak RTK-CORS kullanım maliyeti ise PPK yöntemine göre uygun maliyetlidir (Giordan ve ark., 2020)

Sivil amaçlı kullanıma sunulan birçok uygun maliyetli İHA (Drone)'lar uygun maliyetli GNSS modülleri taşımaktadır. Bu nedenle, İHA-fotogrametrisi uygulamalarında yer kontrol noktası kullanımını en uygun çözümler için kritik öneme sahiptir ve gereklidir. Özellikle sarp ve dağlık alanlarda İHA tabanlı fotogrametrik modellerin üretiminde YKN'lerin önemi artmaktadır (Žabota ve Kobal 2021). Ancak gelişen ve değişen İHA (Drone) teknolojisi, gelişmiş GNSS kullanımı ile konum belirlemede, uygulamanın niteliği ve elde edilecek fotogrametrik ürünlerin doğruluğu açısından kullanıcılar için kabul edilebilir hassasiyete sahip modellerin oluşturulmasında alternatifler sunmaktadır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Agisoft Metashape User Manual, 2021. Agisoft Metashape User Manual: Professional Edition, Version 1.7 https://www.agisoft.com/pdf/metashape_1_7_en.pdf (Ziyaret tarihi: 27.05.2021).

Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Akay, A., Gülcü, S., Öztürk, T. 2016. İnsansız hava araçları ile yüksek hassasiyette sayısal yükseklik modeli üretimi ve ormancılıkta kullanım olanakları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66 (1) , 104-118.

Anonim, 2010. Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği, 23 Ocak 2010 tarih ve 27471 sayılı Resmi Gazete.

Buğday, E. 2018. Capabilities of using UAVs in forest road construction activities. *European Journal of Forest Engineering*, 4(2), 56-62.

Canh, V.L., Cuong, X. C., Viet, H. L., Tien, D., 2020. Volume computation of quarries in vietnam based on unmanned aerial vehicle (UAV) data, *Journal of Mining and Earth Sciences*, 61(1), 21-30.

CHC, 2018. <https://chcnv.com/about-us/news-detail/chcnv-geomatics-office-software-2.0-release> (Ziyaret tarihi: 20.08.2021).

Colomina, I., Molina, P. 2014. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review, *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97.

DeJong, J., Tibbett, M., Fourie, A. 2015. Geotechnical systems that evolve with ecological processes. *Environmental Earth Sciences*, 73(3), 1067-1082.

DJI, 2022. <https://providyo.com/dji-p4-multispectral> (Ziyaret tarihi: 20.02.2022).

Eisenbeiss, H. 2009. UAV photogrammetry. Doctoral Thesis, University of Technology Dresden, Zurich, Switzerland.

Eker, R., Alkan, E., Aydın, A., 2021. A comparative analysis of uav-rtk and uav-ppk methods in mapping different surface types. *European Journal of Forest Engineering*, 7(1):12-25.

Erdin, K., 1992. Fotogrametri. İstanbul Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

Sandell, F.E., Tigabu, M., Chileshe, M.N., Syampungani, S., Odén, P.C. 2019. Progresses in restoration of post-mining landscape in Africa. *Journal of Forestry Research* 30(2), 381-396.

Giordan, D., Adams, M. S., Aicardi, I., Alicandro, M., Allasia, P., Baldo, M., Troilo, F. 2020. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for engineering geology applications. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 79(7), 3437-3481.

Global Mapper, 2022. <https://www.blumaplegeo.com/global-mapper/> (Ziyaret tarihi: 20.02.2022).

Gül, Y. 2019. Açık Maden İşletmelerinde İnsansız Hava Aracı (İHA) Uygulamaları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 62(1), 99-112.

Gülcü, S., Yurtseven, H., Akgül, M. 2021. Düşük maliyetli insansız hava araçları için uçuş öncesi blok planlamanın değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1), 114-126.

Kabadayı, A., Uysal, M. 2019. İnsansız hava aracı ile elde edilen verilerden binaların tespiti, *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1); 08-14.

Kun, M., Özcan, B. 2019. Maden ocaklarında insansız hava aracı kullanımı: örnek bir saha çalışması . *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 554-564.

Lindner, G., Schraml, K., Mansberger, R., Hübl, J. (2016). UAV monitoring and documentation of a large

landslide. *Applied Geomatics*, 8(1), 1-11.

Raeva, P. L., Filipovaa, S. L., Filipova, D. G., 2016. Volume computation of a stockpile – a study case comparing gps and uav measurements in an open pit quarry. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-B1, XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic.

Rehak, M., Mabillard, R., Skaloud, J., 2013. A micro-UAV with the capability of direct georeferencing. ISPRS – Int Arch Photogramm Remote Sen. Spatial Inform Sci. XL-1/W2: 317-323.

Ren, H., Zhao, Y., Xiao, W., Hu, Z. 2019. A review of UAV monitoring in mining areas: current status and future perspectives. *International Journal of Coal Science and Technology*, 6(3), 320-333.

Shervais, K., 2015. Structure from Motion, Introductory Guide. Retrieved 27 July 2016 from <https://www.unavco.org/education/resources/educational-resources/lesson/field-geodesy/module-materials/sfm-intro-guide.pdf> (Ziyaret tarihi: 12.02.2016).

Narendra, B. H., Siregar, C. A., Turjaman, M., Hidayat, A., Rachmat, H. H., Mulyanto, B., Susilowati, A. 2021. Managing and reforesting degraded post-mining landscape in Indonesia: a review. *Land*, 10(6), 658.

Öz, E., 2017. Şev Stabilitesi ve Mühendislik Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye.

Özcan, O. 2017. İnsansız hava aracı (İHA) ile farklı yüksekliklerden üretilen sayısal yüzey modellerinin (SYM) doğruluk analizi. *Mühendislik ve Yer Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-7.

Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, Kaan Kitabevi, 5. Baskı, Eskişehir.

Taddia Y, Stecchi F, Pellegrinelli A., 2020. Coastal mapping using DJI phantom 4 RTK in post-processing kinematic mode, *Drones*, 4(2), 9.

Tercan, E. 2018. Karayolu ölçmelerinde insansız hava araçlarının kullanılması: Okurcalar şehir merkezi örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2), 649-660.

Tomaščík, J., Mokroš, M., Surový, P., Grznárová, A., Merganic, J., 2019. UAV RTK/PPK method-An optimal solution for mapping inaccessible forested areas? *Remote Sensing*, 11(6), 721.

Tucci, G., Gebbia, A., Conti, A., Fiorini, L., Lubello, C., 2019. Monitoring and computation of the volumes of stockpiles of bulk material by means of uav photogrammetric surveying. *Remote Sensing*, 11, 1471.

Türk, T., Öcalan, T. 2020. PPK GNSS sistemine sahip insansız hava araçları ile elde edilen fotogrametrik ürünlerin doğruluğunun farklı yaklaşımlarla irdelenmesi. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2(1), 22-28.

Türk, Y., Canyurt, H., Eker, R., Aydın, A., 2021. İnsansız Hava Aracı ile Orman Yolu Kazı ve Dolgu Hacimlerinin. IV. Karadeniz Ormancılık Kongresi, 6–9 Aralık 2011, s 93, Trabzon.

Varnes D. J. 1978. Slope Movement Types and Processes in Landslides Analysis and Control. (Editors: Shuster R. L., Krizek R. J.), Transportation and Road Research Board, 8th ed., *National Academy of Sciences*, Washington, 11-33.

Wallace, L., Lucieer, A., Malenovskè, Z., Turner, D., Vopěnka, P. 2016. Assessment of forest structure using two UAV techniques: a comparison of airborne laser scanning and structure from motion (SfM) point clouds. *Forests*, 7, 1-16.

Watts, A.C., Ambrosia, V.G., Hinkley, E.A., 2012. Unmanned aircraft systems in remote sensing and scientific research: classification and considerations of use. *Remote Sensing*, 4(12): 1671–1692.

Westoby, M.J., Brasington, J., Glasser, N.F., Hambrey, M.J., Reynolds, J.M., 2012. structure-from-motion photogrammetry: a low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179: 300–314.

Yavuz, G. 2019. Açık maden işletmelerinde insansız hava aracı (İHA) uygulamaları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 62(1), 99-112.

Žabota, B., Kobal, M. 2021. Accuracy assessment of uav-photogrammetric-derived products using PPK and GCPs in challenging terrains: In search of optimized rockfall mapping. *Remote Sensing*, 13(19), 3812.

Sosyal sorumluluk amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmaları: örnek olay incelemesi

The afforestation activities carried out for the purpose of social responsibility: a case study

Seçil YURDAKUL EROL¹

Burcu GÖY²

¹ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, İstanbul

² Orman Genel Müdürlüğü, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Amasya

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Seçil YURDAKUL EROL

secily@istanbul.edu.tr

Geliş tarihi (*Received*)

23.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)

25.07.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

İbrahim TURNA

turna@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Yurdakul Erol, S. & Göy, B. (2022). Sosyal sorumluluk amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmaları: örnek olay incelemesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 86-96. DOI: 10.17568/ogmoad.1091023



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Sosyal sorumluluk, işletmelerin kendi çıkarları yanında toplumun refahının korunması ve artırılmasına yönelik çabaları kapsamında ortaya çıkmıştır. Günümüzde kuruluşlar ekonomik gelişmeden, toplum sağlığına, eğitimden spora çok çeşitli konularda sosyal sorumluluk çalışmaları yürütmektedir. Kuşkusuz bunlar içinde doğa ve çevreye yönelik olanlar son yıllarda giderek yaygınlaşmıştır. Ağaçlandırma çalışmaları da bu kapsamda yer almaktadır. Çalışmanın amacı, ağaçlandırma çalışmalarını kapsayan sosyal sorumluluk projeleri hakkında bilgi vermek ve bu çalışmaların kapsamını değerlendirmektir. Bu çerçevede Türkiye İş Bankası tarafından gerçekleştirilen “81 İlde 81 Orman” projesi örnek olarak seçilmiştir. Çalışmada temel veri toplama yöntemi olarak yapılandırılmış görüşme tekniğinden yararlanılmış ve sosyal sorumluluk projesinin amaçları, projenin işleyiş süreci, ulaşılan sonuçlar gibi konularda sorulara yer verilmiştir. Ulaşılan veriler nitel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında bu tip çalışmalarda hedef kitleyi bilgilendirecek yönde etkinlikler gerçekleştirilmesi, uygun dikim tekniklerinin kullanılması, tamamlama ve bakım çalışmalarına önem verilmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır. Hem ağaçlandırma hem de ormancılığın diğer alanlarında yapılabilecek sosyal sorumluluk projelerinin, projeyi yürüten ve destek olan kuruluşlara olumlu yansımaları olacağı gibi çevresel, sosyal, ekonomik ve kültürel bakımdan topluma da önemli katkılar sağlayacağı açıktır. Bu noktada doğa ve ormancılıkla ilgili sosyal sorumluluk projelerinin yapılması yönünde fikirlerin oluşturulmasına destek olunması ve teşviklerin geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sosyal sorumluluk, özel ağaçlandırma, kurumsal imaj, toplumsal fayda

Abstract

Social responsibility has emerged within the scope of the efforts of enterprises to protect and increase the welfare of society as well as their own benefits. Today, organizations carry out social responsibility projects on various issues, from economic development to public health, from education to sports. Undoubtedly, nature and environment-oriented projects have become increasingly widespread in recent years. Afforestation activities are also included in this scope. The study aims to provide information about social responsibility projects on afforestation studies and evaluate the content of these studies. In this context, the “81 Forests in 81 Cities” project realized by Türkiye İş Bankası was chosen as the sample case. In the study, the structured interview technique was used as the essential data collection method and questions such as about the aims of the social responsibility project, process of the project, the results achieved were taken place. The data were evaluated qualitatively. In the light of the findings, the necessity of carrying out activities on raising awareness of the target audience, using appropriate planting techniques, maintaining replacement planting and stand tending activities have emerged in such studies. It is clear that social responsibility projects that can be carried out in both afforestation and other areas of forestry will have a positive reflection on the enterprises that carry out and support the project, as well as make significant contributions to society in terms of environmental, social, economic and cultural aspects. At this point, it is vital to support the creation of ideas for social responsibility projects related to nature and forestry and to develop incentives.

Keywords: Social responsibility, private afforestation, corporate image, social benefit

1. Giriş

Modern işletmecilikte öne çıkan amaçlardan biri olan sosyal sorumluluk aynı zamanda güncel halkla ilişkiler araçları arasında da yerini almaktadır. Sosyal sorumluluk, kuruluşların toplumun beklenti, ihtiyaç, talep ve isteklerini karşılamaya yönelik olarak, toplum yararı gözetilerek ve sosyal gereksinmelerin farkında olarak yönetilmesidir (Göztaş, 2015). Diğer bir tanıma göre sosyal sorumluluk kavramı işletmelerin ekonomik amaçlarını gerçekleştirirken, topluma zarar verecek veya olumsuz etki yapacak etkinliklerden kaçınmasının yanı sıra toplumun refah ve sağlığına hizmet eden etkinliklerde bulunarak toplumsal faydayı artırması olarak tanımlanmaktadır (Özdönmez ve ark., 1999).

Sosyal sorumlulukta ana hedef topluma fayda sağlamaktır ve bu kapsamdaki çalışmalar “gönüllülük” ve “hayırseverlik” anlayışı temelinde şekillenmektedir. Sosyal sorumluluk yaklaşımının gelişmesinde kuruluşların toplumsal amaç ve değerlere uyması gerekliliği düşüncesi etkili olmuş, daha sonra kuruluşların topluma karşı yükümlülükleri olduğu görüşü gelişmiştir (Gedik, 2020). Bu çerçevede topluma zarar verecek etkinliklerden kaçınmanın yanında toplumun sağlığını ve refahını geliştirecek etkinliklerde bulunarak toplumsal faydayı artırmak anlayışı da sosyal sorumluluk kavramı kapsamında yerini almıştır (Özdönmez ve ark.,1998). Günümüzde sosyal sorumluluk anlayışı çerçevesinde kuruluşların çalışanlarına, hissedarlara ve yöneticilere karşı sorumluluklarının yanında rakiplere, müşterilere, çevreye ve devlete karşı sorumluluklarının bulunduğu kabul edilmektedir (Balı ve Cinel, 2011).

Sosyal sorumluluk gelişen bir örgüt amacının dışında, bu kapsamda yapılan çalışmalar, kurumların imajını ve marka değerini de geliştirmektedir. Bunların yanı sıra belirtilen kapsamdaki çalışmalar doğa ve çevrenin korunması, çalışanların haklarının verilmesi, yolsuzlukla mücadele gibi toplumsal sorunların çözümünde de etkili bir araç olarak rol oynamaktadır (Göksu, 2018). Bu bakımdan sosyal sorumluluk çalışmaları bir kuruluşu belirli bir sosyal amaç veya soruna karşı çözüm üretme ile ilişkilendiren stratejik bir konumlandırma ve iletişim tekniği olarak değerlendirilmektedir (Göztaş, 2015).

Ekonomik, sosyal ve çevresel alanlardaki gelişmeler sonucunda sadece ekonomik amaçların yeterli olmadığı, sosyal sorumluluk açısından kendini geliştiren ve yararlı projeler üreten kurumların müşterileri ve diğer paydaşlar tarafından daha çok tercih edildiği bilinmektedir. 1990 yılında yapılan bir araştırmada tüketicilerin %40'ının sosyal bakım-

dan sorumlu olmayan firmaları cezalandırdıklarını, %25'inin ise sorumlu şirketlerin ürünlerini satın alarak onları ödüllendirdiklerini ortaya koymaktadır (Aydede, 2007). Yine Gümüş ve Öksüz (2009) çalışmalarında konunun önemine vurgu yapmak için Dawkins ve Lewkins (2003) tarafından 23 ülkede 25.000 kişinin katılımıyla gerçekleştirilen araştırmanın sonuçlarına yer vermiştir. Belirtilen çalışmada ulaşılan bulgular, kurumsal itibarın sağlanmasında en temel faktörün %56'lık oranla sorumluluk olduğunu, bunu ürün-marka kalitesi (%40) ile işletme ve finansal performansın (%34) izlediğini ortaya koymaktadır. Trendwatching (2017) tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarına kendi çalışmalarında yer veren Balta Peltekoğlu ve Tozlu (2017) tüketicilerin marka tercihinde toplumsal açıdan yararlı bir kuruluşu tercih etme düzeyinin %62 olduğunu ortaya koymaktadır. Bu oranın Hindistan'da %78, Çin'de %77 ve Brezilya'da %80'ine ulaştığı belirtilmektedir.

Daha geniş bir bakış açısıyla sosyal sorumluluk çalışmalarının kuruluşlara sağladığı belli başlı faydalar; i. kuruluşun kamuoyu tarafından benimsenmesinin kolaylaşması, ii. imajının güçlenmesi ile insan kaynakları temini, finansal kaynaklara erişim gibi faaliyetlerine olumlu katkı sağlaması, iii. dolaylı olarak kurumların karlılığının artması, iv. müşteri sadakatinin sağlanması, v. işbirliklerinin gelişimi, vi. rekabet avantajı sağlanması ile vii. kuruluşun toplumun bir parçası olarak rol oynaması şeklinde sıralanabilir (Aktan ve Börü, 2007; Öztürk, 2014). Ayrıca sosyal sorumluluk çalışmalarının çalışanların örgüte bağlılıklarını da etkilediği belirlenmiştir (Demir ve Türkmen, 2014).

Bu çerçevede kuruluşlar çok farklı alanlarda sosyal sorumluluk çalışmaları yürütmektedirler. Söz konusu çalışmalar; i. toplumun gelişimi, ii. tüketiciler, iii. doğal çevre, iv. sağlık, v. eğitim, vi. spor, sanat ve kültür alanlarında yapılabildiği gibi vii. çalışanlara, viii. tedarikçilere ve ix. devlete yönelik olarak da gerçekleştirilebilmektedir. Belirtilen kapsamda Özkaya (2010) küresel çevre sorunları üzerinde işletmelerin sahip olduğu büyük etkiden dolayı çevre konularına yönelik olarak sorumlu davranmalarının da önem ve gerekliliğine vurgu yapmıştır. Belirtilen kapsamdaki çalışmalar doğal kaynakların sürdürülebilirlik çerçevesinde kullanılması, faaliyetlerin doğal dengeyi bozmayacak şekilde yapılması, çevre kirliliği gibi sorunlara önlem alınması, ulusal ve uluslararası çevre standartlarına uyulması gibi konularda yürütülebilmektedir.

INGEV (İnsani Geliştirme Vakfı – ingev.org) tarafından 2019 yılında Türkiye'de yapılan kurumsal sosyal sorumluluk projeleri incelenmiş ve toplam

746 proje tespit edilmiştir. Eğitim (%38) en çok üzerine sosyal sorumluluk projesi geliştirilen alan olmuştur. Bunu çevre (%14), sosyal destek (%13) ve kültür-sanat (%12) alanlarının izlediği de belirlenmiştir. Sosyal sorumluluk projelerinin odaklandığı hedef kitleye göre dağılımı incelendiğinde ise toplumun geneline yönelik yapılan projelerde ilk sırayı çevreye yönelik çalışmaların (%41) aldığı dikkat çekmektedir (INGEV, 2019). Bu çerçevede çeşitli ağaçlandırma çalışmalarının yapıldığı da bilinmektedir.

Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksinde yer alan kurumlar kapsamında araştırma yapan Aytar (2019) belirtilen endekste bulunan şirketlerin %28'inin en az bir çevreyle ilgili sosyal sorumluluk çalışmasında bulunduğu, bu kapsamda da en fazla yapılan etkinlikler arasında fidan dikme, ağaçlandırma ve orman geliştirme projelerinin yer aldığını belirlemiştir. Benzer bir çalışmada ise aynı endekste yer alan kurumlardan çevresel konularda sosyal sorumluluk faaliyetinde bulunanların çeşitli ölçeklerde ağaçlandırma faaliyetleri yürüttüğü tespit edilmiştir. Bu endekste ilk 30'da yer alan kurumların %50'si, ilk 50'de bulunanların %42'si ve ilk 100'de olanların %38'i ağaçlandırma faaliyeti gerçekleştirmiştir (Macit ve Aytar, 2021).

Belirtilen çerçevede çalışmanın amacı ağaçlandırma faaliyetlerini kapsayan sosyal sorumluluk projeleri hakkında bilgi vermek ve bu çalışmaların kapsamını değerlendirmektir. Bu kapsamda Türkiye İş Bankası tarafından gerçekleştirilen "81 İlde 81 Orman" projesi örnek olarak seçilmiş, kurumsal verilerden ve görüşme yönteminden yararlanılarak konuya ilişkin genel değerlendirmeler yapılmıştır.

2. Genel Bilgiler

Genel Bilgiler bölümünde ilk olarak Türkiye'de sosyal sorumluluk amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmalarının yasal dayanağı ile ulusal düzeydeki başlıca ormancılık politikası belgelerindeki yeri ele alınmıştır. Ardından Türkiye'de sosyal sorumluluk amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmaları hakkında genel bilgilere yer verilmiştir.

2.1. Türkiye'de sosyal sorumluluk amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmalarının mevzuat ve politika belgelerindeki yeri

Sosyal sorumluluk amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmaları, özel ağaçlandırmalar kapsamında yürütülmektedir. Özel ağaçlandırma, "devlete ait bozuk vasıflı orman alanlarında, orman içi açıklıklarda, hazine arazilerinde, sahipli arazilerde orman varlığını ve ağaç servetini çoğaltmak, toprak-su ve bitki arasında bozulan doğal dengenin yeniden

tesisini sağlamak, özel- tüzel kişilerin ve kamu kuruluşlarının ağaçlandırma yapmasını sağlamak amacıyla yapılan ağaçlandırmalar"dır (Özkurt ve Yeşilkaynak, 2009). 1956 tarih ve 6831 sayılı Orman Kanununun 57. maddesinde orman sahasını artırmak amacıyla gerçek ve tüzel kişiler tarafından Orman Genel Müdürlüğünce uygun görülecek planlara göre ağaçlandırma yapılabileceğinden bahsedilmektedir. Belirtilen kanunun takip eden maddelerinde de (57-67. maddeler) ağaçlandırma çalışmalarının yapılması ile ilgili hükümler yer almaktadır. Yine gerek devlet ormanlarında gerekse devletin hüküm ve tasarrufu altındaki arazilerde yapılacak ağaçlandırma çalışmalarına ilişkin tahsis, izin ve uygulama ile düzenlemeler 1995 tarih ve 4122 sayılı Milli Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberlik Kanununda belirtilmiştir. Bu kanunun 4. Maddesinin t bendinde "Büyük işletmeler; kendi arazilerinde veya izin verilen, irtifak hakkı tesis edilen veya tahsis edilen sahalarda, ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmaları yapar veya yaptırırlar." hükmü bulunmaktadır.

Yine 23/10/2019 tarih ve 30927 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Ağaçlandırma Yönetmeliğinin üçüncü bölümünde OGM dışındaki kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişilerce devlet ormanlarında, hazine arazilerinde ve sahipli arazilerde yapılacak ağaçlandırma çalışmaları için başvuru ve hak sahipliğine ilişkin esasların yanı sıra verilecek izin, projelendirme ve ağaçlandırılacak alanın teslimiyle ilgili düzenlemeler yer almaktadır. Aynı yönetmelikte özel ağaçlandırmalara ilişkin esaslar, bu alanların denetimi, planlaması, faydalanılması, devredilmesi gibi konularla ilgili düzenlemelere, kredi ve hibelerle ilgili esaslara yer verilmiştir. Söz konusu hibeler ile ilgili esaslar 11 Ocak 2017 tarih ve 29945 sayılı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Hizmetlerine İlişkin Yönetmelik kapsamında açıklanmaktadır.

Ağaçlandırma Yönetmeliği kapsamında ilgili konuları daha açık şekilde ortaya koymak amacıyla 2020 yılında yayınlanan 7310 sayılı Özel Ağaçlandırma Tamiminde konuya ilişkin düzenlemeler daha kapsamlı şekilde ele alınmaktadır. Bu tamimde "a) Devlet ormanlarında; 1) Kesinleşen kadastro çalışmaları neticesinde orman sınırları içinde kalan, amenajman planına ve aktüel durumuna göre verimli orman niteliğinde olmayan yerler. b) Hazine arazilerinde; 1) Mülkiyeti Hazineye ait olan arazilerde, gerçek ve tüzel kişilerce yapılacak özel ağaçlandırma, özel imar-ihya ve özel orman fidanlığı çalışmalarına ait müracaat, saha tespit ve izin işlemleri, Milli Emlak Genel Müdürlüğü'nce bu maksatla çıkarılan mevzuat hükümleri çerçevesinde özel ağaçlandırmaya konu yerler, c) Sahipli

arazilerde; 1) Tapu senedi olan taşınmazlarda” özel ağaçlandırma yapılabileceği belirtilmektedir. Bu çerçevede köy tüzel kişilikleri, belediyeler, kamu kurum ve kuruluşları ile her türlü tüzel kişiliği olan; dernekler, vakıflar, sendikalar, meslek odaları, köye hizmet götürme birlikleri, kooperatifler, ticari şirketlerin özel ağaçlandırma yapabileceğine yer verilmiştir. Belirtilen tamimde başvuru süreci ve başvuru değerlendirme aşamaları, kabul sonrasında projelendirme, saha izni ve saha teslimi ile ilgili süreç ayrıntılı olarak açıklanmış, ilgili evraklara yer verilmiştir. Bunun dışında da yine özel ağaçlandırma ve özel imar ihya sahalarının izne konu edilmesi, saha büyüklüğü, saha, proje ve iş programı revizyonu, özel ağaçlandırma ve özel imar-ihya çalışmalarına konu edilecek türler, ilgili sahalarda yapılabilecek tesisler, söz konusu alanların işletilmesi ve faydalanma esasları, izleme ve denetim süreci, izinlerinin ve projelerinin iptali, hibe ve kredilendirme esasları gibi konuların ayrıntıları açıklanmıştır.

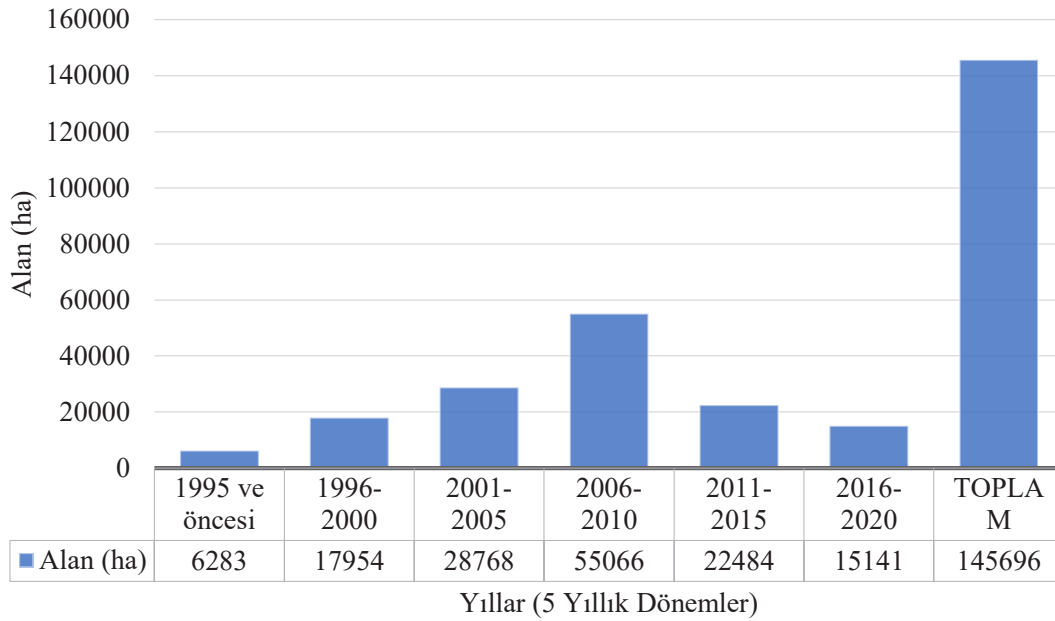
Özel ağaçlandırmaya ilişkin konular güncel ormancılık politikası belgelerinde de yer almaktadır. Ulusal Ormancılık Programında (ÇOB, 2004) verilen teşviklere karşın özel ağaçlandırmaların çok sınırlı düzeyde yapıldığı belirtilmiş, bürokratik süreç, teşvik ve bilgilendirme çalışmalarındaki yetersizlikler ile ekonomik ve yasal bazı engellerin bu duruma yol açtığı ortaya konulmuştur. Ayrıca özel ağaçlandırmaların mevzuat, finans ve kurum-

sal düzenlemeler bakımından teşvik edilmesi, işbirliğinin güçlendirilmesi, bilinçlendirme ve ilgi oluşturma yönünde çabaların artırılmasının gereği ve önemi belirtilmiştir.

Özel ağaçlandırmaların geliştirilmesi ve teşvik edilmesi gerekliliği 10. Kalkınma Planı Sürdürülebilir Orman Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporunda (KB, 2014) da vurgulanırken 11. Kalkınma Planı Ormancılık ve Orman Ürünleri Çalışma Grubu Raporunda (KB, 2018) ise özel ağaçlandırmaların katkısının ekonomik ve çevresel önemine değinilmiş, ayrıca 2019-2023 dönemi için araştırma öncelikleri arasında da yerini almıştır. Son dönemdeki OGM stratejik planlarında da özel ağaçlandırmaların yaygınlaştırılması konusuna yer verilmiştir (OGM, 2016; OGM, 2018).

2.2. Türkiye’de sosyal sorumluluk amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmaları

Türkiye’de ormancılık alanında yayınlanan istatistiksel veriler kapsamında sosyal sorumluluk amaçlı yapılan ağaçlandırma çalışmalarının alansal büyüklüğüne ulaşabilmek mümkün olmamakla birlikte özel ağaçlandırma çalışmalarına ilişkin veriler grafik ve sayısal olarak Şekil 1’de verilmiştir. İlgili verilerde de görüleceği üzere Türkiye’de özel ağaçlandırma çalışmaları çok geniş alanlara yayılmamakta ve ülke genelinde yaklaşık olarak 150 bin ha civarına ulaşmaktadır.



Şekil 1. Türkiye’de yapılan özel ağaçlandırma çalışmalarının alansal büyüklüğünün yıllara göre dağılımı (OGM, 2020 verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.)

Figure 1. Distribution of the area of private afforestation activities carried out in Türkiye by years

Özel ağaçlandırma faaliyetleri içinde yer alan özel sektör kuruluşları tarafından sosyal sorumluluk kapsamında yürütülen ağaçlandırma çalışmalarına ilişkin bazı örnekler aşağıda sıralanmıştır:

Ülkem İçin Ormanlar Projesi

Koç Holding, TEMA ve OGM'nin ortak çalışması ile yürütülen bir projedir. Proje kapsamında 7 bölgede 1 milyon 84 bin fidan dikimi gerçekleştirilmiştir. Yine bu projenin devamı olarak "Dünyayı Kurtaran Çocuk" sosyal sorumluluk projesi çerçevesinde TEMA işbirliği ile ilköğretim öğrencilerine çevre bilinci ve verimli kaynak kullanımı ile ilgili eğitim verilmiştir (KH, 2021).

Türkiye Nüfusu Kadar Ağaç Projesi

Konya Şeker tarafından Konya çevresinde başlatılan ağaçlandırma çalışmalarında öncelikle Konya nüfusu kadar fidan dikilmesi amaçlanarak çalışmalara başlanmıştır. Proje kapsamında hem meyve ağacı hem de orman ağaçları ile ağaçlandırma yapılmıştır. 67 farklı alanda 940 ha ormanlık alan oluşturulmuştur. İlerleyen dönemde ağaçlandırma çalışmasının amacı ülke nüfusu kadar ağaç dikmek olarak belirtilmiştir (KŞ,2021).

Tabiatımız özel projesi

Anadolu Efes tarafından gerçekleştirilen projede çevre teknolojileri geliştiren bir sosyal girişim olan Ecording ile işbirliği yapılarak tohum toplu atışları ile insan ulaşımının zor olduğu noktalarda ağaçlandırmaya destek olmak hedeflenmiştir. Bu çalışma kapsamında Mersin ve Artvin'de 2 milyon tohumun toprakla birleştiği belirtilmektedir (Anadoluefes, 2021).

Bunların dışında Yapı Kredi'nin "Ekstreler Orman Olsa", Suducrem ve Biocodex'in "Ormanlar Büyüyor", Sofia ve Migros işbirliği ile gerçekleştirilen "Geleceğimiz için 10.000 Fidan"

kampanyası gibi çok çeşitli ve farklı ölçeklerde ağaçlandırma çalışmalarını içeren sosyal sorumluluk projeleri gerçekleştirilmektedir. Bu sosyal sorumluluk projeleri, özel sektörün yanı sıra, kamu kurumları, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları tarafından da gerçekleştirilebilmektedir.

3. Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında ilk olarak Türkiye'de ormanlık ile ilgili yapılan ve özellikle ağaçlandırma çalışmalarını kapsayan sosyal sorumluluk projeleri araştırılmıştır. Bu araştırma sürecinde internetten yararlanılmış ve kurumların resmî web siteleri incelenmiştir. Bilinçli örnekleme yöntemi ile

İş Bankası, OGM (Orman Genel Müdürlüğü) ve TEMA (Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı) işbirliği ile yürütülen "81 İilde 81 Orman" projesi örnek olarak seçilmiştir. Belirtilen projenin seçilmesinde, Türkiye'de sosyal sorumluluk alanında yapılan en kapsamlı ağaçlandırma çalışması olması, projenin geniş bir alanda yürütülmesi ve aynı zamanda uzun bir çalışma sürecinde gerçekleştirilmiş olması etkili olmuştur. Çalışmada ilk olarak projenin kapsamı incelenmiş bu çerçevede kurumsal düzeyde sosyal sorumluluk anlayışı, kurum tarafından yapılan belli başlı sosyal sorumluluk projeleri ve bunlar içinde seçilen örnek projenin yeri ele alınmaya çalışılmıştır.

Proje hakkında daha kapsamlı bilgiye ulaşmak amacıyla proje koordinatörlüğüyle görüşme yapılmıştır. Yapılandırılmış görüşme tekniğinden yararlanılan çalışmada sosyal sorumluluk projesinin amaçları, projenin işleyiş süreci, sahada projenin nasıl yürütüldüğü, ulaşılan sonuçlar gibi konularda sorulara yer verilmiştir. Yapılan görüşme "*önceden yapılan ve ne tür soruların ne şekilde sorulup, hangi verilerin toplanacağını ayrıntılı biçimde saptayan, görüşme planının aynen uygulandığı görüşme çeşididir.*" (Karasar, 2014). Görüşme formunda yer alan sorular aşağıda sıralanmıştır:

- 81 ilde 81 orman projesine başlamada amacınız nedir?
- Projenizde istediğiniz amaçlara ulaşabildiniz mi?
- Bu sosyal sorumluluk projesinde ekibiniz kimlerden oluşmuştur?
- Projeye başlama sürecinde topluma nasıl faydalar sağlamayı hedeflediniz?
- Projeye başladığınız zaman size hangi kurum ve kuruluşlar destek oldu?
- Projenin başından sonuna kadar geçen süreçte karşılaştığınız sorunlar neler oldu?
- Projede ilerlediğiniz bu yolda size karşı çıkan kurum ve kuruluşlar oldu mu? Olduysa bunlar hangileridir? hangi konularda karşı çıktılar?
- Projeye başlarken çalışmalarınızı yapacağınız alanları neye göre ve nasıl belirlediniz?
- Projede belirlediğiniz alanlardaki proje yönetimi ve çalışmaları, koordinasyonu nasıl sağladınız?
- Proje sürecinde ne kadar yatırım yaptınız?
- Bulduğunuz projenin tanıtımını ne şekilde yaptınız?
- Proje sürecinde yaptığınız reklam ve tanıtımlar ile toplumda gördüğünüz hedef kitleye ne tür mesajlar verdiniz?

- Projenin sonuna yaklaştığınızda kurum ve kuruluşlardan, toplumdaki bu proje için ne tür tepkilerle karşılaştınız?
- Özel bir firma olarak sosyal sorumluluk projesi yapma düşüncesi oluştuğunda eğitim, sağlık, engelliler, kadın konuları üzerine değil de neden ağaçlandırma üzerine bir sosyal sorumluluk projesi yapmayı tercih ettiniz?
- Özel bir firma olarak geçmiş çalışmalarınızda benzer projeleriniz oldu mu?
- Bugüne geldiniz, eğer tekrar projeye başladığınız güne dönseniz yine aynı projede bulunmayı tercih eder miydiniz?
- Özel bir firma olarak bulunduğunuz bu sosyal sorumluluk projesi firmanıza ne gibi katkılar sağladı?
- Bu projede bir sona yaklaşmış bulunmaktasınız, şu an benzer bir proje hazırlığınız var mı?
- Bu projenin içinde bulunmuş bir firma olarak benzer projelerin yapılmasını önerir misiniz, diğer firmalara, kurum ve kuruluşlara bu konu hakkında tavsiyeniz ne olur?

Yapılan görüşmeler ile elde edilen bulgular nitel olarak değerlendirilmiş ve özetlenerek aktarılmıştır.

4. Bulgular

Bulgular bölümünde örnek olay olarak seçilen “81 İlde 81 Orman” projesi kapsamında yapılan çalışmalar anlatılmış ve görüşme ile elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1. 81 İlde 81 Orman Projesi

Türkiye İş Bankası (isbank.com.tr), TEMA ve OGM iş birliğiyle gerçekleşen proje, 2008-2018 yılları arasında kapsayan dönemde yapılmıştır. Çevrenin korunması ve başta çocuklar olmak üzere halkın çevre konusunda bilinçlendirilmesi amacıyla yapılan proje kapsamında 81 ilde yaklaşık 1.500 hektar alana 2.2 milyon fidan dikilmiştir (TEMA, 2021). Bölgeler itibarıyla yapılan ağaçlandırmaların alansal dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

Projenin ilk beş yılında ağaçlandırma çalışmaları ve takip eden beş yıllık dönemde de bakım çalışmaları yürütülmüştür. Dikim yapılan alanlarda OGM ve TEMA bünyesinde görev yapan teknik personel ile çalışma alanlarında kontroller yapılmış ve gerekli yerlerde de tamamlama dikimleri gerçekleştirilmiştir. Böylelikle 2020 yılı itibarıyla ağaçlandırılan alanlardaki başarı oranı %84 düzeyine ulaşmıştır (TEMA, 2021). Bu genel bilgilerin dışında proje koordinatörlüğü ile yapılan görüşmede ulaşılan bulgular projenin planlaması, yürütülmesi, tamam-

lanması ve devam eden çalışmalar başlıkları altında toplanmıştır.

Tablo 1. Proje kapsamında yapılan ağaçlandırma çalışmalarının bölgelere göre dağılımı
Table 1. Distribution of afforestation activities carried out within the scope of the project by regions

Bölge	Dikim alanı (ha)	Dikilen fidan sayısı (adet)
Marmara	210	245.985
Ege	160	223.302
Akdeniz	190	253.000
Karadeniz	357	545.550
İç Anadolu	260	394.780
Güneydoğu Anadolu	72	206.400
Doğu Anadolu	250	342.950
K.K.T.C.	22	35.200
TOPLAM	1.521	2.247.167

İş Bankası (İşbank, 2021) verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Projenin Planlanmasına İlişkin Değerlendirmeler

Görüşmelerde İş Bankasının temel amacı, ülkenin ekonomik kalkınmasına katkı sağlamak ve toplumsal yaşamın gelişimine destek olmak şeklinde tanımlanmaktadır. Ayrıca bankanın tanımlanan kuruluş misyonu içinde yer alan unsurdan biri yine toplumsal hayatın gelişimine katkı sağlamak olmuştur. Bankanın gerçekleştirdiği sosyal sorumluluk projelerinin; uzun soluklu olması, yaygın etki üretme potansiyeli bulunması ve sürdürülebilir bir yaklaşım sergilemesi esasına göre planlandığı ve yürütüldüğü ifade edilmiştir. Kurumun belirlenen esaslar çerçevesinde eğitim, çevre ve kültür-sanat alanlarında sosyal sorumluluk projeleri ürettiği üzerinde durulmuştur. Bu alanda gerçekleştirilen projelerin çoğunluğunun, yıllar önce başladığı ve üzerinde çalışmaların sürdürüldüğü yönünde açıklamalarda bulunulmuştur. Uzun süreçleri kapsayan projeler sonucunda da başarı düzeyinin yüksek olduğu yönünde saptamalarda bulunulmuştur.

Kurum tarafından gerçekleştirilecek sosyal sorumluluk projeleri belirlenirken, toplumda geliştirilmeye ve iyileştirilmeye gereksinim olan alanlara odaklanıldığı belirtilmiştir. Kurumun, eğitim ve kültür-sanat alanında kapsamlı projeleri bulunduğu ortaya konulmuştur. Ancak çevre konusu da kurumun öncelikleri arasında bulunduğundan bu kapsamda bir sosyal sorumluluk projesi hazırlanması üzerinde durulmuştur.

Kuruluş amacı, misyonu ve sosyal sorumluluk anlayışına paralel olarak çevre alanında kurum ta-

rafından gerçekleştirilen en kapsamlı çalışmanın “81 ilde 81 orman” projesi olduğu ifade edilmiştir. İlgili projenin temel amaçları; çevreye katkı sağlamak, toplumsal hayata sosyal açıdan destek olmak, kamuoyunun dikkatini çekerek bu alanda yapılan çalışmaları artırmak ile diğer kurumlara örnek ve öncü olarak çevre alanında yapılan sosyal sorumluluk projelerinin artmasına ve gelişmesine öncülük etmek şeklinde sıralanmıştır. Ayrıca başta çocuklar olmak üzere çeşitli kesimlerden fidan dikim etkinliğine katılım sağlanarak çevre bilincini geliştirme yönünde çaba gösterildiği belirtilmiştir. Özellikle ilkokul çocuklarının törenlerde aktif şekilde rol almasının ve böylece gelecekte çevre ve ormanlar konusunda daha bilinçli bireylerin yetişmesine katkı sağlamanın, proje öncelikleri arasında olduğuna işaret edilmiştir. Belirlenen amaçlar doğrultusunda, çalışmanın planlanması aşamasında ağaçlandırma alanlarının seçimi OGM ile TEMA iş birliğiyle gerçekleştirilmiştir. OGM tarafından ağaçlandırılacak alanlar kesinleştirilmiş ve tahsis edilmiştir.

Projenin Yürütülmesine İlişkin Değerlendirmeler

Projenin uygulanmasına 2008 yılı sonunda başlanmıştır. İlk beş yıllık dönemde ağaçlandırma çalışmaları yapılmış, sonraki beş yıllık dönemde ise tamamlama ve bakım çalışmaları sürdürülmüştür. Proje kapsamında yapılan ağaçlandırma çalışmaları 2012 yılı sonunda tamamlanmış ve bu yıldan sonra tamamlama ve bakım çalışmalarına başlanmıştır. 2018 yılı itibariyle TEMA ile birlikte alanlardaki başarı durumu denetlenmekte ve takip edilmektedir. Yapılan benzer ağaçlandırma çalışmalarından farklı olarak bu projede tamamlama ve bakım çalışmalarının sürdürülmesi, projenin farklarını ortaya koyan bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

İş Bankası yaptığı bütün sosyal sorumluluk projelerinde olduğu gibi “81 İlde 81 Orman” projesinde de Kurumsal İletişim Bölümünün görevlendirildiği ortaya konulmuştur. Adı geçen proje ekibi bu bölümün çalışanlarından oluşmuştur. Planlama aşamasında olduğu gibi uygulama ve denetleme aşamalarında da TEMA ile işbirliği söz konusu olmuştur. TEMA'nın tüm illerde yaygın bir yapılanmaya sahip olması nedeniyle, bu sivil toplum örgütü ile iş birliği yapılması tercih edilmiştir.

Projede belirlenen alanlarda ekiplerin oluşturulması ve koordinasyonun sağlanması TEMA işbirliği ile yapılmıştır. TEMA ile “Kontrol Takip Sistemi” konusunda sözleşme yapılmış, ağaçlandırma alanlarındaki çalışma düzeni bu sözleşme gereği TEMA tarafından gerçekleştirilmiştir. Denetim etkinlikleri kapsamında, 6 aylık dönemler için be-

lirtilen kurumdan rapor alınmıştır. Bunun dışında, her ilde projenin yapıldığı alana yakın olan İş Bankası şubeleri, ilgili çalışmaları takip etmek ve iletişim sağlamak için görevlendirilmiştir. Bu kapsamda, proje kapsamında ağaçlandırılan alanlar, İş Bankası proje yetkilileri tarafından ziyaret edilmiş ve bu şekilde yerinde incelemelerde bulunularak, izleme ve değerlendirme yapılmıştır. Yine bu yetkililerden raporlar hazırlayarak, durum değerlendirmesi yapılması istenmiştir.

Kurumun amaçlarına ulaşabilmesi için tanıtım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesine de önem verilmiştir. Projenin tanıtımı için pek çok iletişim ağı kullanılmışlardır. Yerel ağlar, gazete ilanları, yerel televizyonlarda yayınlanan küçük videolar, internet videoları, projenin tanıtımı için kullanılan başlıca araçlar olmuştur. Ayrıca, ağaçlandırma alanlarında düzenlenecek törenlere ilişkin bilgilendirme yapmak için alan çevresindeki reklam panolarından yararlanılmıştır. Yapılan halkla ilişkiler çalışmaları ve tanıtımlar sayesinde düzenlenen törenlere, büyük ölçüde katılımın sağlanması hedeflenmiştir. Başta çocuklar olmak üzere, toplumun farklı kesimlerinden katılım sağlanmıştır. Katılımcılara; fidan dikimi, doğa ve çevre konusunda bilinçlendirmeler yapılmıştır. Ayrıca, İş Bankası'nın diğer kurumlara öncü ve örnek olma amacına paralel olarak, diğer kurumlara bu konuda teşvik edici mesajlara da yer verilmiştir.

Projenin başından sonuna kadar geçen süreç içerisinde uygulamaya ve denetime ilişkin sıkıntı ve sorun yaşanmadığı belirtilmiştir. Ağaçlandırmalar, dikim törenleriyle yapılmış ve bu törenlerin tamamı şenlik havası içerisinde gerçekleştirilmiştir. Alanlarda yağmur yağması bile törenleri etkilememiş, bu kapsamdaki faaliyetler coşkulu bir şekilde yürütülmüştür. Projenin başarıyla sürdürülmesinde İş Bankasının yanı sıra OGM ile TEMA'nın önemli katkılarının olduğu ifade edilmiştir. Bunun dışında, projenin başlangıcında, uygulama aşamasında ve sonrasında karşı çıkan veya çatışma yaşanan herhangi kurum veya kesim olmamıştır. Kurumun, marka olarak yüksek güvenilirliğe sahip olması, kamuoyunda kurum imajının olumlu olması nedeniyle, katılım ve desteğin yüksek olduğu yönünde görüşler ortaya konulmuştur. Bu kapsamda olumlu geri bildirimler alınmış, yapılan etkinliklerin yansımaları olumlu olmuştur. Diğer taraftan, yapılan görüşmeler sırasında, kurumun projeye ayırdığı bütçe ve yapmış olduğu yatırım miktarı hakkında bilgiler paylaşılmamıştır. Bu noktada kurumun ilke olarak yürütülen sosyal sorumluluk projelerine ayırdıkları bütçe hakkında bir bildirim veya açıklamada bulunmadığı belirtilmiştir.

Projenin Tamamlanması ve Devam Eden Çalışmalara İlişkin Değerlendirmeler

Yetkililerin yaptıkları değerlendirmelere göre, projenin son aşamasında elde edilen veri ve sonuçlar, projenin amaçlarına ulaşıldığını göstermektedir. Bu kapsamda ağaçlandırma alanlarındaki başarı düzeyi en temel gösterge olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ağaçlandırılan alanlarda bazı bitki türlerinin ve mantarların çoğalması, çeşitli böcek, süngen ve memeli türlerinin gözlemlenmesi, bu alanlarda yaşam ortamlarının gelişmesi ve ekolojik dengenin oluşmaya başlaması açısından göstergeler olarak değerlendirilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi proje ile ilgili geri dönüşler olumlu olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, projenin de tanınırlık oranının yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Projenin kurum için olumlu bir algı oluşturulmasına katkı sağladığı belirtilmiştir. Bu kapsamda telefon, e-posta ve sosyal medya üzerinden olumlu tepkilerle karşılaşıldığı ifade edilmiştir.

İş Bankası yetkilileri, kurumsal olarak tekrar projeye başlanılan güne dönülmesi aynı projeyi yapmanın tercih edileceğini ifade etmiştir. Yürütülen sosyal sorumluluk projesi ile kurumun, toplumsal açıdan itibar ve imajın güçlendiği belirtilmiştir. Ancak daha genel bir bakış açısıyla, bir sosyal sorumluluk projesi planlanırken ve yürütülürken odaklanılan noktanın “bize ne sağlar?” yönündeki bakış açısı olmadığı bunun yerine “ülkemize ve topluma ne katar?” bakış açısıyla değerlendirildiğine vurgu yapılmıştır. Bu noktada yapılan tanıtım faaliyetlerinin amacının da banka reklamı yapmak olmadığı, projenin kendisi ve amaçlarıyla ilgili bilgi vermek ve bunu yaymak olduğu açıklanmıştır.

Kurum bünyesinde sosyal sorumluluk çalışmalarının kesintisiz bir şekilde devam edeceği yönünde görüş bildirilirken, bu çalışmaların hiçbir zaman durmayacağı ve çeşitli alanlarda faaliyetler göstermeye devam edileceğini belirtmiştir. Çevre ile ilgili sosyal sorumluluk projelerinin devam edeceğini ancak bulunulan nokta açısından, bilgi verilebilecek boyutta bir çalışma hazırlığının bulunmadığı söylenmiştir.

Görüşme yapılan dönem sonrasında İş Bankası “Geleceğe Orman” adlı bir sosyal sorumluluk projesi daha başlatmıştır. Bu proje kapsamında mobil uygulama aracılığıyla yapılan bankacılık işlemleri (bankamatik işlemlerinde makbuz almamak, dijital ekstre kullanmak vb.) ile gündelik yaşam aktiviteleri (günde 2000 ve üzeri adım atılması, toplu taşıma kartı ödemesi yapılması vb.) ile “karbon puan” kazanılması sağlanmaktadır. Bu yolla bireylerin karbon ayak izini azaltacak yaklaşımlar sergilenmesi desteklediği gibi belirli puana ula-

şılması durumunda da TEMA aracılığıyla fidan bağışı yapılmaktadır (İşbank, 2021).

5. Tartışma ve Sonuç

Sosyal sorumluluk, temelinde topluma fayda sağlama düşüncesi bulunan ve kapsam olarak zaman içerisinde değişim ve gelişim göstermiş bir kavramdır. Tarihin ilk dönemlerinde dini temellere dayalı olarak başlayan sosyal sorumluluk günümüzde çok geniş bir çerçevede ele alınmaktadır. Sağlık, eğitim, çevre, kültür, sanat, kadın ve çocuk gibi birçok alanda sosyal sorumluluk projeleri gerçekleştirilmektedir. Bu projelerde öncelikli amaç, toplumda eksikliği görülen konuların geliştirilmesi ve bu yolla topluma fayda sağlanmasıdır. Son dönemde, sosyal sorumluluk projeleri alanında yapılan çalışmalar içinde çevre ve doğaya ilişkin olanlar artış göstermeye başlamıştır.

Bu yaklaşımın yaygınlaşmasında Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesinin de etkisi olduğu bilinmektedir (BM, 1999). Türkiye’den de çeşitli kurumların taraf olduğu sözleşmede yer alan çevre ile ilişkili ilkeler şu şekildedir:

“İlke 7: İş dünyası, çevre sorunlarını önleyici ve çevreyi koruyucu yaklaşımları desteklemeli.”

“İlke 8: Çevresel sorumluluğu artıracak her türlü faaliyete ve oluşuma destek vermeli.”

“İlke 9: Çevre dostu teknolojilerin gelişmesini ve yaygınlaşmasını desteklemeli.”

Bu ilkelerin de etkisiyle çevre alanındaki sosyal sorumluluk etkinliklerinin artış göstermesine rağmen doğa ve doğal kaynakları olumsuz etkileyen faaliyet ve çıktılarının telafi edilmesine yönelik çalışmaların yetersiz olduğu belirtilebilir. Bunun yanında çevresel temalı projeler kapsamında ağırlıklı olarak çocukların eğitimine öncelik verildiği görülmektedir (INGEV, 2019). Sosyal sorumluluk projelerinde önceliklerin belirlenmesinde Birleşmiş Milletler tarafından belirlenmiş Bin Yıl Kalkınma Hedeflerinin dikkate alınmasının gerekliliğine işaret eden Balta Peltekoğlu ve Tozlu (2017), Türkiye’de sosyal sorumluluk alanında en başarılı bulunan kurumların da bu hedeflere paralel olarak projeler yaptığını ortaya koymuştur. Bu kapsamda “Evrensel İlköğretimin Sağlanması”, “Kadınların Konumunun Güçlendirilmesi” ve “Toplumsal Cinsiyet Eşitliğinin Geliştirilmesi” ile “Çevresel Sürdürülebilirliğin Sağlanması” konularını yer aldığı belirtilmektedir.

Küresel düzeydeki anlayışa göre kuruluşların çevreyle ilgili sorumlulukları, çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirme veya doğal kaynak-

ların etkili ve sürdürülebilir şekilde kullanımı ile sınırlı olmayıp bunların yanı sıra doğal çevreye katkı sağlayacak çalışmaların yürütülmesinin gerekliliği de söz konusu olmaktadır (Torlak, 2013). Genel olarak çevrenin geliştirilmesine yönelik sosyal sorumluluk çalışmalarının içinde ağaçlandırma faaliyetlerinin de yer aldığı bilinmektedir.

Ormancılık alanında gerçekleştirilen sosyal sorumluluk projelerinde OGM destek olmakta, Çekül Vakfı, TEMA gibi sivil toplum kuruluşları da katkı sağlayabilmektedir. Örnek proje incelemesinde de görüldüğü gibi bu tip yaklaşımlar kurumlararası ilişkilerin güçlenmesine ve ortak projelerin gerçekleştirilmesine imkan tanımaktadır. Kuruluşların ormancılık alanında yürüttüğü sosyal sorumluluk projeleri, özellikle toplumun bu konuda bilinçlendirilmesi, ilgi ve bilgisinin artması açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, kurumlar için etkili bir halkla ilişkiler aracı olarak, kurumsal imajlarının olumlu şekilde gelişimine, toplum tarafından çevreye ve doğaya duyarlı bir kuruluş olarak algılanmalarına katkı sağlamaktadır.

Kuşkusuz ormancılık alanında yapılabilecek sosyal sorumluluk projeleri ağaçlandırmalar ile sınırlı değildir. Su kaynaklarının korunmasından kırsal kalkınmaya, iklim değişikliği ile mücadelede, ekoturizmin desteklenmesine kadar pek çok alanda sosyal sorumluluk projeleri yapılabileceği unutulmamalıdır. Bu tip sosyal sorumluluk projelerinin, projeyi yürüten ve destek olan kuruluşlara olumlu yansımaları olacağı gibi çevresel, sosyal, ekonomik ve kültürel bakımdan topluma da önemli katkıları olacaktır. Bu noktada söz konusu alandaki sosyal sorumluluk projelerinin gelişmesi yönünde fikirlerin oluşmasına destek olma ve teşviklerin gelişmesi önem taşımaktadır.

Sonuç olarak ağaçlandırma ve genel olarak ormancılık alanında yürütülen sosyal sorumluluk projeleri orman ve ormancılığa ilişkin bilincin gelişimi bakımından önemli olmakla birlikte teknik konuları içerdiği için mutlaka ormancı teknik personelin katılımı ve denetimi ile gerçekleşmelidir. Bunun dışında örnek alan çalışmasındaki sonuçlar değerlendirilerek aşağıda sıralanan çıkarımları yapmak mümkündür:

- Sivil toplum kuruluşlarının da katkı ve katılımı sağlanarak, kamu-özel sektör ve STK işbirliğinin geliştirilmesi sağlanmalıdır.
- Sosyal sorumluluk iletişimi kapsamında başta OGM olmak üzere ilgili kurumların süreçlerde yer almasına yönelik girişimler yapılmalıdır.
- Kurumun politika, amaç ve stratejileri kapsa-

mında konu ele alınıp, sosyal sorumluluk projeleri geliştirilmeli ve geliştirilen projelerin takibi yine işbirliği içinde yapılmalıdır.

- İlgili gruplarının sürece katılması, projenin desteklenmesi ve toplumsal amacın gerçekleşmesi bakımından önem taşımaktadır.
- Yapılan çalışmaların diğer halkla ilişkiler çalışmalarıyla bütünleştirilmesi ve desteklenmesi amacın gerçekleştirilmesi bakımından gereklidir.
- Kurumların örgüt birimleri içinde sosyal sorumluluk çalışmalarına ilgili bir birimin bulunması hem konunun seçilmesi hem de projenin düzenli işlemesi bakımından etkilidir.
- Ormancılık alanındaki sosyal sorumluluk çalışmalarının uzun vadeli olmasından dolayı kapsamlı planlar dahilinde yapılması ve OGM veya Bakanlık denetiminde gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır.
- Ormancılık alanında yapılacak sosyal sorumluluk çalışmalarına yönelik teşviklerin artması sosyal bakımdan ormancılıkta olumlu sonuçlar ortaya çıkaracaktır.
- Tüzel kişiliğe sahip kurumların ormancılık alanında sosyal sorumluluk çalışmaları yapmasının yaygınlaştırılması yönünde çalışmalar yürütülmelidir. Bu alanda teşvik ve desteklerin artırılması düşünülebilir.

Araştırma ile elde edilen bulgular ve konuya ilişkin genel yaklaşımlar ışığında özellikle sosyal sorumluluk amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmalarında dikkate alınabilecek başarı ölçütleri; i. OGM ile tür seçimi, dikim tekniği vb. teknik konularda işbirliği yapılması, ii. ağaçlandırma çalışmalarının periyodik olarak denetlenmesi, tamamlama ve bakım çalışmalarına proje kapsamında yer verilmesi, iii. ağaçlandırma çalışmaları ile sonrasındaki tamamlama ve bakım etkinliklerinde uzman sivil toplum kuruluşu veya özel ormancılık bürolarından destek alınması, iv. ormancılık ve ağaçlandırma ile ilgili çalışmaların uzun vadeli olmasından dolayı kapsamlı ve uzun vadeli bir planlama çalışması yapılması, toplumsal etki yaratması bakımından halkın sürece dahil edilmesi ve projeye ilişkin halkla ilişkiler çalışmalarının planlı bir şekilde yürütülmesi ile geri bildirimlerin dikkate alınması olarak sıralanabilir.

Kuşkusuz ormancılık dışında etkinlik gösteren özel ve tüzel kişilerin ormancılık alanında yaptığı çalışmalara yönelik daha kapsamlı araştırmalar yapılması yerinde olacaktır. Bu çalışmaların kapsamında ilgi gruplarının özellikle halk, çalışanlar ve işbirliği yapılan kurumların da dahil edilmesi konunun çok boyutlu olarak irdelenebilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Aktan, C.C., Börü, D., 2007. Kurumsal sosyal sorumluluk. In: Aktan, C.C., (Eds), Kurumsal Sosyal Sorumluluk: İşletmeler ve Sosyal Sorumluluk, İGİAD Yayınları, İstanbul, pp: 2-20.

Anadolufes, 2021. Tabiatımız **özel**, https://anadolufes.com.tr/tabiatimizozel/_detay (Ziyaret tarihi: 26.11.2021).

Aydede, C., 2007. Yükselen Trend: Kurumsal Sosyal Sorumluluk, Mediacat, İstanbul.

Aytar, O., 2019. BİST Sürdürülebilirlik Endeksinde Yer Alan Şirketlerin Kurumsal Sosyal Sorumluluk Faaliyetleri Üzerine Bir İçerik Analizi. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi* 12: 320-340.

Balı, S., Cinel, M.O., 2011. Bir rekabet aracı olarak kurumsal sosyal sorumluluk. *ODÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi* 2(4), 45- 60.

Balta Peltekoğlu, F.B., E., Tozlu 2017. Halkla İlişkiler ve Gönüllülük Ekseninde Türkiye'de Kurumsal Sosyal Sorumluluk Projeleri Ve Bin Yıl Kalkınma Hedefleri. *Selçuk İletişim*, 10 (1), 5-3.

BM (Birleşmiş Milletler), 1999. The Ten Principles of the UN Global Compact <https://www.unglobalcompact.org/what-is-gc/mission/principles> (Ziyaret tarihi: 30.10.2021).

ÇOB (Çevre ve Orman Bakanlığı), 2004. Ulusal Ormancılık Programı. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Demir, R., Türkmen, E., 2014. Çalışanların Kurumsal Sosyal Sorumluluk Algılarının Örgüte Bağlılıkları Üzerindeki Etkisinin İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 6(2), 47-59.

Gedik, Y., 2020. Kurumsal sosyal sorumluluk: tanımları, tarihi, teorileri, boyutları ve avantajları üzerine kuramsal bir çerçeve. *Haliç Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 3(2): 265-304.

Göksu, N.F., 2018. Sosyal Sorumluluk İletişimi.

İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/halklaileskilervetanitimlt_ue/ssiletisimi.pdf (Ziyaret tarihi: 25.10.2021).

Göztaş, A., 2015. Halkla ilişkilerde stratejik uygulamalar. In: Özgür, A.Z. (Eds), Halkla İlişkiler, Anadolu Üniversitesi Yayın No: 2713, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, Eskişehir, pp: 158-188.

Gümüş, M., Öksüz, B., 2009. İtibar sürecinde kilit rol: kurumsal sosyal sorumluluk iletişimi. *Journal of Yasar University* 4(14), 2129-2150.

İNGEV (İnsani Gelişme Vakfı), 2019. Türkiye'de kurumsal sosyal sorumluluk almanak çalışması, <https://ingev.org/raporlar/Ingev-Rapor-KSS.pdf> (Ziyaret tarihi: 30.10.2021).

İŞBANK (Türkiye İş Bankası, 2021). 81 İlde 81 Orman, <https://www.isbank.com.tr/bankamizi-taniyin/81-ilde-81-orman> (Ziyaret tarihi: 15.11.2021).

KARASAR N., 2014, Bilimsel Araştırma Yöntemi, Nobel Akademik Yayıncılık, No:59, Ankara.

KB (Kalkınma Bakanlığı), 2014. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Sürdürülebilir Orman Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.

KB (Kalkınma Bakanlığı), 2018. On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) Ormancılık ve Orman Ürünleri Çalışma Grubu Raporu. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.

KH (Koç Holding), 2021. Ülkem için 7 bölgede Koç topluluğu ormanları <https://dundenbugune.ulkemicin.com.tr/ulkem-icin-ormanlar.html> (Ziyaret tarihi: 26.11.2021).

KŞ (KonyaŞeker, 2021). Daha İyi Bir Dünya İçin Hep Destek Tam Destek <https://konyaseker.com.tr/tr/icerik/detay/2208/sosyal-sorumluluklar> (Ziyaret tarihi: 26.11.2021).

Macit, N., Aytar, O., 2021. Kurumsal Sosyal Sorumluluk Çalışmaları Benzer Temalar Üzerine mi Yoğunlaşmaktadır? Bist 100 Şirketleri Üzerine Bir Araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 11(1), 43-66.

OGM (Orman Genel Müdürlüğü), 2016. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı 2017-2021. OGM, Ankara.

OGM (Orman Genel Müdürlüğü), 2018. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı 2019-2023. OGM, Ankara.

OGM (Orman Genel Müdürlüğü), 2020. Özel ağaçlandırma faaliyetlerinin il düzeyinde dağılımı, 1991-2020 <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (Ziyaret tarihi: 22.11.2021).

Özdönmez M., Akesen, A., Ekizoğlu, A., 1998. Yönetim ve Organizasyon. İstanbul Üniversitesi Yayın No:4, İÜ Basımevi, İstanbul.

Özdönmez, M., Akesen, A., Ekizoğlu, A., 1999. Halkla İlişkiler, İstanbul Üniversitesi Yayın No:4225, AB Ofset, İstanbul.

Özkaya, B., 2010. İşletmelerin sosyal sorumluluk anlayışının uzantısı olarak yeşil pazarlama bağlamında yeşil reklamlar. Öneri.C. 34, 247-258.

Özkurt, A., Yeşilkaynak, B., 2009. Özel Ağaçlan-

dırma Çalışmalarının Sosyal ve Ekonomik Boyutu - Mersin Örneği. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, Isparta, 19-21 Şubat 2009, pp. 65-73.

Öztürk, M.C., 2014. Halkla İlişkilerde Sosyal Sorumluluk ve Uygulamaları. In: Özkanal, B. (Eds.), Halkla İlişkiler Uygulamaları ve Örnek Olaylar, Anadolu Üniversitesi Yayın No: 2796, ISBN 978-975-06-1461-3, Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, Eskişehir, pp: 100-125.

TEMA, 2021. 81 İilde 81 Orman. <https://www.tema.org.tr/calismalarimiz/orman/81-ilde-81-orman> (Ziyaret tarihi: 15.11.2021).

TORLAK, Ö., 2013. Kurumsal Sosyal Sorumluluk Alanları. In: ÖZTÜRK, M.C. (Eds) Kurumsal Sosyal Sorumluluk, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, pp: 32- 48.

İnsansız hava aracı ile orman yolu kazı ve dolgu hacimlerinin belirlenmesi: Bolu-Taşlıyayla örneği

Determination of forest road cut and fill volumes by using unmanned aerial vehicle: A case study in the Bolu-Taşlıyayla

Yılmaz TÜRK¹
Harun CANYURT¹
Remzi EKER²
Abdurrahim AYDIN¹

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Düzce

² İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Orman
Fakültesi, İzmir

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Yılmaz TÜRK
yilmazturk@duzce.edu.tr

Geliş tarihi (*Received*)

26.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)

18.08.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Türk, Y. , Canyurt, H. , Eker, R. & Aydın, A. (2022). İnsansız hava aracı ile orman yolu kazı ve dolgu hacimlerinin belirlenmesi: Bolu-Taşlıyayla örneği. Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 97-104 . DOI: 10.17568/ogmoad.1093695



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Ormanlıkta üretim aktivitelerinin planlanmasında ve orman yollarının tasarlanmasında, konumsal verilere dayalı karar destek sistemleri bazı ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda, ormanlık alanların yüksek çözünürlükte ve doğrulukta sayısal yükseklik modellerinin (SYM) üretilmesinde İnsansız Hava Araçları (İHA) kullanılmaktadır. İHA ile iş yükü azaltılmakta, zaman kazanımı ve daha hassas veriler elde edilmektedir. Orman yolu yaklaşık maliyet ve hakediş cetvellerinin hazırlanmasında iş yükü fazla olmaktadır. Ayrıca yol yapımı bittikten sonra yüklenici firmaya ödenecek ücret hakediş (olur) cetvellerinde bulunan kesin maliyete göre belirlenmektedir. Bu çalışmanın amacı İHA teknolojisi ile hakediş orman yolu kazı ile dolgu hacimleri belirlenmiş ve zemin klasları da incelenmiştir. Seben Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Taşlıyayla Orman İşletme Şefliği 001 kodlu orman yolunun 100 metrelik kısmı çalışmaya konu edilmiştir. Çalışmaya konu yolun yapımından önce ve sonra İHA (drone) ile uçuşlar otonom olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, hakediş 384,23 m³ kazı ile 188,30 m³ dolgu hacmi ve 893,84 m² kazı alanı ile 447,85 m² dolgu alanı bulunmuştur. Ayrıca alanda toprak ve küskülük zemin klasları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İHA, sayısal yükseklik modeli, orman yolları, kazı ve dolgu hacimleri

Abstract

In the planning of production activities in forestry and in the design of forest roads, decision support systems based on spatial data are widely used in some countries. In recent years, Unmanned Aerial Vehicles (UAV) have been used in the production of high resolution and accuracy digital elevation model (DEM) of forest areas. The workload is high in the preparation of the forest road tender cost and progress payment schedules. In addition, the fee to be paid to the contractor company after the road construction is completed is paid according to the final cost in the progress payment schedule. The aim of this study is to determine the progress payment forest road cut, fill volumes and land classes with UAV technology. Within the scope of the study, the 100-meter section of the 001-coded Type B forest road of Taşlıyayla Forest Management Chief, which is located within the borders of Seben Forestry Directorate, was selected. Before and after the construction of the road, which is the subject of the study, flights with UAV (drone) were carried out autonomously. As a result of the study, 384.23 m³ cut and 188.30 m³ fill volume, cut 893.84 m² and fill area 447.85 m² were found. In addition, soil and loose soil land classes were determined in the area.

Key Words: UAVs, digital elevation model, forest roads, cut and fill volumes

1. Giriş

Ülkemizde orman yolu planlanması ve yapım çalışmaları Orman Genel Müdürlüğü'nce (OGM) "292 Sayılı Orman yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımı Tebliğindeki" (OGM, 2008) esaslara göre yürütülmektedir. Orman Bölge Müdürlüklerinde (OBM) orman yolları yapım işlemi, Makine İkmal Şube Müdürlüğü'nce görevlendirilen teknik personel ve talepte bulunan Orman İşletme Şefi ile oluşturulan bir keşif ekibi tarafından başlatılır. Son yıllarda orman yolu etüt ve aplikasyon işleri özel ormancılık şirketlerine ihale yoluyla yaptırılmaktadır. Yolun aplikasyon işlemi ile birlikte, yolun eğimi, genişliği ile yamaç eğimleri dikkate alınarak OGM, İnşaat ve İkmal Dairesi Başkanlığı, Etüt Proje Şube Müdürlüğü'nce hazırlanan "Orman Yolları Yapım İşleri Teknik Şartnamesi" gereğince Metraj Cetveli düzenlenir (OGM, 2008). Metraj cetveli yanında teknik ekibin deneyimlerine de dayanan zemin etüdü yapılır ve yol boyunca kayıt edilir. Zemin etüdü yol boyunca yapılacak kazı işlerinde toprak, küskülük ve kayalık oranlarının belirlenmesi işlemidir. Zemin etüdü çalışmaları, motorlu araçların güvenli seyrininin sağlanmasında ve yolun uzun ömürlü olması bakımından önemlidir. Ayrıca yaklaşık maliyet ihale bedelinin belirlenmesinde de kullanılan zemin klasları tespit edilmektedir.

Metraj cetvelinin hazırlanmasından sonra toplam kazı miktarı ile bu miktarın zemin cinslerine göre dağılımını gösteren İcmal Cetveli hazırlanarak 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamında Açık İhale Usulü ile İhale Edilen Yapım İşlerine göre ihaleye çıkılarak yol yapım işi gerçekleştirilmekte ve sonrasında kontrol çalışmaları (hakediş) ile son bulmaktadır.

Metraj cetvelinin hazırlanması sırasında her profil noktasındaki yamaç eğimi ve yol genişliği dikkate alınmaktadır. Bu durum yolun yapımı sırasında oluşacak gerçek kazı hacminin belirgin bir şekilde farklılık göstermesine neden olmaktadır. Orman yolu hakediş (olur) cetvellerinin hazırlanmasında iş yükü fazladır. Ayrıca yol yapımı bittikten sonra yüklenici şirkete ödenecek ücret hakediş cetvelinde bulunan kesin maliyete göre ödenmektedir.

Kazı ve dolgu hafriyat işleri, orman yolu inşaat maliyetinin ekonomik olarak en büyük iş kalemini oluşturmaktadır. Bu nedenle kazı ve dolgu hacimlerinin doğru tahmin edilmesi önemlidir (Contreas ve ark., 2012). Ayrıca orman yolu inşaatında kazı işleri, maliyeti artıran en önemli iş kalemidir (Gümüş ve ark., 2003). Bir orman yolu inşaatında zemin klaslarının ve kazı miktarının belirlenmesi yolun maliyetinin belirlenmesi ve yüklenici şirkete

ödemenin doğru hesaplanması bakımından esastır (Acar ve Karabacak, 2012).

Orman yolu yapımı ile ilgili ihale sonuçlarının incelendiği çeşitli çalışmalarda yaklaşık maliyet değerleri ile hakediş değerleri arasındaki farklılık zemin klaslarının tespitinde, yol uzunluğunda ve toplam kazı miktarında olduğu belirtilmiştir (Karabacak, 2010; Erbaş, 2010; Türk ve Gümüş, 2017).

Bazı ormancılık çalışmalarında konumsal verilere dayalı ve bilgisayar destekli karar destek sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yeni sistemlerin başarı ile kullanılabilmesi için ormanlık alanların topografik özellikleri, SYM'lerin yardımı ile bilgisayar ortamında gerçeğe en yakın biçimde temsil edilmesi gerekmektedir.

Günümüzde ulaşılan teknolojik gelişmelerle yol projelerinin hazırlanması ve uygulanması son derece kolay bir işlem haline gelmiştir. Orman yollarının planlanması aşamasında İnsansız Hava Aracı (İHA) kullanılarak elde edilen SYM'den yararlanılarak AutoCAD Civil 3D Yazılımı ve NetCAD harita çizim programının NETPRO modülü gibi yazılımlardan yararlanılabilir.

İHA sistemleri ile yüksek çözünürlükte ve doğrulukta SYM'ler üretilmektedir. İHA platformlarının kullanımının yaygınlaşmasında yeni nesil görüntü işleme tekniklerinin etkisi oldukça fazladır. Fotogrametrinin dönüşü olarak nitelendirilen Structure-from-motion (SfM) algoritmasının dijital ortamda artan kullanımı ise İHA ve sistemlerinin geliştirilmesinde büyük öneme sahiptir (Gülci ve ark., 2021). SfM mantığı ile çalışan birçok ticari veya açık kaynak kodlu yazılım ile yüksek çözünürlükte SYM ve ortofotolar kolaylıkla oluşturulmaktadır (Shervais, 2015; Wallace, 2016).

Dünyada orman yolları ile ilgili olarak İnsansız Hava Aracının (İHA) kullanıldığı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Buğday (2018), İHA sistemlerinin orman yolları yapım çalışmalarında kullanılabilir kabiliyetini incelemiş, çalışmada bir orman yolunun kazı ve dolgu hacimlerini bulmuştur.

Türk ve ark. (2018), orman yollarında inşaat faaliyetlerinin çevresel etkilerinin belirlenmesinde İHA kullanım olanağını değerlendirmişlerdir. Çalışmada optik sensörlerin, yoğun meşcerelerde yol yapımı nedeniyle dolgu alanı ve inşaat etki alanının haritalanmasında sınırlı yeteneklere sahip olduğu belirlenmiştir. İHA tabanlı yol yüzey deformasyonlarının izlenmesine ilişkin son dönem çalışmalar ise Turk ve ark. (2019a) ve Turk ve ark., (2019b) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda yol üst yapısında meydana gelen erozyon ve

birikme miktarları belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, İHA teknolojisi ile orman yolu hakediş (olur) kazı ve dolgu hacimlerinin belirlenmesi ile zemin klaslarının tespit edilmesidir.

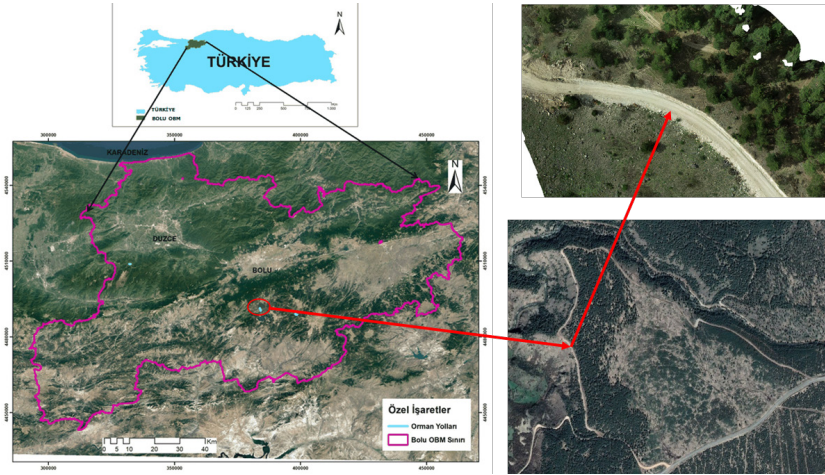
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak Bolu Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Seben Orman İşletme Müdürlüğü'ne (OİM) bağlı Taşlıyayla Orman İşletme Şefliğindeki (OİŞ) 2019 Ağustos ayında inşaatı biten 001 kodlu orman yolunun rastgele 100 metrelik kısmı seçilmiştir (Şekil 1). Taşlıyayla OİŞ'nin toplam alanı 10309,7 ha olup genel alanın 7201,5 ha'ı ormanlık alan ve 3108,2 ha'ı ormansız alandır (OGM, 2018). Şeflikte kullanımda olan toplam orman yol uzunluğu 41+690 km'dir.

Çalışmada ilk uçuş yol inşaatından önce DJI Mavic Pro modeli ve ikinci uçuş yol inşaatından sonra DJI Phantom 4 RTK sistemi olmak üzere iki platform kullanılmıştır. İkinci uçuşta DJI Phantom 4 RTK sisteminin tercih edilmesi, iş yükünün daha az ve daha hassas veri elde etmek içindir (Şekil 2).

DJI Mavic Pro model, entegre 12 mega-piksel çözünürlüklü kameraya sahip kullanıma hazır İHA-1 kategorisindedir. DJI Phantom 4 RTK İHA üzerinde 1 inçlik 20 megapiksel çözünürlüğünde CMOS sensör bulunmaktadır. İHA sistemi üzerinde yüksek konum doğruluğu sağlayan çok frekanslı bir RTK/PPK veri alımına izin veren küresel navigasyon uydusu sistemi (global navigation satellite system, GNSS) alıcısına sahiptir. Ayrıca çalışmada yer kontrol noktalarının (YKN) ölçümünde CHCN X91 GNSS alıcısı kullanılmış ve cihazla yatayda ve düşeyde 1-2 cm hata ile ölçümler yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Çalışma alanı ve çevresi
Figure 1. Study area and surroundings



Şekil 2. İHA Sistemleri ve CHCN X91 GNSS uydusu alıcısı: a) DJI Phantom, b) DJI Mavic Pro, c) CHCN X91 GNSS uydusu alıcısı, d) DJI Mavic Pro uzaktan kumandası

Figure 2. UAV Systems and CHCN X91 GNSS satellite receiver: a) DJI Phantom, b) DJI Mavic Pro, c) CHCN X91 GNSS satellite receiver, d) DJI Mavic Pro remote control

2.2. Yöntem

2.2.1. İHA ile sayısal görüntülerin alınması

İHA ile görüntü alımına ait işlemlerin temel adımları; arazi öncesi hazırlık ve uçuş planlarının hazırlanması, arazi çalışması ile uçuşun gerçekleştirilmesi ve uçuş sonrası işlemlerdir (Eker ve ark. 2018). Arazi öncesi hazırlık safhasında, alana hareket etmeden önce hava koşulları ve ilgili alanın topografyası gibi bazı gerekli ön bilgilerin elde edilmelidir. İHA ile uçuşun gerçekleştirilmesindeki optimum hava koşulları rüzgâr ve yağışın olmadığı bulutlu bir gökyüzü olarak ifade edilmektedir (Lindner ve ark., 2016; Eker ve ark., 2018).

Çalışmada ilk uçuş yol inşaatından önce 17.04.2019 tarihinde ve ikinci uçuş yol inşaatından sonra 20.05.2020 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Birinci uçuş DJI Mavic Pro modeli ile tıraşlama yapılan yol geçkisinde kapsayan alan üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uçuş sabit 1,5 cm yersel çözünürlüklü olarak görüntü alımına imkân verecek şekilde adaptif olarak ve UgCS 2.18.98 uçuş planlama yazılımı kullanılarak planlanmıştır. Bu kapsamda %75 ön ve yan bindirmeli olarak, 80 m AGL (above ground level /yer seviyesinin üstünde) yer seviyesinden yükseklikte uçuş planı oluşturulmuştur.

İkinci uçuş diğer İHA platformu olarak DJI Phantom 4 RTK sistemi ile yol inşaatı bittikten sonra uçuş gerçekleştirilmiş olup, uçuş planlama işlemi DJI Phantom 4 RTK sisteminin kumandasından DJI GS RTK uygulaması ile oluşturulmuştur. Bu kapsamda öncelikle Global Mapper yazılımında sahanın SYM verisi (SRTM DEM 30 m çözünürlüklü) ve uçuş yapılan alanın sınırlarını kapsayan bir vektör veri (KML formatında) SD kart ile kumandaya aktarılmıştır. Daha sonra bu veriler kullanılarak alanın büyüklüğü ve İHA'nın batarya kapasitesine bağlı olarak süre dikkate alınarak %75 ön ve yan bindirme oranları ile topografya adaptif uçuş ve 100 m AGL (above ground level) yer seviyesinden yükseklikte yapılacak şekilde planlama gerçekleştirilmiştir.

Arazide her iki İHA platformu uçuşunun gerçekleştirilmesinden önce yol platformu üzerine İHA ile alınacak görüntülerde belirgin olarak görülecek şekilde YKN aplike edilmiştir. Yol platformu üzerine kırmızı sprey boya ile aplike edilen her bir YKN'nin TUREF TM33 koordinat sisteminde X, Y ve Z koordinatları, CHCN X91 GNSS alıcısı ile yatayda ve düşeyde 1-2 cm hata ile ölçülmüştür. YKN'lerin araziye uygulamasının tamamlanmasının ardından uçuşlar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).

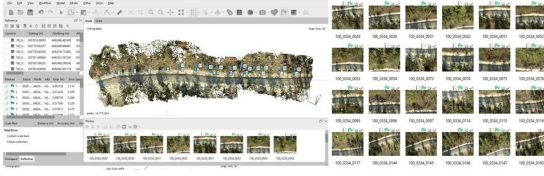


Şekil 3. Üst)YKN'nin alana işaretlenmesi, alt) Cors-GPS ile koordinatlarının alınması
Figure 3. Top) Marking the YKN to the area, bottom) getting its coordinates with Cors-GPS

2.2.2. İHA ile alınan sayısal görüntülerin işlenmesi

Uçuş sonrası ofis çalışmaları kapsamında ise İHA ile alınan görüntülerin işlenerek yüksek çözünürlükte ve doğrulukta nokta bulutu, SYM ve ortofoto görüntüsü üretilmesinde Agisoft Metashape Professional Version 1.5.2 yazılımı kullanılmıştır (Şekil 4).

Yazılım Windows 10 64-bit İşletim Sistemi üzerinde çalıştırılmıştır. Görüntü yöneltme işlemi doğruluk seviyesi orta (medium) olarak ayarlanmışken, diğer derinlik haritaları üretimi (depth maps), yoğun nokta bulutu (dense cloud) üretimi aşamalarında kalite ayarları yüksek (high) olarak seçilmiştir. RTK modda uçuşlar gerçekleştirilerek görüntü alımı yapıldığı için görüntü optimizasyonunda YKN tanımlanmamıştır. YKN'ler sadece modelin coğrafi referanslanması hatasının temin edilmesinde kontrol noktası olarak kullanılmıştır. Görüntülerin fotogrametrik analizi sonucu üretilen çıktılar “.las” formatında yoğun nokta bulutu verisi, “.tiff” formatında SYM ve ortomozayiklerdir. Daha sonra analizlerde alansal tutarlılık sağlanması için “.shp” formatında çalışma alanını temsil eden bir vektör veri kullanılarak bütün SYM ve ortomozayikler aynı boyuta indirgenmiştir.

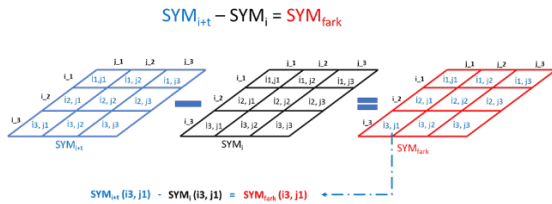


Şekil 4. Agisoft Photoscan Professional version 1.5.2 yazılımında verilerin işlenmesi
Figure 4. Data processing in Agisoft Photoscan Professional version 1.5.2

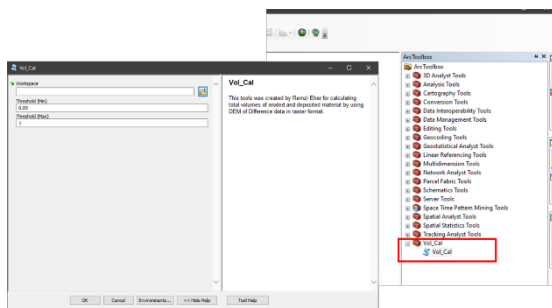
2.2.3. Kazı ve dolgu hacminin belirlenmesi

Çalışmada kazı ve dolgu hacminin belirlenmesi amacıyla SYM farkları yöntemi kullanılmıştır. SYM bu işlemde raster formatta üretilen SYM verilerini oluşturan her bir pikselin değeri (SYM de bu değer deniz seviyesinden olan yüksekliktir) zaman serisindeki diğer SYM'lerin örtüşen (üst üste binen) pikselin değerinden çıkarılması şeklinde uygulanmaktadır. SYM farkları ilk uçuş verisi baz alınarak ikinci uçuştan çıkarılmıştır (Şekil 5).

Üretilen Fark SYM verisinden çalışma alanı sınırları kesilip çıkarılmıştır. Daha sonra kazı ve dolgu hacim ve alanı belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Hacim ve alanın belirlenmesi için Python programlama dili ile ArcGIS yazılımı ArcMap modülü içerisinde bir araç kutusu şeklinde bir eklenti tasarlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 5. Fark SYM verisi üretimi
Figure 5. Difference DEM data generation

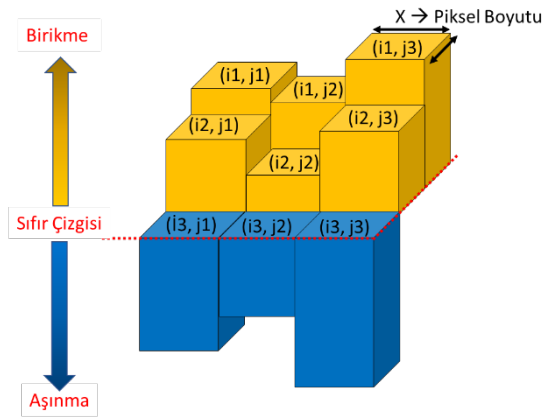


Şekil 6. ArcGIS ArcMap için tasarlanan araç kutusu
Figure 6. Toolbox designed for ArcGIS ArcMap

Algoritma fark verilerinden Şekil 7'de gösterildiği gibi pozitif fark değerlerine sahip bütün pikseller

üzerinden biriken hacim ve alanı, negatif değerleri bütün pikseller üzerinden aşım hacim ve alanı hesaplamaktadır (Şekil 7). Algoritma hacim ve alan bilgisini çalışma alanı (workspace) olarak tanımlanan konumda metin dosyası (.txt uzantılı) olarak kayıt etmektedir (Şekil 8). Ayrıca ArcGIS yazılımı ile yolun kazı ve dolgu ayrı ayrı sınıflandırılarak alansal ve hacimsel haritalar oluşturulmuştur.

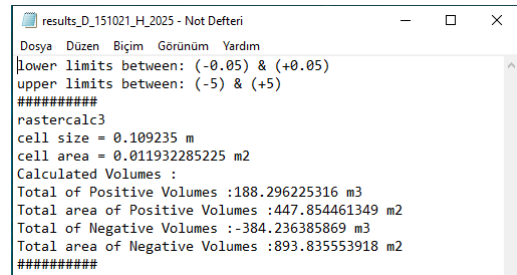
Zemin klaslarının belirmesinde yol inşa edildikten sonra yapılan ikinci uçuş ortofoto görüntüsünden yararlanılmıştır. Görüntüden farklı zemin sınıfının başladığı ve bittiği yerler ArcGIS yazılımında işaretleterek 100 m'lik uzunluğa oranlanmıştır.



$$\text{Eğer } Px_{i,j} > 0 \quad \text{Birikme Hacmi} = \sum_{i=1}^n (Px_{i,j}) \times (Px\text{Alan})$$

$$\text{Eğer } px_{i,j} < 0 \quad \text{Aşırma Hacmi} = \sum_{i=1}^n (Px_{i,j}) \times (Px\text{Alan})$$

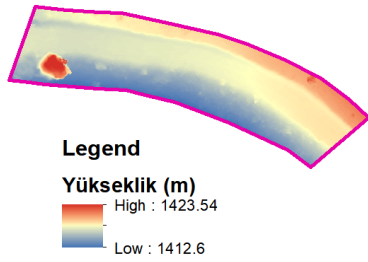
Şekil 7. Fark SYM verisinden kazı ve dolgu hacim ve alanlarının elde edilmesi (Sıfır Çizgisi: İki SYM arasındaki farkın sıfır olduğu yani herhangi bir aşırma veya birikmenin olmadığı anlamına gelmektedir)
Figure 7. Obtaining cut and filling volumes and areas from the difference DEM data (Zero Line: It means that the difference between the two DEMs is zero, that is, there is no wear or accumulation)



Şekil 8. Geliştirilen araç kutusu çıktısının metin dosyası örnek görüntüsü
Figure 8. Text file sample image of enhanced toolbox output

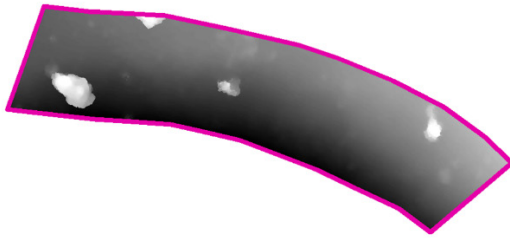
3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmaya konu yolun ortalama platform genişliği 4 m ve ortalama boyuna eğimi % 5 bulunmuştur. Çalışma kapsamında elde edilen görüntüler coğrafi olarak referanslanması yapılarak SfM algoritması ile nokta bulutu oluşturulmuş, daha sonra yola ait SYM (Şekil 9) ve ortofoto üretimi gerçekleştirilmiştir. Yolun SYM'lerinde en düşük arazi kotu 1413 m ve en yüksek arazi kotu ise 1424 m olarak hesaplanmıştır (Şekil 10).



Şekil 9. Çalışmaya konu yolun sayısal yükseklik modeli
Figure 9. The digital elevation model of the road subject to the study

Çalışma sonucunda 384,23 m³ kazı ve 188,30 m³ dolgu hakediş hacmi bulunmuştur (Şekil 11). Ayrıca alansal olarak kazı alanı 893,84 m² ve dolgu



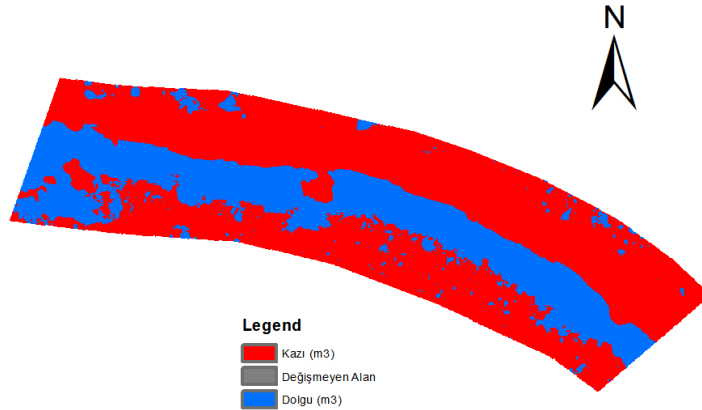
alanı 447,85 m² olarak hesaplanmıştır (Şekil 12).

İHA ile kazı ve dolgu hacimlerinin belirlenmesine ilişkin sınırlı sayıda çalışmalar bulunmaktadır (Akgül ve ark., 2017; Anurogo ve ark., 2017; Buğday, 2018). Gülci (2018), İHA ile toprak yığıcı hacim ölçümlerini değerlendirmiş, çalışma sonucunda 38,56 m³ hacim miktarı bularak, Total Station ile farkının 1,94 m³ olduğunu belirtmiştir. Buğday (2018), İHA ile 300 m uzunluğundaki bir orman yolunda toplam 81804,4 m³ kazı ve 74,2 m³ dolgu hacmi bulmuştur. İHA'lar kullanılarak yapılan kazı ve dolgu hacmi hesaplamaları konusunda yapılan çalışmaların sonuçları ile araştırma bulgularımızın farklı olması, arazinin topografik özelliklerinin ve yol boyuna eğiminin farklı olmasından dolayıdır. Ayrıca bu çalışmalarda kullanılan İHA'lar, donanım, teknik özellikler ve maliyet açısından farklılık göstermektedir. Bu ve diğer çalışmalar orman ve milli park yollarında kazı ve dolgu hesaplamalarında İHA'ların önemli bir rol oynayabileceğini göstermiştir.

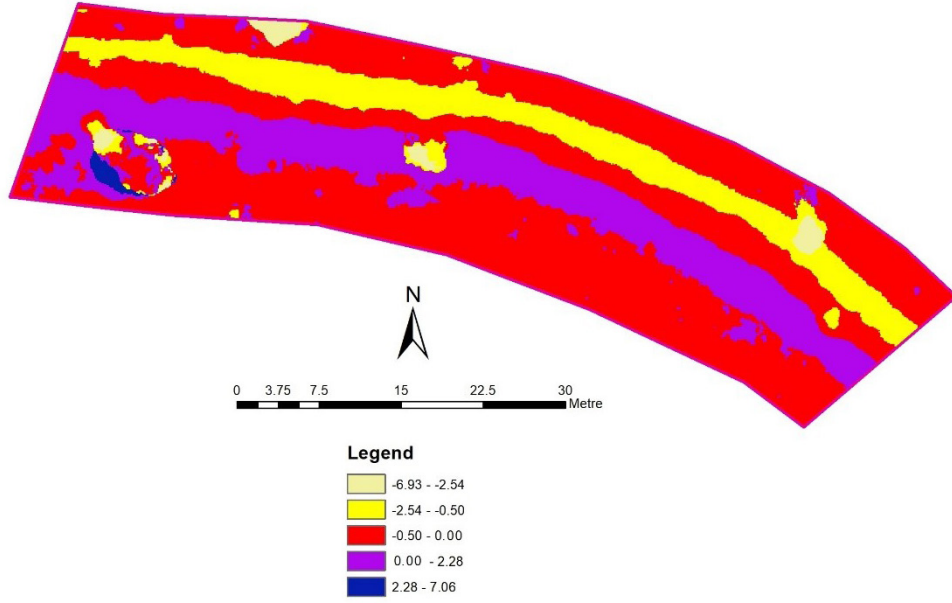
Hakediş (Olur) maliyetlerinin belirlenmesinde önemli olan zemin klasları da bu çalışma özelinde İHA verileri ile rahatlıkla belirlenebilmiştir. Buna göre çalışmaya konu yolun 100 m'lik kısmının yaklaşık %50'si toprak ve diğer %50'si küskülük zemin klaslarından oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 12).



Şekil 10. Çalışma alanına ait DEM verisi (solda) ve Ortofoto verisi (sağda)
Figure 10. DEM data (left) and Orthophoto data (right) of the study area



Şekil 11. Hacimsel kazı ve dolgu haritası
Figure 11. Volumetric cut (red) and fill (blue) map m³



Şekil 12. Alansal kazı ve dolgu sınıfları haritası
Figure 12. Areal cut and fill classes map



Şekil 13. Çalışma alanının ortofotodaki zemin klasları
Figure 13. Land classes to the study area in orthophoto

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, orman yolu yapım faaliyetlerinde kazı ve dolgu hacimlerinin belirlenmesinde İHA kullanımı araştırılmış ve elde edilen sonuçlara göre bu gibi çalışmalarda İHA kullanılabilirliği ortaya konulmuştur. Özellikle hakediş (olur) metraj ve maliyetleri belirlenirken önemli olan kazı hacmi ve zemin klasları İHA ile rahatlıkla tespit edilmiştir.

İHA ile kazı ve dolgu hacimlerinin sağlıklı şekilde belirlenebilmesi için uçuşların yol inşaatı alanındaki vejetasyon ortadan kaldırıldıktan (yol geçkisi tıraşlama kesimi) sonra gerçekleştirilmesi gereklidir. Aksi takdirde özellikle yoğun orman örtüsünün bulunduğu bölümler için arazi yüzeyine ait topografyanın fotogrametrik yöntemlerle modellenmesi zorlaşacak ve fark verisin elde edilmesinde veri kayıpları söz konusu olacaktır.

Yol geçkisinde tıraşlama kesimi yapılmamışsa yol inşaatından sonra yapılacak uçuşlar OİM'nin hakediş (olur) metraj ve maliyet hesaplamalarında kullanılan arazi ve yol özellikleri (yamaç eğimi, yol genişliği, kazı şevi yüksekliği, kazı şevi eğimi vb.) İHA verisinden kolaylıkla bulunabilmektedir. Ayrıca zemin klasları hariç yol inşaatından önce İHA ile alınan ortofoto ve SYM verilerinden yaklaşık maliyet kazı miktarı 292 sayılı tebliğde (OGM, 2008) belirtilen yöntemlerle belirlenebilmektedir. Burada bilinmesi gereken arazi yamaç eğimidir.

Geleneksel yöntemlerle elde edilen yol inşaatına ait hakediş miktarlarının belirlenmesinde, elde edilen değerler zaman alıcı ve ölçüm yapan personel sayısı en az 3 kişiden oluşmaktadır. Ancak İHA ile 1 kişiyle bile sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu nedenle İHA sistemleri bu çalışmalarda etkin bir şekilde kullanılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje numarası: 2021.02.02.1174).

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Acar, H. H., Karabacak, M., 2012. The investigation of approximate cost and progress payment for forest road bulding in Likes Region of Turkey. *Turkish Journal of Forestry*, 13(1), 21-27.

Akgül, M., Demir, M., Akay, A.E., 2017. Analyzing dynamic curve widening on forest roads. *Journal of Forestry Research, Springer*, 28(2):411-417.

Anurogo, W., Lubis, M.Z., Khoirunnisa, H., Hanafi, D.S.P.A., Rizki, F., Surya, G., Dewanti, N.A., 2017. A simple aerial photogrammetric mapping system overview and image acquisition using unmanned aerial vehicles (UAVs). *Geospatial Information*, 1(1):11-18.

Buğday, E., 2018. Capabilities of using UAVs in forest road construction activities. *European Journal of Forest Engineering*, 4 (2), 56-62.

Contraras, M., Aracena, P., Chung, W., 2012. Improving accuracy in earthwork volume estimation for proposed forest roads a high-resolution digital elevation model. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 33(1).

Eker, R., Aydın, A., Hübl, J. 2018. Unmanned aerial vehicle (UAV)-based monitoring of a landslide: Gallenzerkogel landslide (Ybbs-Lower Austria) case study. *Environmental Monitoring And Assessment*, 190(1), 1-14.

Erbaş, F. D., 2010. Dağlık arazide inşa edilen orman yollarında yaklaşık maliyet ve hakediş değerlerinin irdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz teknik Üniversitesi, Trabzon.

Gülci, S. 2018. Uçangöz yardımıyla kazı sonrası oluşan toprak yığını hacim ölçümünün değerlendirilmesi. International Academic Research Congress, October 30-November 03, 2018. Antalya Turkey, 1808-1812.

Gülci, S. , Yurtseven, H., Akgül, M. 2021. Düşük maliyetli insansız hava araçları için uçuş öncesi blok plan-

lamanın değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(1),114-126.

Gumus, S., Acar, H. H., Tunay, M., Atesoglu, A., 2003. Calculation of cut and fill volumes by GIS in forest roads projecting, XII. World Forestry Congress. Proceeding, a Forest for People, Quebec City, Canada, 152-153.

Karabacak, M., 2010. Göller Bölgesi'nde inşa edilen orman yollarında yaklaşık maliyet ve hakediş değerlerinin irdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz teknik Üniversitesi, Trabzon.

Lindner, G., Schraml, K., Mansberger, R., Hübl, J. 2016. UAV monitoring and documentation of a large landslide. *Applied Geomatics*, 8(1), 1-11.

OGM, 2018. Taşlıyayla Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı, Seben Orman İşletme Müdürlüğü.

OGM. 2008. Orman yolları planlanması yapımı ve bakımı, Tebliğ no. 292, Ankara.

Shervais, K., 2015. Structure from Motion, Introductory Guide. Retrieved 27 July 2016 from <https://www.unavco.org/education/resources/educational-resources/lesson/field-geodesy/module-materials/sfm-intro-guide.pdf> (Ziyaret tarihi: 12.02.2016).

Turk, Y., Boz, F., Aydın, A., Eker, R. 2019a. Evaluation of UAV usage possibility in determining the forest road pavement degradation: preliminary results. 3rd International Engineering Research Symposium, September 05-07, 2019. Düzce Turkey, 630-633.

Turk, Y., Aydın, A., Eker, R. 2019b. Effectiveness of open top culverts in forest road deformations: preliminary results from a forest road section, Düzce-Turkey. 2nd International Symposium of Forest Engineering and Technologies, 04-06 September 2019 Tirana, 147-152.

Turk, Y., Aydın, A., Eker, R., Bodur, M., 2018. Evaluation of UAV Usage Possibility in Determining the Environmental Impacts of Construction Activities of Forest Roads: Preliminary Results, International Ecology 2018 Symposium, (ss. 469).

Turk,Y., Gumus, S., 2017. Evaluation of the tender results of forest road constructions: A case study in Bolu Regional Directorate, *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(2), 194-202.

Wallace, L., Lucieer, A., Malenovskè, Z., Turner, D., Vopěnka, P. 2016. Assessment of forest structure using two UAV techniques: a comparison of airborne laser scanning and structure from motion (SfM) point clouds. *Forests*, 7, 1-16.

Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde çalışan işçi personelin özellikleri

Characteristics of workers working in the Forestry Research Institute

İsmail ŞAFAK¹

¹ Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü
Müdürlüğü, İzmir

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

İsmail ŞAFAK
isafak35@hotmail.com

Geliş tarihi (*Received*)

16.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)

18.08.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Şafak, İ. (2022). Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde çalışan işçi personelin özellikleri . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 105-114 . DOI: 10.17568/ogmoad.1088779

Öz

Çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren 12 Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde işçi kadrosunda bulunan personelin özellikleri araştırılmıştır. Veriler, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde işçi kadrosunda bulunan 92 personel tarafından 2020 yılı Ekim-Aralık aylarında doldurulan anket formlarına dayanmaktadır. Araştırma işçilerinin %34,6’sı arazide, %36,5’i ofiste, %17,3’ü laboratuvarında, %7,7’si hem ofis hem de arazide ve %3,9’u ise sera ve fidanlıkta görev yapmaktadır. İşçilerin ortalama yaşı 46,8 olup en küçüğü 28, en büyüğü 63 yaşındadır. İşçilerin %21,7’si ilkokul, %19,6’sı ortaokul, %31,5’i lise, %9,8’i ön lisans, %12’si lisans, %5,4’ü yüksek lisans ve doktora eğitimine sahiptir. Ortalama görev süresi 21,5 yıldır. İşçilerin %42,4’ünün yaptığı görev ile ilgili bir sertifikası veya eğitim belgesi bulunmaktadır. İşçilerin %68,5’i mevcut görevleri haricinde kendilerine ek görev verilmediğini belirtmiştir. İşçilerin görevlerine göre iş tanımlarının ayrı ayrı yapılması ve yeni başlayan işçi personel için ormanlık araştırma enstitülerinde farklı konularda eğitim planlanması gerektiği önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Araştırma enstitüsü, işçi kadrosu, daimî işçi, ormanlık.

Abstract

In the study, the characteristics of the employees in worker cadres of 12 Forestry Research Institutes in Turkey were investigated. The data were based on the questionnaire forms filled in October-December 2020 by 92 workers in the Forestry Research Institutes. 34.6% of the workers work in the field, 36.5% in the office, 17.3% in the laboratory, 7.7% both in the office and in the field, and 3.9% in the greenhouse and nursery. The average age of the workers is 46.8, with the youngest being 28 and the oldest being 63. 21.7% of the workers graduated from primary school, %19.6 in secondary school, 31.5% in high school, 9.8% with an associate degree, 12% with a bachelor’s degree, and 5.4% with a master’s degree and doctor of philosophy. The average term of office is 21.5 years. 42.4% of the workers have a certificate or training document related to their task. 68.5% of the workers stated that they were not given any additional duties other than their current duties. It has been suggested that job descriptions should be made separately according to the duties of the workers and training should be planned on different subjects for new workers in forestry research institutes.

Keywords: Research institute, worker cadres, permanent worker, forestry.



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ormanlık araştırmaları, orman kaynakları yönetiminde ve ormanlık faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde gerekli olan bilimsel verilerin, bulguların ve sonuçların kullanıcılara iletilmesi amacıyla yapılan planlı ve bilimsel çalışmalardır (Şenyaz, 2012). Diğer bir ifadeyle, ormanlık araştırmaları, orman ekosisteminin dinamiklerinin anlaşılması ve izlenmesinde, orman kaynaklarına olan toplumsal talebinin karşılanmasında ve bu kaynakların korunarak yarıncı nesillere bırakılması için gerekli ar-ge faaliyetlerini gerçekleştirilmektedir. Bu faaliyetlerin yanında sürdürülebilir orman yönetiminin sağlanması için gerekli bilgi birikimini oluşturmada da ormanlık araştırmalarının önemli rolü bulunmaktadır (Anonim, 2007).

Türkiye’de ormanlık araştırmaları yoğun olarak üniversiteler (orman fakülteleri, fen- edebiyat fakülteleri, iktisat ve işletme fakülteleri, mühendislik fakülteleri, fen bilimleri ve sosyal bilimler enstitüleri), Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlükleri (Araştırma Enstitüleri) ve TÜBİTAK tarafından gerçekleştirilmektedir. Üniversitelerde daha çok lisans ve lisansüstü eğitimi ile deneysel ve uygulamaya dönük ormanlık araştırmaları gerçekleştirilirken, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinde genellikle ormanlık uygulama birimlerinin ihtiyaç duyduğu araştırmaların gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır (Şafak ve Parlak, 2012).

Araştırma enstitüleri, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) Dış İlişkiler, Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı’na bağlı olarak faaliyetlerini sürdürmektedir. İlk ormanlık araştırma kurumu 1952 yılında Bolu’da kurulmuştur. Halen, sürdürüle-

bilir orman yönetimine bilimsel katkı sağlamak amacıyla ulusal ve bölgesel düzeyde faaliyetlerini sürdüren 12 adet Ormanlık Araştırma Enstitüsü bulunmaktadır.

Araştırma enstitülerinde gerçekleştirilen faaliyetler; i) araştırma-geliştirme faaliyetleri, ii) kütüphane yönetimi, iii) sera ve fidanlık yönetimi, iv) araştırma ormanlarının yönetimi ve işletilmesi, v) OGM’nin araştırma-geliştirme faaliyetlerinin yürütülmesi, vi) laboratuvar yönetimi, vii) idari, mali işler ve arşiv yönetimi, viii) yerleşke yeşil alan düzenlemesi, ix) deneme alanlarına yönelik arazi işleri, x) bilgi işlem faaliyetleri, xi) temizlik işleri, xii) ulaşım, xiii) bekçilik ve güvenlik, xiv) haberleşme gibi çok farklı konuda çeşitli uzmanlık gerektirmektedir. Araştırma enstitüleri işçi kadrosunda bulunan personel, yukarıda belirtilen bütün iş dallarında görev alabilmektedir.

Türkiye’de araştırma enstitülerinde insan kaynakları ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde kısmen araştırma personelinin nitelikleri (Diktaş Bulut ve ark., 2012; Ok,2012; Şafak ve Parlak, 2012; Tolunay, 2012), kısmense de araştırma projeleri ve kurumsal yapı üzerine yoğunlaşmaktadır (Batur, 2012; Coşgun ve Güler, 2012; Daşdemir, 2012; İpek ve ark., 2012; Şafak ve Okan, 2013; Şenyaz, 2012; Yılmaz, 2012). Bu çalışmada farklı olarak araştırma enstitülerinde yardımcı personel olarak görev yapan işçilerin özellikleri irdelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Tablo 1’de araştırma enstitülerinde 2020 yılı itibarıyla işçi kadrosunda bulunan işçilerin enstitü müdürlüklerine dağılımı ve enstitü müdürlüğü bazında araştırmaya katılan personel sayıları verilmiştir.

Tablo 1. İşçilerin araştırma enstitülerine dağılımı ve denek sayısı
Table 1. Distribution of workers to research institutes and number of subjects

Enstitü Müdürlükleri	Toplam İşçi Sayısı				Denek Sayısı	
	Daimi	Daimi-Taşeron	Mevsimlik (Geçici)	Toplam		
Batı Akdeniz Ormanlık AEM	4	2		6	5,8	5
Batı Karadeniz Ormanlık AEM	6	2	3	11	10,5	10
Doğu Anadolu Ormanlık AEM	7		2	9	8,7	9
Doğu Karadeniz Ormanlık AEM	3			3	2,9	2
Orman Toprak ve Ekoloji AEM	5		5	10	9,6	10
Güneydoğu Anadolu Ormanlık AEM	12			12	11,5	12
İç Anadolu Ormanlık AEM	7		2	9	8,7	6
Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları AEM	8	2		10	9,6	10
Marmara Ormanlık AEM	1		2	3	2,9	1
Doğu Akdeniz Ormanlık AEM	6			6	5,8	5
Ege Ormanlık AEM	17			17	16,3	16
Orman Ağaçları ve Tohumları Islah AEM	8			8	7,7	6
Toplam	84	6	14	104	100,0	92

AEM: Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Bu kapsamda 2020 yılında 12 Araştırma Enstitüsünde toplam 104 işçi görev yapmakta olup bunların 92'si araştırmaya katılmıştır.

Çalışmada sunulan veriler, araştırma enstitülerinden ve araştırma enstitülerinde görev yapan işçilerin yazışma yoluyla doldurduğu anket formları aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma enstitülerinde işçi kadrosunda bulunan 104 personelin tamamının çalışmaya katılması planlanmıştır. Ancak Tablo 1'den de görüldüğü gibi anket formu, 92 işçi personel tarafından 2020 yılında Ekim-Aralık aylarında doldurulmuştur.

Anket formu işçi personelin; kadrosu, fiili görevi, yaşı, eğitimi, hizmet süresi, görevi ile ilgili kurs veya hizmet içi eğitim alma durumu, alınan sertifika veya belgeler, işin gerektirdiği eğitim durumu, işin gerektirdiği fiziksel veya zihinsel çaba türü, işin yabancı dil gerektirme durumu, işin engelli bireyler tarafından yapılabilme durumu, işi yaparken kullandığınız araç, gereç ve makinelere yönelik toplam 13 soru içermektedir. Araştırma enstitülerindeki her bir kadro sayısı istatistiki anlamda yeterli olmadığı için elde edilen veriler, farklılık ve karşılaştırma testleri yapılmaksızın sıklık ve yüzde dağılım şeklinde sunulmuştur.

3. Bulgular

3.1. Yazışma yoluyla elde edilen bulgular

Araştırma enstitülerinde görevli 104 araştırma işçisi bulunmaktadır. Tablo 2'de araştırma işçilerinin ücretlerinin belirlenmesinde kullanılan kadro adları verilmiştir. Görüldüğü gibi araştırma işçilerinin %46,2'si vasıflı, %23,2'si vasıfsız olarak adlandırılan kadrolarda bulunmaktadır.

Tablo 2. İşçilerin kadro dağılımı
Table 2. Staff distribution of workers

Mevcut Kadro Adı	İşçi Sayısı (Kişi)	%
Arazi Formeni	1	0,9
Diğer Orman İşçisi	3	2,9
Hizmet Vasıta Şoförü	8	7,7
Laborant	1	0,9
Mevsimlik İşçi	5	4,8
Santral Görevlisi	1	0,9
Şoför	6	5,8
Temizlik İşçisi	7	6,7
Vasıflı İşçi	48	46,2
Vasıfsız İşçi	24	23,2

Tablo 3'de araştırma işçilerinin mevcut görevlerinin dağılımı verilmiştir. Görüldüğü gibi araştırma işçilerinin %27,9'u hizmet vasıtası şoförü, %15,4'ü laboratuvar personeli, %15,4'ü de temizlik işçisi

olarak görev yapmaktadır.

Tablo 4'de araştırma işçilerinin çalışma ortamı bilgileri verilmiştir. Araştırma işçilerinin %34,6'sı arazide, %36,5'i ofiste, %17,3'ü laboratuvarında, %7,7'si hem ofis hem de arazide ve %3,9'u ise sera ve fidanlıkta görev yapmaktadır.

Tablo 3. İşçilerin fiili görev dağılımı
Table 3. Actual task distribution of workers

Fiili Görevi	İşçi Sayısı (Kişi)	%
Araştırmacı	8	7,7
Arazi İşçisi	7	6,7
Bilgi İşlem Sorumlusu	1	1,0
Büro Personeli*	5	4,8
Gece Bekçisi	3	2,9
Kaloriferci	1	1,0
Laboratuvar Personeli	16	15,4
Muhasebe Görevlisi	5	4,8
Personel Görevlisi	2	1,9
Sekreter	4	3,8
Sera-Fidanlık İşçisi	4	3,8
Hizmet Vasıta Şoförü	29	27,9
Taşınır Kayıt Görevlisi	3	2,9
Temizlik İşçisi	16	15,4

*Büro Personeli: kâtip, santral görevlisi, kütüphane görevlisi vb.

Tablo 4. İşçilerin çalışma ortamı
Table 4. Working environment of workers

Çalışma Ortamı	İşçi Sayısı (Kişi)	%
Arazi	36	34,6
Laboratuvar	18	17,3
Ofis	38	36,5
Ofis + Arazi	8	7,7
Sera-Fidanlık	4	3,9

3.2. Anket ile elde edilen bulgular

Araştırma işçilerinin ortalama yaşı 46,8 olup en küçüğü 28, en büyüğü 63 yaşındadır (Tablo 5).

Tablo 5. İşçilerin yaş dağılımı
Table 5. Age distribution of workers

Yaş	Sıklık	Ortalama Yaş (Yıl)
30>x	2	28,5
30-39	7	34,7
40-49	54	45,3
50-59	27	53,0
59<x	2	61,5
Ortalama	92	46,8

Araştırma işçilerinin ortalama hizmet süresi 21,5 yıldır. Araştırmada geçen hizmet süresi 15,3 yıldır (Tablo 6).

Tablo 6. İşçilerin hizmet süresi
Table 6. Length of service of workers

Fiili Görevi	Sıklık	Toplam Hizmet Süresi (Yıl)	OAE Görev Süresi (Yıl)
Araştırmacı	6	21,8	18,8
Arazi İşçisi	4	15,0	11,5
Bilgi İşlem Sor.	1	33,0	25
Büro Personeli	5	27,0	17,8
Gece Bekçisi	3	25,0	16,0
Kaloriferci	1	37,0	19,0
Laboratuvar Per.	14	20,0	16,3
Muhasebe Gör.	5	19,8	12,8
Personel Gör.	2	23,0	11,0
Sekreter	4	20,7	17,5
Sera-Fidanlık İş	4	29,0	22,5
Hiz. Vas, Şof	24	24,2	15,9
Taşınır Kay.Gör	3	23,0	8,6
Temizlik İşçisi	16	14,3	11,4
Ortalama	92	21,5	15,3

Tablo 7’de araştırma işçilerinin eğitim durumu verilmiştir. Buna göre, işçilerin %21,7’si ilkokul, %19,6’sı ortaokul, %31,5’i lise, %9,8’i ön lisans, %12’si lisans, %5,4’ü yüksek lisans ve doktora eğitimine sahiptir.

Tablo 7. İşçilerin eğitim durumu
Table 7. Educational status of workers

Eğitim	Sıklık	Yüzde (%)
İlkokul	20	21,7
Ortaokul	18	19,6
Lise	29	31,5
Ön lisans	9	9,8
Lisans	11	12,0
Yüksek Lisans	1	1,1
Doktora	4	4,3
Toplam	92	100,0

Tablo 8’de işçilerin göreve başlamadan veya göreve başladıktan sonra aldıkları kurs veya eğitimlere yer verilmiştir. İşçilerin %55,4’ü yaptığı göreve yönelik bir eğitim veya kurs almıştır. Araştırmacı, arazi işçisi, bilgi işlem sorumlusu, kaloriferci, taşınır kayıt görevlilerinin tamamı kurs veya hizmet içi eğitim almıştır. Gece bekçisi, hizmet vasıtası şoförü ve temizlik işçilerinin ise kurs veya hizmet içi eğitim almayanlarının sayısı %50’nin üstünde bulunmaktadır.

Tablo 8. İşçilerin yaptığı görev ile ilgili kurs veya hizmet içi eğitim alma durumu
Table 8. The status of receiving courses or in-service training of workers related to their duties.

Fiili Görevi	Eğitim Alanlar		Almayanlar	
	Sıklık	%	Sıklık	%
Araştırmacı	6	100,0	-	-
Arazi İşçisi	4	100,0	-	-
Bilgi İşlem Sor.	1	100,0	-	-
Büro Personeli	4	80,0	1	20,0
Gece Bekçisi	1	33,3	2	66,7
Kaloriferci	1	100,0	-	-
Laboratuvar Per.	10	71,4	4	28,6
Muhasebe Gör.	3	60,0	2	40,0
Personel Gör.	1	50,0	1	50,0
Sekreter	3	75,0	1	25,0
Sera-Fidanlık İş	2	50,0	2	50,0
Hiz. Vas, Şof	10	41,7	14	58,3
Taşınır Kay.Gör	3	100,0	-	-
Temizlik İşçisi	2	12,5	14	87,5
Toplam	51	55,4	41	44,6

İşçilerin göreve başlamadan veya göreve başladıktan sonra katıldıkları kurs veya eğitimler, açık uçlu soru şeklinde sorulmuştur. Katıldıkları kurs veya aldıkları eğitimlere yönelik bilgi, kurum bazında aşağıda sunulmuştur. Buna göre 9 farklı kurumdan 47 eğitim aldıkları tespit edilmiştir.

i) OGM Hizmet İçi Eğitimleri

- ISO 17025 Laboratuvar Akreditasyon
- Laboratuvar Yönetimi Eğitimi
- Bilimsel Makale Hazırlama ve Yayınlama
- ICP
- İstatistik
- Proje ve Makale Hazırlama
- Web Tasarımı
- Yönetici Asistanlığı
- EBYS (Elektronik Belge Yönetim Sistemi)
- KBS-Taşınır Kayıt ve Yönetim Sistemi
- Toplam Kalite Yönetimi
- İşçi Sosyal İşler
- 657 Sayılı Kanun Uygulamaları
- Kamu İç Kontrol Standartları
- Analitik Bütçe
- 5018 Sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu Uygulamaları
- 4735 Sayılı Kamu İhaleleri Sözleşmeleri Kanunu Uygulamaları
- 4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu Uygulamaları
- 6245 sayılı Harcırah Kanunu Uygulamaları
- Yönetim Bilgi Sistemi

Tablo 9. İşçiler tarafından yapılan ek görevler
Table 9. Additional tasks performed by workers

Fiili Görevi	Ek Görevim Yok		Ek Görevim Var		Ek Görevler
	Sıklık	%	Sıklık	%	
Araştırmacı	6	100,0	-	-	-
Arazi İşçisi	2	50,0	2	50,0	Temizlik, Boya, Tesisat ve Tamirat
Bilgi İşlem Sorumlusu	1	100,0	-	-	-
Büro Personeli	4	80,0	1	20,0	-
Gece Bekçisi	2	66,7	1	33,3	Bahçe Sulama
Kaloriferci	-	-	1	100,0	Arazi işleri
Laboratuvar Personeli	13	92,9	1	7,1	Şoförlük-Personel ve BTİ Sorumlusu
Muhasebe Görevlisi	2	40,0	3	60,0	Şoförlük, Temizlik, Laboratuvar, Fidanlık
Personel Görevlisi	-	-	2	100,0	Şoförlük, Muhasebe İşleri, Kütüphane
Sekreter	2	50,0	2	50,0	Arşiv, Personel, Temizlik
Sera-Fidanlık İşçisi	3	75,0	1	25,0	Gece Bekçiliği
Hizmet Vasıta Şoförü	13	54,2	11	45,8	Arazi İşleri, Tadilat, Elektrik, Matbaa, Satın Alma, Evrak Teslimi, Posta, Kalorifer, Santral ve Danışma İşleri
Taşınır Kayıt Görevlisi	2	66,7	1	33,3	Satın Alma ve Tahakkuk
Temizlik İşçisi	13	81,3	3	18,8	Laboratuvar Numune Hazırlama, Arazi İşleri, Çay Servisi
Toplam	63	68,5	29	31,5	

ii) Orman İşletme Müdürlüğü

- Taşıt Kullanma ve Şoförlük
- Orman Yangınları İle Mücadele

iii) Mesleki Yeterlilik Kurumundan Alınan Belgeler

- Ağaç Kesme ve Boylama Operatörlüğü (AKBO)
- Sürütme ve Yükleme İşçiliği
- Odun Dışı Ürün Toplayıcılığı (Yerden)
- Web-Network

iv) Özel Eğitim Merkezlerinden Alınan Belgeler

- Bilgisayar İşletmenliği
- Bilgisayarlı Muhasebe
- İleri Ofis Programları
- Silahlı Özel Güvenlik
- Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanı
- Sürücü Belgesi (B, C, E Sınıfı)
- Arıcılık
- Stres Yönetimi Eğitimi
- Zor İnsanlarla İletişim Eğitimi

v) Halk Eğitim Merkezlerinden Alınan Belgeler

- Hijyen
- Katı Yakıtlı Kalorifer Ateşçisi
- Doğalgaz Yakıtlı Kalorifer Ateşçisi
- Marangoz Ustalık
- Elektrik Ustalık

- Büro ve yönetimi

vi) Sağlık İl Müdürlüklerinden Alınan Belgeler

- İlk Yardım

vii) İş Güvenliği Uzmanı ve İş Yeri Hekiminden Alınan Eğitimler

- İş Sağlığı ve Güvenliği
- İlk Yardım

viii) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığında Alınan Belgeler

- A sınıfı İş güvenliği Uzmanlığı
- C sınıfı İş güvenliği Uzmanlığı

ix) Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığında Alınan Belgeler

- Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanlığı

Doğrudan sizin işiniz veya mesleğiniz kapsamında olmasına karşılık başka bir kadro veya birim tarafından yapılan görev olup olmadığı” sorusuna hizmet vasıtası şoförlerinden sadece 1’i teknik personel ve idarecilerin taşıt kullandığını belirtmiştir. Bu durum, araştırma enstitülerinde şoför eksikliğinin bulunduğu bir göstergesidir.

İşçilere başka bir kadro veya birim tarafından yapılması gerekirken kendileri tarafından yapılan ek görevlerinin olup olmadığı sorulmuştur (Tablo 9). Buna göre işçi personelin %31,5’inden ikinci bir ek

görev istenmektedir. Ek görevler; arazi işçisi, boya ustası, elektrikçi, laborant, kaloriferci, kütüphane ve arşiv sorumlusu, muhasebe görevlisi, personel görevlisi, santral görevlisi, sera-fidanlık işçisi, sıhhi tesisat ustası, şoför, temizlik işçisi tarafından yapılması gereken görevler kapsamındadır. Bu durum araştırma enstitülerinde 12 farklı kadroda personel eksikliği bulunduğunu göstermektedir.

İşçilerin görevini yaparken sorumlu olduğu mevzuatı bilip bilmedikleri Tablo 10'da sorgulanmıştır. Buna göre, araştırma işçilerinin %46,7'si sorumlu

olduğu mevzuatı bildiğini, %53,3'ü ise bilmediğini belirtmiştir. Arazi işçisi, bilgi işlem sorumlusu, gece bekçisi, sera fidanlık işçisi, hizmet vasıtası şoförü, temizlik işçisi, sekreter olarak görev yapan personelin %50'den fazlası sorumlu olduğu mevzuatı bilmediğini belirtmiştir.

Eksikliğini hissettiğiniz mevzuat olup olmadığı sorusuna 1 laborant denetim konusunda ve 1 muhasebe görevlisi ihale mevzuatı konusunda bilgi eksikliği olduğunu belirtmiştir. Diğer işçiler eksikliğini hissettiği mevzuat olmadığı yanıtını vermiştir.

Tablo 10. İşçilerin sorumlu olduğu mevzuatı bilme durumu
Table 10. The state of knowing the legislation for which the workers are responsible

Fiili Görevi	Biliyorum		Sorumlu Olunan Mevzuatın Adları
	Sıklık	%	
Araştırmacı	6	100,0	Toplu İş Sözleşmesi, 4857 Sayılı İş Kanunu Mevzuatı, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı, Araştırma Etik Kuralları, Araştırma Usul ve Esasları, OAEM Performans Değerlendirme Sistemi Uygulama Talimatı
Arazi İşçisi	1	25,0	Toplu İş Sözleşmesi
Bilgi İşlem Sorumlusu	-	-	-
Büro Personeli	3	60,0	Toplu İş Sözleşmesi, 4857 Sayılı İş Kanunu Mevzuatı
Gece Bekçisi	1	33,3	6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı
Kaloriferci	-	-	-
Laboratuvar Personeli	11	78,6	Laboratuvar Çalışma Talimatnamesi, Toplu İş Sözleşmesi, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı, ISO 17025 Laboratuvar Akreditasyon Metotları, Toprak ve Bitki Analizi Kitapları
Muhasebe Görevlisi	5	100,0	Taşınır Mal Yönetmeliği, Kamu Mali Yönetim Sistemi, Bütçe Uygulama Tebliği
Personel Görevlisi	2	100,0	4857 Sayılı İş Kanunu Mevzuatı, Toplu İş Sözleşmesi
Sekreter	2	50,0	Resmi Yazışma Kuralları, 4857 Sayılı İş Kanunu Mevzuatı, Toplu İş Sözleşmesi
Sera-Fidanlık İşçisi	1	25,0	Toplu İş Sözleşmesi
Hizmet Vasıta Şoförü	7	29,2	6047 Sayılı Karayolları Trafik Kanunu, Makine İşletme Talimatı, 4857 Sayılı İş Kanunu Mevzuatı, 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı, Toplu İş Sözleşmesi, Zimmet Belgeleri
Taşınır Kayıt Görevlisi	2	66,7	SGK Mevzuatı, EBYS Mevzuatı, Taşınır Mal Yönetmeliği, Kamu Mali Yönetim Sistemi, Bütçe Uygulama Tebliği
Temizlik İşçisi	2	12,5	6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı, Toplu İş Sözleşmesi
Toplam	43	46,7	

Yeni başlayan personelin görevini yapabilmesi için özel eğitim, kurs, sertifika vb. alması gerekip gerekmediği ve gerekiyorsa hangilerinin alınması gerektiği işçilere açık uçlu soru olarak sorulmuştur. Bu soruda işçilerin %64,1'i yeni başlayan personelin görevini yapabilmesi için özel eğitim, kurs, sertifika vb. alması gerektiğini belirtmiştir (Tablo 11). Buna göre, yeni başlayan personel için ormancılık araştırma enstitülerine 53 farklı konuda eğitime ihtiyaç vardır.

İşçilere halen yaptığınız görev veya işin gerektirdiği en az eğitim düzeyinin ne olması gerektiği sorulmuştur. Bu soru personelin % 50'sinden fazlasının verdiği benzer yanıtlar dikkate alınarak

açıklanmıştır. Buna göre, işçiler;

- Temizlik işçisi için en az ilkokul düzeyinde,
- Kaloriferci, sera-fidanlık işçisi ve hizmet vasıtası şoförü için en az orta okul düzeyinde,
- Arazi işçisi, büro personeli, gece bekçisi, laboratuvar personeli, sekreter için en az lise düzeyinde,
- Taşınır kayıt görevlisi, bilgi işlem sorumlusu, muhasebe görevlisi ve personel görevlisi için lisans düzeyinde,
- Araştırmacı personel için en az yüksek lisans düzeyinde eğitim için aranmasını öngörmektedirler.

Tablo 11. Yeni personel için eğitim konuları
Table 11. Training topics for new staff

Fiili Görevi	Eğitim Alması Gerekir		Eğitim Konuları
	Sıklık	%	
Araştırmacı	6	100,0	Yabancı dil, deneme alanı kurma bilgisi, arazi eğitimi, ICP projesi eğitimleri, istatistik analiz programları, laboratuvar eğitimi, makale hazırlama ve yazma eğitimi, proje hazırlama eğitimi, ileri ofis uygulamaları eğitimi, web sitesi tasarımı
Arazi İşçisi	2	50,0	Ağaç kesme ve boylama operatörlüğü belgesi, çapa makinası, çim biçme makinası, budama makası kullanımını konusunda en az 2 yıllık iş deneyimi ve bunların kullanımına yönelik eğitim sertifikaları
Bilgi İşlem Sorumlusu	1	100,0	Bilgisayar işletmenliği, EBYS kullanımı, CBS kullanımı eğitimleri
Büro Personeli	3	60,0	Bilgisayar işletmenliği eğitimi, mesleki eğitim, iş deneyimi
Gece Bekçisi	2	66,7	İşyeri güvenliği, güvenlik sertifikası
Kaloriferci	1	100,0	Kalorifer ateşçisi belgesi
Laboratuvar Personeli	12	85,7	Mesleki eğitim, İSO 17025 akredite eğitimi, İSG eğitimi, bilgisayar işletmenliği, İngilizce, kimya ve laboratuvar eğitimleri, laboratuvar cihazı kullanma, ilk yardım
Muhasebe Görevlisi	5	100,0	Bilgisayarlı muhasebe sertifikası, muhasebe eğitimi, ihale yönetmeliği ve süreci, taşınır kayıt ve kontrol -taşınır mal yönetmeliği, bütçe uygulama yönetimi, mali yönetim uygulamaları
Personel Görevlisi	2	100,0	İşçi sosyal işler, EBYS, ORBİS kullanımı, personel dosyaları düzenleme, web sitesi tasarımı
Sekreter	2	50,0	Bilgisayar, yazışma teknikleri, etkili iletişim ve diksiyon, kişisel verilerin korunması ve veri gizliliği, diksiyon, kişisel gelişim, stres yönetimi, zor insanları ikna yönetimi, zaman yönetimi
Sera-Fidanlık İşçisi	2	50,0	Seracılık eğitimi, tohum ekme, fidan dikme, bakım, ilaçlama, budama, sulama, traktör operatörlüğü için B sınıfı sürücü belgesi
Hizmet Vasıtası Şoförü	15	62,5	En az B sınıfı sürücü belgesi, araç kesme ve boylama operatörlüğü belgesi, İSG eğitimi
Taşınır Kayıt Görevlisi	3	100,0	EBYS, taşınır kayıt ve kontrol -taşınır mal yönetmeliği, 4734 sayılı kanun, 5018 sayılı kamu mali yönetimi
Temizlik İşçisi	3	18,8	İSG Eğitimi, hijyen eğitimi
Toplam	59	64,1	

İşçilerin %16,3'ü fiili görevlerinin yabancı dil bilmeyi gerektirdiğini belirtmiştir. Buna göre, araştırmacı, bilgi işlem sorumlusu, laboratuvar personeli kadroları için en az orta düzeyde İngilizce bilmek gerektiği belirtilmiştir. Diğer taraftan 1 temizlik işçisi orta, 1 hizmet vasıtası şoförü de az düzeyde İngilizce bilmek gerektiğini belirtmiştir.

Belirtmek istedikleri diğer konuların olup olmadığı şeklindeki açık uçlu soruyu, 11 personel (%12'si) yanıtlamıştır. Bu soruya, personel sıkıntısı bulunduğu için birden fazla görev yaptıklarını, iş tanımlarının yapılması gerektiğini, vasıflı/vasıfsız işçi kadrosu pozisyonu yerine fiili olarak gerçekleştirilen işe ait kadro pozisyonlarının verilmesi gerektiğini, stajyer personel alınabileceğini, görevini yerine getirmeyen personele disiplin işlemlerinin uygulanmadığını, araçların kaskosunun yapılması gerektiğini, yetkin personel alınması gerektiği, arazi tecrübesi olan şoföre gereksinim duyulduğunu, kişisel koruyucu donanımların dağıtımı ve kullan-

dırılmasında sıkıntılar bulunduğu konularında görüş bildirmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Türkiye'de 12 Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde, işçi kadrosunda görev yapan personelin özellikleri araştırılmıştır. Araştırma işçilerinin %34,6'sı arazide, %36,5'i ofiste, %17,3'ü laboratuvarında, %7,7'si hem ofis hem de arazide ve %3,9'u ise sera ve fidanlıkta görev yapmaktadır. İşçilerin ortalama yaşı 46,8 olup en küçüğü 28, en büyüğü 63 yaşındadır. İşçilerin %21,7'si ilkokul, %19,6'sı ortaokul, %31,5'i lise, %9,8'i ön lisans, %12'si lisans, %5,4'ü yüksek lisans ve doktora eğitimine sahiptir. Ortalama görev süresi 21,5 yıldır.

İşçi kadrosunda bulunan personel için OGM kapsamında yangın işçisi, arazi işçisi, bekçi, kaloriferci, aşçı gibi toplam 85 farklı kadro pozisyonu

tanımlanmıştır (Anonim, 2021). Araştırma işçileri arazi formeni, vasıflı işçi, vasıfsız işçi, hizmet vasıta şoförü, laborant, mevsimlik işçi, santral görevlisi, şoför, temizlik işçisi, diğer orman işçisi olmak üzere 10 kadro pozisyonunda yer almaktadır.

Kamuda insan kaynakları denildiğinde genellikle akla bu alanın en kalabalık grubunu oluşturan devlet memurları gelir. Ancak Akçakaya (2008)'de ifade edildiği gibi, söz konusu alan aslında akademik personel, askeri personel, mühendisler, doktorlar, sözleşmeli personel, hâkim ve savcılar, işçi statüsünde çalışanlar gibi birçok kesimi kapsamaktadır. Araştırma Enstitülerinde de işçiler, fiili olarak araştırmacı, arazi işçisi, bilgi işlem sorumlusu, katip, santral görevlisi, kütüphane görevlisi, gece bekçisi, kaloriferci, laboratuvar personeli, muhasebe görevlisi, personel görevlisi, sekreter, serafidancılık işçisi, hizmet vasıta şoförü, taşınır kayıt görevlisi, temizlik işçisi olmak üzere 16 farklı iş çeşidinde görevlendirilmiştir. Buna göre fiilen yapılan işle, kadro pozisyonu uyumlu bulunmayan ve büroda çalışmasına rağmen farklı kadrolarda bulunan çok sayıda işçi personel bulunmaktadır.

Yukarıda da ifade edildiği gibi ormancılık araştırma enstitülerinde işçiler birbirinden farklı iş ve pozisyonlarda bulunmakta, bu pozisyonlar da birbirlerine göre farklı nitelik, yetenek ve kişilik özelliklerini gerektirmektedir. Çavdar ve Çavdar (2010)'da tartışıldığı gibi, bu farklılıklar iş görenlerin işe uygun ve nitelikli kişiler arasından seçilmesi zorunluluğunu beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, hangi bölüme personel alınacağını, görevin iş görenden neler beklediğini, işin gereklerinin neler olduğunun önceden iş analizi çalışmalarını ile belirlenmesi uygun olacaktır.

Tokdemir (2006)'da orman işinin ve orman işçisinin hukuki tanımlarının yapılmasının çalışma hayatına yönelik kurallardan önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada da, araştırma enstitülerinde görevli işçilerin de iş tanımlarının yapılmadığı açıklanmıştır. İş tanımı çalışmasının bütün orman işleri için ayrı ayrı yapılmasına gereksinim bulunmaktadır.

Çığ (2013)'de orman işçilerinin yaptıkları iş ile ilgili özel bir iş eğitimi almadıklarını belirtmiştir. Bu kapsamda, sadece görülüp denenerek öğrenilen üretim çalışmalarının verimsiz, sağlıksız ve güvensiz olarak gerçekleştirildiği ifade edilmiştir. Ancak, araştırma işçilerinin %53,3'ü yaptığı görevle yönelik bir eğitim veya kurs almıştır. İşçilerin sadece %42,4'ünün yaptığı görev ile ilgili bir sertifikası veya eğitim belgesi bulunmaktadır. Araştırma işçileri dokuz farklı kurumdan 47 farklı konuda eğitim almıştır. OGM ve alt birimleri tarafından

verilen eğitimler, personelin fiili görevlerini daha kolay yapmalarına ve görevi kolaylaştırma amacı bulunmaktadır.

Mesleki yeterlilik kurumu, özel eğitim merkezleri ve halk eğitim merkezlerinden alınan eğitimlerin ise personelin niteliğini artırma ve yeni uzmanlık edinmesini sağlama özelliğindedir. Sağlık İl Müdürlüğü ve iş güvenliği uzmanı ve iş yeri hekiminden alınan eğitimler ise daha çok iş kazalarını önleme ve ilkyardım amaçlıdır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ile Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığında alınan eğitim ve belgeler ise işçi personelin doğrudan görevi ile ilişkili olmayan mesai saatleri dışında yaptığı ek faaliyetlere yöneliktir.

Eğitim faaliyetleri, bilgi eksikliğini gidermekten ziyade, yeni teknolojiler, yeni araştırma geliştirme yöntemleri ile ekonomik ve sosyal değişikliklere işçilerin uyumunu sağlamak amacıyla yerine getirilmesi gereken faaliyetlerdir. Bu kapsamda da her bir farklı görev için eğitim amaçlarının ve eğitim gereklerinin saptanması ve bu doğrultuda eğitimlerin planlanması gerekir. Araştırma enstitülerinin performansını geliştirmek için personelin mevcut ya da gelecekte ortaya çıkabilecek eğitim ihtiyacını ve bu kapsamda yapılacak etkinlikleri norm kadroya göre belirlemek gerekir.

Özcan (2006)'da yapısal özellikleri aynı olan yeni görevlerin mevcut işlere eklenerek, işlerin yatay genişletilmesinin söz konusu olduğu ifade edilmektedir. Böylece, kişinin yaptığı işi oluşturan görevlerde nitel değil nicel bir değişiklik sağlanmaktadır. Araştırma enstitülerindeki işçilerin %31,5'i mevcut görevleri haricinde kendilerine ek görev verildiğini belirtmiştir. Verilen ek görevler incelendiğinde nitelik olarak büyük çoğunluğunun (inşaat işçiliği (boya, tesisat, sıva tamirati), hizmet vasıtası şoförlüğü, muhasebe görevlisi, personel görevlisi, laborant, santral, temizlik vb.) fiili görev kapsamında olmadığı ve farklı kadroları ilgilendirdiği görülmektedir.

Araştırma enstitülerinde bazı işçilere ek görevler verilmesi, iş dağılımı ve görev tanımlarının karmaşıklığı ile hatalı iş dizaynının bir sonucudur. Ek görevler, çalışanların performansı üzerinde doğrudan etkili olup iş sağlığı ve güvenliği kuralları açısından da önemli risk oluşturmaktadır. Bu dengesiz görev dağılımı, ilerleyen süreçte personel üzerinde motivasyon düşüklüğüne ve organizasyon yapısına karşı hayal kırıklığı ortaya çıkarılabilir. Bu nedenle, araştırma enstitülerinin işgücü talebinin karşılanmasına yönelik olarak işgücü envanter ve planlama çalışmalarına bir an önce başlanması gerekir.

Araştırma enstitülerinin personel eksikliği yanın-

da özellikle nitelikli personel yetersizliği işlerin rasyonel bir biçimde yürütülmesini engelleyecek bir düzeydedir. Nitekim Ok (2012)'de araştırma enstitülerinde görev yapan işçi personel sayısının 2008 yılında 194'ten 2012 yılında 174'e azaldığı belirtilmektedir. Bu sayı 2020 yılı itibariyle 104 işçiye düşmüştür. Görüldüğü gibi araştırma enstitülerinde işçi personel sayısı son on yılda %46 oranında azalmıştır. Bu durum hem işçi kadrosundaki personelin iş yükünü arttırmakta hem de Ok (2012)'de belirtildiği gibi araştırmacının iş yükünü ve uygulama etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Akçakaya (2008)'de de ifade edildiği gibi, norm kadro uygulaması personel ihtiyaçlarının tahmin edilmesine ve saptanmasına olanak verir. Araştırma enstitülerinin gereksinim duyduğu norm kadro sayıları geçmiş dönemde belirlenmiştir. Ancak bu kadroların nitelik ve sayı olarak kurumun amaçları ve örgüt yapısı doğrultusunda yenilenmesi uygun olacaktır.

Araştırma işçilerinin sadece %46,7'si sorumlu olduğu mevzuatı bildiğini belirtmiştir. Gerçekleştirdiği göreve yönelik mevzuatı bilmediğini belirten özellikle arazi işçisi, bilgi işlem sorumlusu, gece bekçisi, sera fidanlık işçisi, hizmet vasıtası şoförü, temizlik işçisi, sekreter olarak görev yapan personele yönelik eğitim programları planlanmalıdır. Bu bağlamda, araştırma enstitülerinde yeni göreve başlayan işçi personel için planlanacak eğitimlere mevzuata yönelik konularda eklenerek bu eğitimlere bütün işçilerin katılması sağlanabilir.

Sürdürülebilir orman kaynakları yönetiminde yaşanan bilgi eksikliği, iklimin değişmesi, kuraklık, teknoloji seçimine yönelik değişiklikler, orman kaynaklarına yönelik değişen talep ve beklentiler gibi birçok faktör araştırma enstitülerinin önemi her geçen gün daha da arttırmaktadır. Ancak, orman kaynakları yöneticileri, bu değişen koşullara, özellikle insan kaynakları yönetimi kapsamında, uyum sağlamak zorlanmaktadır. Kurumun yenilik ve değişimler karşısında, gelenekçi kamu yönetimi zihniyetinden kurtulup insan kaynaklarına yönelik yeni strateji geliştirmesi uygun olacaktır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Akçakaya, M. 2008. İnsan Kaynakları Planlamasının Bir Aracı Olarak Norm Kadro Uygulaması. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 403s.

Anonim, 2007. IX. Kalkınma Planı, Ormanlık Özel İhtisasa Komisyonu Raporu. Ormanlık Araştırma-Geliştirme, 6s.

Anonim, 2021. 01.03.2021 ile 28.02.2023 dönemini kapsayan 8. Dönem İşletme Toplu İş Sözleşmesi. Öz Orman-İş Sendikası, 114s.

Batur, M. 2012. Ormanlık Araştırma Enstitülerinde Geçişten Geleceğe Amaç, Hedef ve Stratejiler. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:90-106.

Çavdar H., Çavdar, M. 2010. İşletmelerde İşgören Bulma ve Seçme Aşamaları. *Journal of Naval Science and Engineering*. 6(1):79-93.

Çığ, F. 2013. Bölmeden Çıkarma Çalışmalarının Orman İşçi Sağlığı Açısından Değerlendirilmesi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 124s.

Coşgun, U., Güler, K. H. 2012. Ormanlık Araştırma Çalışmalarının Dünü/Bugünü ve Ulusal Ormanlık Planındaki Rollerinin İrdelenmesi. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:79-89.

Daşdemir, İ. 2012. Türkiye Ormanlığında Araştırma-Uygulama İşbirliğinin Geliştirilmesi ve Araştırma Sonuçlarının Uygulamaya Aktarılması Üzerine Düşünceler. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:117-129.

Diktaş Bulut, N., Aksu, Ö. V., Akyüz, M., Eren, N., Gerçek, V. 2012. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerindeki Araştırmacıların İş Memnuniyeti. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:90-106.

İpek, A., Gökdemir, Ş., Karakaş, A., Koçyiğit, M. 2012. Ormanlığımızda Araştırma Birimleri ve Araştırma Faaliyetleri. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:6-12.

Ok, K. 2012. Türkiye'de Ormanlık Araştırma Kurumlarının Yönetimsel Açından İrdelenmesi. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:13-29.

Özcan, D. 2006. Personel Seçim Sürecinin Etkinliğinde Psikoteknik Testlerin Rolü. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 108s.

Şafak, İ., Okan, T. 2013. Ormanlık Araştırma Enstitüleri ile Üniversiteler Arasındaki İşbirliğini Kurumsallaştırma Olanak ve Fırsatları, 1857'den Günümüze

Ormanlık Eğitim-Öğretim Çalıştayı, İÜ Orman Fakültesi, 18-19 Kasım 2013, İstanbul, s:49-64.

Şafak, İ., Parlak, S. 2012. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Personeli İçin Performans Değerlendirme Ölçütleri. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:286-299.

Şenyaz, A. 2012. Ormanlık Araştırmalarında Ulusal İşbirliği ve Uluslararası Entegrasyon. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:461-467.

Tokdemir, Z. 2006. Ormanlıkta İşçi İşveren İlişkileri,

İstanbul. Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 99s.

Tolunay, A. 2012. Türkiye’de Ormanlık Araştırma Kurumlarının Yetiştirdiği İnsani Değerler ve Üstlendikleri Görevler. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:246-254.

Yılmaz, E. 2012. Ormanlık Araştırma Kapasitesini Etkileyen Faktörler. Kuruluşunun 60. Yılında Ormanlık Araştırma Enstitüleri: Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, Bolu, s:40-50.

Subasar ormanlarda endüstriyel odun hammaddesi üretiminin teknik ve çevresel yönlerden incelenmesi

The investigation of industrial wood raw material production in forested wetlands from technical and environmental aspects

Yılmaz TÜRK¹
Batuhan ÇATALBAŞ¹

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Düzce

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Yılmaz TÜRK
yilmazturk@duzce.edu.tr

Geliş tarihi (Received)
26.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)
25.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)
Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Türk, Y. & Çatalbaş, B. (2022). Subasar ormanlarda endüstriyel odun hammaddesi üretiminin teknik ve çevresel yönlerden incelenmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 115-123 . DOI: 10.17568/ogmo-ad.1093693



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışmada subasar ormanlarda odun hammaddesi üretim faaliyetleri, bazı teknik ve çevresel yönlerden incelenmiştir. Çalışma alanı olarak Hendek Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Süleymaniye Orman İşletme Şefliği'nde bulunan subasar ormanlar seçilmiştir. Çalışma alanında kesim, bölmeden çıkarma ve uzak nakliyat işleri teknik ve çevresel yönlerden incelenmiştir. Çalışma sonucunda; üretim zamanının, su basması nedeniyle kısıtlı olduğu, az miktarda yağışlı dönemde dahi üretime engel olacak seviyede suyun toprak yüzeyinde bulunduğu ve hatta ağaç damgalama dönemi olan Ocak-Nisan ayları arasında suyun 1-1,5 m yükseldiği belirtilmiştir. Ayrıca kesim ve bölmeden çıkarma işlemini gerçekleştirebilmek için alanda büz yerleştirerek drenajın yapıldığı gözlemlenmiştir. Sahada toplam 32 sefer bölmeden çıkarma işlemi incelenmiştir. İnceleme sonucunda, arazi eğiminin düz ya da düze yakın olması ve piyasa talepleri nedeniyle üretim metodu olarak bütün gövde metodu kullanıldığı belirlenmiştir. Çalışma alanında su basması ortalama 50 cm seviyesinde tespit edilmiştir. Subasar ormanlarda en önemli problemin toprak yüzeyinde biriken ve yükselen suyun olduğu tespit edilmiştir. Bu tür alanların toprak tipi genelde balçıklı olduğundan, bölmeden çıkarma için zemine daha iyi tutunan geniş lastikli traktörler kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Subasar ormanlar, odun hammaddesi, üretim, Hendek

Abstract

In this study, wood raw material production in forested wetlands was investigated from some technical and environmental aspects. Forested wetlands in the Süleymaniye Forestry Operations Directorate, which is affiliated with the Hendek Forestry Management Directorate, were chosen as the study area. In the study area, logging works were examined. In the results of the study, it has been determined that the production time is limited due to flooding and that there is water on the soil surface at a level that will prevent production even in a small amount of rainy period. It was even stated that the water rose 1-1.5 m between January and April, which is the tree marking period. In addition, it was observed that drainage was made in the area in order to perform the logging process. A total of 32 extractions were examined in the field. As a result of the examination, it was determined that the slope of the land was flat or almost flat and that the whole stem logging method was used as the production method due to market demands. In the study area, the flooding was determined at an average level of 50 cm. It has been determined that the most important problem in forested wetlands is the water accumulating and rising on the soil surface. Since the soil type of such areas is generally loamy, tractors with wide tires should be used for extraction from the compartment.

Keywords: Forested wetlands, wood raw material, production, Hendek

1. Giriş

Subasar ormanlar, sulak alanların bir alt bölümü olarak ifade edilmekte olup, Antarktika hariç her kıtada yayılış göstermektedir. Yaklaşık olarak karaların %3'ü sulak alandır ve bunun %60'nın subasar orman olduğu tahmin edilmektedir. Ormancılık istatistiklerinde, subasar ormanlar diğer orman alanlarından ayrı olarak tutulmadığı için miktarı konusunda kesin bir bilgi bulunmamaktadır (Lugo, 1990).

İnsan nüfusunun hızla artması doğal kaynaklara olan ihtiyacı artırmıştır. 1990'lı yılların başına kadar yeryüzünün yaklaşık %40'ı tarım ve mera alanlarına dönüştürülmüştür. Bu alanlar orman ve doğal çayırılık alanlardan kazanılmıştır. Bütün bu baskılar sulak alanların dünya çapında azalmasına yol açmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 1970-1980 yılları arasında sulak alanlarda meydana gelen azalmanın %95'ini subasar ormanlar oluşturmaktadır. Bununla birlikte birçok ülkede, su basar ormanlar konusundaki temel bilgi yetersizliği nedeniyle kaybedilen subasar orman miktarı da bilinmemektedir (Calhoun, 1999).

Subasar ormanlar hem biyolojik çeşitliliğe büyük katkı sağlamakta, hem de diğer ekosistemlerde bulunmayan bitki ve hayvan topluluklarını barındırmaktadır. Endemik türlerinin birçoğu subasar orman ekosistemlerinde yaşamakta ve bu alanlara bağımlı olmaktadır. İnsanoğlu dünyanın birçok yerindeki su basar ormanlarını tehlike atındaki ekosistemler haline dönüştürmüştür (Ernst ve Brown, 1988).

Subasar orman yönetiminde, ekosistemlerinin korunması, sürdürülmesi, sulak alan fonksiyonlarının devamlılığı ve üretim amaçlarını birlikte sağlanması gerekmektedir (Çiçek, 2004).

Subasar ormanlarında endüstriyel odun hammaddesinin üretimi bazı yönleriyle diğer ormanlardan farklılıklar göstermektedir. Subasar ormanlarda üretim zamanının kısıtlı olması ve az yağışlı dönemlerde dahi üretime engel olacak kadar suyun toprak yüzeyinde bulunması en önemli sorunlardan bazılarıdır. Subasar ormanlarda bu durum dikkate alınarak kesim ve taşıma işlemleri yapılmaktadır.

Bu çalışmada Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Hendek Orman İşletme Müdürlüğü (OİM), Süleymaniye Orman İşletme Şefliği (OİŞ)'ne bağlı Paşaköy subasar ormanlarında yapılan odun hammaddesi üretim faaliyetleri, bazı teknik ve çevresel yönlerden incelenmiştir.

1.1. Ormancılıkta odun hammaddesi üretimi

Türkiye'de endüstriyel yuvarlak odun talebinin büyük çoğunluğu Orman Genel Müdürlüğü (OGM,

ogm.gov.tr) tarafından karşılanmakta olup, orman işletmelerine ait gelirlerin %90'ından fazlası yuvarlak odun satışlarından sağlanmaktadır (DPT, 2007). Türkiye'de yıllık 32 milyon m³ işlenmemiş odun hammaddesi hacmi bulunmakta ve yıllık yaklaşık 5 milyon m³ odun hammaddesi ithal edilmektedir (Tolunay, 2018).

Türkiye'de orman varlığı toplam 22,3 milyon hektar ve toplam serveti 1,6 milyar m³'tür. Ülkemiz arazisi engebeli ve üretim şartlarının zor olması dolayısıyla sadece 11,2 milyon hektar alanda üretim yapılabilmektedir (OGM, 2020).

Odun hammaddesi üretimi; idari yaşını doldurmuş, çap ve boy bakımından ergin hale gelmiş ağaçların kesilerek depolara taşınması sürecinde uygulanan faaliyetlerin tamamıdır (Erdaş, 1997). Genel itibarıyla üretim; kesme ve taşıma aşamalarından oluşmaktadır. Bu aşamaların yeri ve şekli organizasyona bağlı olarak değişebilmektedir (FAO, 1982; Erdaş, 1986; Dykstra ve Heinrich, 1996).

Odun hammaddesi üretimi; kesim (kesme-devirme, dal alma, bölümlere ayırma ve kabuk soyma), bölmeden çıkarma (insan, hayvan gücü ve makine gücünden yararlanarak taşıma) ve ana nakliyat (transport taşıtları ile yol kenarından depolara kadar götürülmesi) safhalarındaki işlemlerin uygulanması ile gerçekleşmektedir (Tablo 1).

1.2. Subasar ormanlar ve Türkiye'deki durumları

Subasar ormanlar 6 m ve daha uzun odunsu bitkilerin nemcil vejetasyon ıslak veya her vejetasyon dönemi süresince su ile doyunlaşan toprakların bulunduğu alanlarla tanımlanır (Ernst ve Brown, 1988).

Türkiye'de başta Karadeniz ve Marmara bölgesi olmak üzere Ege ve Akdeniz bölgelerinde subasar nitelik gösteren birçok orman toplumu bulunmaktadır (Mayer ve Aksoy, 1998). Bu alanlar dünyada olduğu gibi ülkemizde de çeşitli nedenlerden dolayı yüzyıllardan beri tahrip edilmiş ve çoğunlukla tarım ve mera alanlarına dönüştürülmüştür. Bu tahrip sonucu birçoğu tamamen ortadan kalkmış durumdadır. Bir kısmının alanları da oldukça azalmıştır. Pamay (1967) ülkemizde Demirköy İğneada (1000 ha, birbirinden ayrı üç parça halinde), Hendek Süleymaniye (1650 ha), Adapazarı Dokuma-Döşeme (3000 ha) ile Meşeligöl (500 ha), Karasu Turnalı-Acarlar (3000 ha), İzmit Büyükdere (250 ha) ve Sinop Bektaşağa-Aksaz (100 ha) subasar ormanlarının bulunduğunu ancak çeşitli olumsuz etkiler karşısında varlıklarını zor devam ettirebildiklerini bildirmektedir.

Süleymaniye ve Adapazarı subasar ormanları

Tablo 1. Odun hammaddesi üretim aşamaları (Erdaş ve ark., 2014).
Table 1. Wood raw material harvesting stages

Süreç	İş Adımları	Ürününün Durumu	Yeri	
Kesim	Kesme-Devirme	Dikili Ağaç	Meşcere içinde, ağacın kütüğü dibinde	
	Dip Düzeltme	Devrilmiş Ağaç		
	Dal Alma	Devrilmiş Ağaç		
	Uç Alma	Devrilmiş Ağaç		
	Ölçme -İşaretleme	Bütün Gövde		
	Tomruklama	Bütün Gövde		
	Kabuk Soyma	Tomruk/Gövde		
Transport	Yuvarlama/itme/çekme	Tomruk/Gövde	Meşcere içinde	
	Ön Sürütme	Tomruk/Gövde	Meşcere içinde, tesise-araca doğru	
	Bağlama/çakma/yükleme	Tomruk/Gövde	Orman içinde, tesis yada araç dibinde	
	Çıkarma	Kaydırma/yuvarlama /taşıma/sürütme ve toplama	Tomruk/Gövde	Orman içinde, sürütme yoluna doğru veya sürütme yolunda, hava hattı veya çeşitli araçlar yada tesisler üzerinde rampaya doğru
	Yükleme	Yükleme	Tomruk	
Taşıma	Taşıma	Tomruk		

birbirine bitişik olup bir bütün halindedir. Eskiden olduğu gibi, günümüzün orman amenajman planlarında da orman farklı plan ünitelerine dahil edilmiştir. Bu nedenle orman Hendek, Akya-zı ve Adapazarı Merkez OİM sınırları içerisinde dağılmış durumdadır. Süleymaniye Ormanı günümüzde büyük oranda saf dişbudak meşcerelerine dönüştürülmüştür. Bir bölümü de baltalık olarak işletilmektedir (OGM, 2015).

Bahsi geçen subasar ormanları dışında Samsun'da Hacıosman (86 ha) subasar ormanı (Efe ve Alptekin, 1989; Kutbay ve ark. 1997), Susurluk Çayı'nın denize döküldüğü bölgede Bursa-Karacabey Ovakorusu-Karacabey-Bataköl subasar ormanının bulunduğu ifade edilmektedir (Saribaş, 1998). Bunların dışında Muğla-Köyceğiz'de bulunan Anadolu sığla ağacı (*Liquidambar orientalis* Mill.)

meşcerelerinin subasar nitelikte olduğu belirtilmektedir (Efe ve Alptekin, 1989).

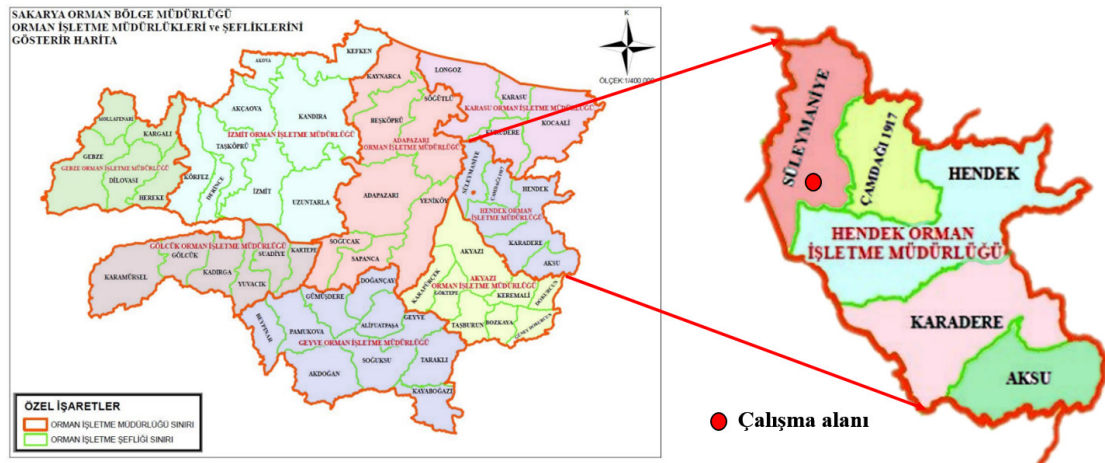
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Sakarya OBM, Hendek OİM'ne bağlı Süleymaniye OİŞ sınırlarında kalan subasar ormanlar seçilmiştir (Şekil 1).

Çalışma alanı Marmara Bölgesinin Kuzey-doğusunda yer almaktadır. Süleymaniye OİŞ'nin genel alanı 11459 hektardır. Bu alanın 5004 hektarı ormanlık, 6455 hektarı ormansız alanlardır. Yeni planda ormanlar 2015-2034 yıllarını kapsayacak



Şekil 1. Süleymaniye OİŞ'nin konumu (OGM, 2015)
Figure 1. Location of Süleymaniye Forest Subdistrict

şekilde 20 yıllık bir süre için 10 işletme sınıfına ayrılarak planlanmıştır (Tablo 2) (OGM, 2015).

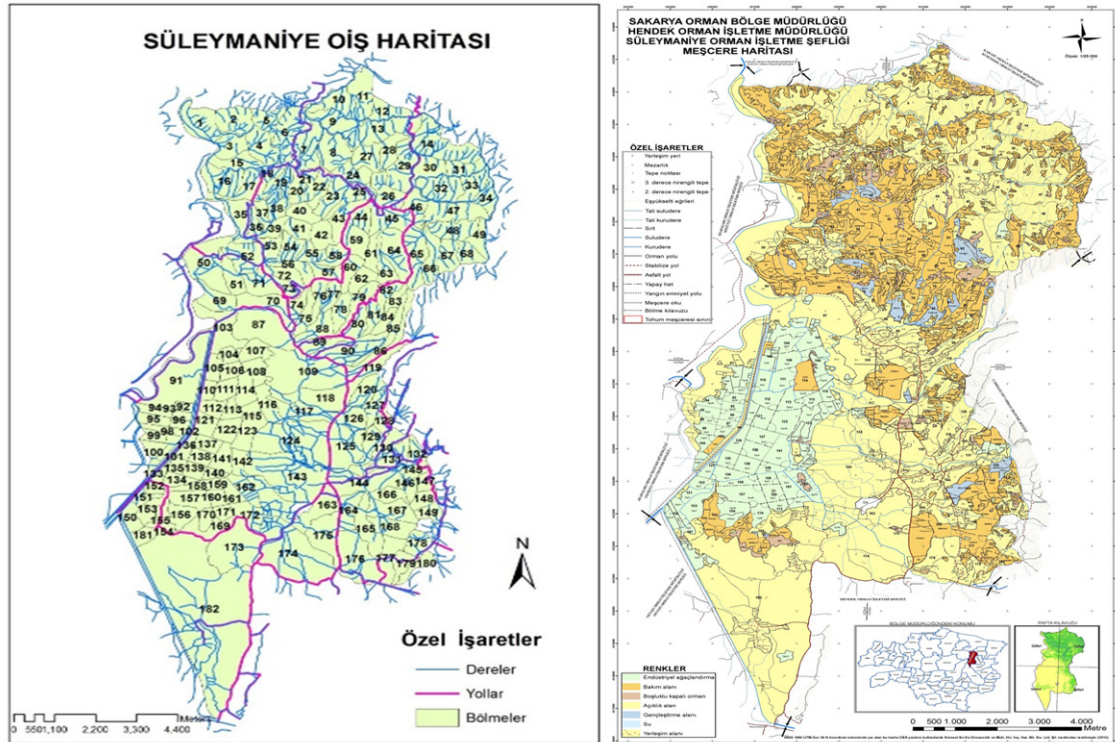
Çalışma alanının ortalama yükseltisi 20-25 m, eğimi %0-2 ve denize yatay uzaklığı 33 km civarındadır. Süleymaniye Ormanı günümüzde büyük oranda saf dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) meşcerelerine dönüştürülmüş (Carus ve Çiçek, 2007), bir bölümü de baltalık olarak işletilmektedir. Şefflikte yaklaşık 125 km'lik bir orman yolu mevcuttur (Şekil 2). İşletmenin yol yoğunluğu 25 m/ha yol aralığı ise 400 m'dir (OGM, 2015).

Sahil çamı (*Pinus pinaster* Aiton.), kavak (*Populus*), dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), doğu kayın (*Fagus orientalis* Lipsky), meşe (*Quercus*), fındık (*Corylus colurna*), ceviz (*Juglans regia*), badem (*Prunus dulcis*), yalancı akasya (*Robinia hispida*)

Süleymaniye Ormanı Dinsiz ve Mudurnu çaylarının Sakarya Nehrine karıştığı oldukça düz bir arazide bulunmaktadır. Artan sonbahar yağışları ile önce bataklık haline gelen ormanda su seviyesinin Ocak-Mayıs ayları döneminde (özellikle ilkbahar-

Tablo 2. Süleymaniye Şefliği'ne ait işletme sınıfları ve alan dağılımı (OGM, 2015)
Table 2. Business classes and area distribution of Süleymaniye Forest Subdistrict

İşletme Sınıfı	Ormanlık Alan		Ormanlık Alan Toplamı	Açıklık Alan	Toplam
	Verimli	Bozuk			
A- Endüstriyel Ağaçlandırma (Sahil çamı)	50,0	-	50,0	-	50,0
B- Endüstriyel Ağaçlandırma (Kavak)	75,8	-	75,8	-	75,8
C- Endüstriyel Ağaçlandırma (Dişbudak)	1359,1	18,0	1377,1	151,7	1528,8
D- Plantasyon (Karaçam)	56,1	3,8	59,9	-	59,9
E- Kayın (En yüksek miktarda yapacak odundur)	674,6	34,0	708,6	6,0	714,6
F- Meşe (En yüksek miktarda yapacak odundur)	1091,5	79,3	1170,8	44,2	1215,0
G- Bitkisel Ürünler (Ceviz+Badem+Yalancı akasya)	114,6	8,9	123,5	-	123,5
H- Tohum Meşceresi (Dişbudak)	39,9	-	39,9	-	39,9
I- Sosyal Baskılı Alanlar (Kayın+Meşe)	556,9	138,2	695,1	6523,5	6948,6
J- Sosyal Baskılı Alanlar (Fındık)	702,9	-	702,9	-	702,9
Toplam	4721,4	282,2	5003,6	6455,4	11459,0



Şekil 2. Süleymaniye OİŞ'nin orman yol ağı (solda) ve meşcere tipleri (sağda) haritası (OGM, 2015)
Figure 2. Süleymaniye Forest Subdistrict forest road network (left) and stand types (right) map

da karların erimesiyle) 1-1,5 m'ye kadar ulaştığı ve bu dönemde ormana ancak kayık ile girilebildiği ifade edilmektedir (Şekil 3) (Acatay ve ark. 1962).



Şekil 3. Subasar ormanlara eskiden kayıkla ulaşılması
(Foto: Hendek OİM Arşivi)

Figure 3. Reaching the forested wetlands by boat in the past

Çalışma alanında su basmasının en fazla olduğu arazilerde veya kısımlarda (Paşaköy Altı) suların çekilmesi bazı yıllarda haziran ayı sonunu bulmakta, yaz mevsiminin diğer yıllara göre oldukça kurak geçtiği 2001 yılı Eylül ayında yapılan tespitlerde taban suyu seviyesi 120 cm olarak bulunduğu belirtilmiştir (Çiçek, 2004). Ancak DSİ tarafından 1965 yılında kanal açıldıktan sonra hidrolojik döngüsü bozulan ormanda eskisi kadar su basması olmamaktadır. Hatta bazı yıllar ormanın bir kısmında taban suyu yüzeye çıkmamaktadır. Mayıs ayı ortalarından itibaren yavaş yavaş çekilmeye başlayan sular daha düşük seviyeli hendek ve çukurluklarda bir müddet daha kalmaktadır (Çiçek, 2004). Günümüzde de alandaki su basması düşük seviyelerde (ortalama 50 cm) tespit edilmiştir. Ayrıca çalışma alanında seviyenin düştüğü hendek ve çukurlarda yaklaşık 1 m'ye yakın su seviyesi de belirlenmiş, 2020 yılı Mayıs ayı ortalarında 10-20 cm arasında su seviyesi tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Çalışma alanındaki su basması (2020)
Figure 4. Flooding in the study area (2020)

Çalışma alanında bölmeden çıkarma faaliyetlerinde en çok kullanılan makine 4x4 tarım traktörleridir. Traktörlerin büyük bir bölümünde monte edilmiş kablolu vinç bulunmaktadır. Vinçler yerli ve yabancı üretim olup, bazıları deniz yolu taşıtlarında kullanılmış çıkma vinçlerdir. Arazi çalışmaları sırasında gerekli görülen noktalarda fotoğraf çekimi için dijital fotoğraf makinesi, ürün boyunun ölçülmesinde 30 metrelik şerit metre ve ürün orta çapını ölçmede çap ölçer yardımcı materyal olarak kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Çalışma alanında odun üretim çalışmaları incelenmiş ve çeşitli gözlemlerde bulunulmuştur. İşletme şefliğinde görevli 5 teknik personelin ve 3 üretim işçisinin geçmişten günümüze üretim çalışmalarıyla ilgili bilgiler yüz yüze görüşmeler yapılarak alınmıştır. Çalışma alanında kesim, bölmeden çıkarma ve uzak nakliyat işleri incelenmiştir. Kesim işleminde; geleneksel yöntemler dışında karşılaşılan durumlar gözlemlenmiş ve karşılaşılan sorunlar not alınmıştır. Bölmeden çıkarma faaliyetlerinde; üretim metodu, bölmeden çıkarma tekniği, ürün çap, boy ile parça sayısı bilgileri, bölmeden çıkarma aracının özellikleri gibi bilgiler elde edilmiş ve bölmeden çıkarma işleminde subasar ormanlara özel durumlar gözlenmiştir (Şekil 5). Uzak nakliyat işlerinde ise alana ilişkin sorunlar ve taşıma araçları ile bilgiler elde edilmiştir.



Şekil 5. Yükleme yerinde boy (m) ve çap (cm) ölçümü
(2020)

Figure 5. Length (m) and diameter (cm) measurements at the loading site (2020)

3. Bulgular

3.1. Kesim çalışmalarına ilişkin bulgular

Subasar ormanlarda kesim faaliyetleri diğer *üretim* alanlardaki kesim faaliyetlerine göre farklı değildir. Kesim üretim işçileri tarafından genel olarak orta boy motorlu testere (10-12 kg, 4-5 PS) ile yapılmaktadır. Kesim faaliyetleri için suyun alandan çekilmesi beklenmekte ya da kesim yapılan alanda su birikmişse drenaj çalışmaları ile alandaki su büzlerle başka tarafa akıtılarak uzaklaştırılmaktadır (Şekil 6). Eskiden drenaj yapılmadan önce kayıkla tetar kesimi yapılırken (Hendek OİM Arşivi), şimdi drenaj sisteminin kurulması ile birlikte arazinin suyu boşaltılarak günümüz üretim metotları kullanılmaktadır (Şekil 7). Ayrıca kesim işçilerinin günlük kıyafetleriyle kesim yaptığı, koruyucu elbise ve ekipmanları kullanmadıkları gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Üretim sahasında drenaj çalışmaları (2020)
Figure 6. Drainage working at the harvesting site (2020)

3.2. Taşıma (transport) bulguları

Taşıma aşaması bölmeden çıkarma (primer transport) ve uzak nakliyat (sekonder transport) aşamalarından oluştuğu için alt başlıklarda değerlendirilmiştir.

3.2.1. Bölmeden çıkarmaya ilişkin bulgular

Subasar ormanlarda üretim mevsimleri diğer üretim şartlarına göre kısıtlıdır. Mayıs ayının ortasın-

dan aralık ayının sonuna kadar üretim olmasına rağmen düşük seviyede bir yağmurda bile alan su ile dolduğundan üretim durmuş, suyun alandan gitmesi beklenmiştir. Bu durum üretimde sık sık aksaklıklara ve zaman kayıplarına sebebiyet vermiştir.



Şekil 7. Araştırma sahasında kesim çalışmaları (2020)
Figure 7. Harvesting at the study area (2020)

Çalışma alanında bölmeden çıkarma yöntemi olarak 4x4 tarım traktörü ile sürütme ve bazı bataklık olan kısımlarda ise kablo çekimi yöntemi kullanılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Tarım traktörüyle bölmeden çıkarma (2020)
Figure 8. Extracting by farm tractors (2020)

Çalışma alanı eğiminin düze yakın olması, tarım traktörlerinin de güçlü ve 4x4 olması, yüksek standartlarda orman ürünleri üretimine neden olması ve uzun boy odun hammaddesinin satılması sonucunda işletmenin daha fazla kazanç elde etme imkânının olması nedeniyle alanda bütün gövde üretim metodu uygulandığı tespit edilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Bütün gövde üretim ve taşıma metodu (2020)
Figure 9. Whole stem logging (2020)

Bölmeden çıkarma çalışmalarında ağacın kesildiği yerden geçici istif yerlerine taşınmasına kadar gerçekleşen işlemler incelenmiş ürünler hakkında bilgiler toplanmıştır. Tarım traktörüyle toplamda 32 sefer (döngü) yapılan bölmeden çıkarma faaliyeti incelenmiştir (Tablo 3). Tablo 3 incelendiğinde; bir seferde (döngü) ortalama çap, boy, parça adedi ve taşınan ürünlerin hacmi sırasıyla 27,94 cm, 18,86 m, 2,16 adet ve 2,021 m³ olarak belirlenmiştir.

Türk ve Gumus (2010) Balıklı Yöresinde (Gölyaka/Düzce) ortalama yamaç eğiminin %0-33 arasında olduğu Doğu Kayını ve Uludağ Göknarı meşceresinde yapmış oldukları çalışmada traktörle bölmeden çıkarmada bir seferde ortalama parça adedini 2 ve ortalama ürün hacmini 1,614 m³ olarak tespit etmişlerdir. Karaçam meşceresinde yapılan başka bir çalışmada Gülcü ve ark. (2018) ortalama parça adedini 2,47 ve ortalama ürün hacmini 0,55 m³ bulmuşlardır. Kayın meşcerelerinde yapılan diğer çalışmalarda ise Öztürk (2010) ve Mousavi ve Nagdi

(2014) sırasıyla ortalama ürün hacmini 1,63 m³ ve 0,5 m³ bulmuşlardır. Sonuçların bu araştırmamız ile farklı çıkması çalışmalardaki arazi eğimlerinin, zemin sınıfının, üretim metodunun, traktör özelliklerinin, vb. farklı olmasından dolayıdır.

Tablo 3. Tarım traktörüyle (4x4) bölmeden çıkarmada odun hammaddesine ilişkin özellikler
Table 3. Characteristics of wood raw material for extraction farm tractor (4x4)

Sefer No	Ort. çap (cm)	Ort. boy (m)	Parça adedi	Sefer hacim (m ³)
1	31	18,12	2	2.246
2	26,6	17,63	3	2.652
3	29,33	18,61	3	2.970
4	27	19,7	2	1.676
5	28	17,71	3	2.652
6	31	20,27	2	2.246
7	28	19,21	3	2.652
8	29	18,32	2	1.952
9	33	19,02	2	2.540
10	32	19,35	2	2.576
11	31	18,15	2	2.246
12	32	19,67	2	2.246
13	37	18,9	2	3.380
14	26	18,4	2	1.406
15	28,66	19,43	3	2.946
16	28,5	18,12	2	1.970
17	22,5	18,12	2	0.965
18	23	18,12	2	1.130
19	25	19,7	2	1.400
20	29	16,67	2	1.952
21	25,5	20,27	2	1.400
22	32	19,32	2	2.576
23	28	18,32	2	1.700
24	23	19,02	2	1.130
25	27	19,35	2	1.700
26	26	18.15	2	1.676
27	26	19,67	2	1.406
28	26	18,9	2	1.676
29	25	18,4	2	1.535
30	24	19,4	2	1.676
31	27	19,4	2	1.676
32	27	19,4	2	1.676
Ort.	27,94	18,86	2,16	2.021

3.2.2. Uzak nakliyat çalışmalarına ilişkin bulgular

Çalışma alanında mayıs ayı sonlarında arazi seviyesinin düştüğü alanlarda su seviyesinin yüksek olması transport taşıtlarının ulaşımını engellemektedir. Bu alanlarda yapılan drenaj çalışmalarından sonra günümüz uzak nakliyatında kullanılan araçlarla (kamyon ve traktör-treylerdir) taşıma yapıldığı tespit edilmiştir (Şekil 10). Ayrıca yükleme yerine getirilen bu araçlara, traktörün modifiye edilmesiyle oluşturulan kısaçaklı kol ve yörede geliştirilen hidrolik sistem (Şekil 11) ile yükleme çalışmaları yapılmaktadır.



Şekil 10. Çalışma alanında uzak nakliyat araçları: üst) kamyon, alt) 4x4 tarım traktörü (2020)
Figure 10. Secondary transport vehicles: truck (above), 4x4 farm tractor (below) in the study area (2020)

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada subasar ormanlarda odun hammaddesi üretim çalışmaları incelenmiş, yaşanan sorunlar ortaya konulmuştur. Sakarya OBM Hendek OİM Süleymaniye OİŞ'ne bağlı Paşaköy Mahallesi sınırları içinde bulunan subasar ormanlarda bulunan dişbudak plantasyon sahası, 1980-1985 yılları arası dikilip bugüne getirildiği ve aralamaların yapıldığı gözlemlenmiştir.

Çalışmaya konu Süleymaniye Subasar Ormanın-

da üretim zamanının kısıtlı olduğu, az bir yağışlı dönemde dahi üretime engel olacak seviyede suyun toprak yüzeyinde bulunduğu görülmüştür. Bu durumun üretim çalışmalarını sekteye uğrattığı belirlenmiştir. Alanda iyi bir drenaj sistemi kurulmalı ve düzenli olarak kontrol edilmelidir.



Şekil 11. Modifiye edilen tarım traktörünün (4x4) hidrolik sistemiyle yükleme
Figure 11 Loading with the hydraulic system of the modified farm tractor (4x4)

Çalışma alanında drenaj çalışmaları tamamlandıktan sonra kesimin motorlu testere ile yapıldığı, bölmeden çıkarma yöntemi olarak 4x4 tarım traktörü ile sürütme ve nadiren kablo çekimi kullanıldığı belirlenmiştir. Alanda üretim metodu bütün gövde olup, uzak nakliyatında kamyon ve traktör-treyler transport taşıtları kullanıldığı tespit edilmiştir.

Bu tür alanların toprak tipi genelde balçıklı olduğundan 4x2 traktörlerin hareket etmesini zorlaştırmaktadır. Toprağın bataklık haline geldiği zamanlarda 4x4 traktörlere ayrı bir ekipman (palet, zincir, vb.) takılarak bölmeden çıkarma süresi kısaldır ve iş kolaylığı sağlanabilir. Ayrıca geniş lastik tekerlekli traktörlerin kullanılması arazi verimini artıracak, dişbudağın sığ kök yapması nedeniyle kök zararı ve toprak sıkışıklığını azaltacaktır.

Süleymaniye OİŞ için Orman Amenajman Planı yapılırken, subasar ormanlarının üretim mevsiminin kısıtlı olması göz önünde bulundurulmalı ve plan uyum içinde uygulanmalıdır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman

Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Acatay, A. G., Pamay, B., Kalıpsız, A. K., 1962. Süleymaniye dişbudak orman imarı ve ihyası ile işletilmesi hakkında düşünceler. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt XII, Sayı 2, 38, 54.

Calhoun, A. J. K., 1999. Forested Wetlands, In Maintain Biodiversity in Forest Ecosystems, chapter 9, 300-3001, Hunter JR. M. L., Cambridge University Press.

Carus, S., Çiçek, E. 2007. Adapazarı-Süleymaniye dişbudak plantasyonlarında (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) tek ağaçlar için bir çap artım modeli. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A(1), 34-48.

Çiçek, E., 2004. Subasar ormanların özellikleri ve Türkiye'nin subasar ormanları. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 54(2), 107-114.

DTP, 2007. Devlet Planlama Teşkilatı, Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.

Dykstra, D. P., Heinrich, R., 1996. FAO Model Code of Forest Harvesting Practice, FAO Publications, Rome.

Efe, A., Alptekin, C. Ü., 1989. Önemli bir subasar ormanı Hacıosman, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*. Seri A. Cilt 39. Sayı 2. 164-171.

Erdaş, O., 1986. Odun hammaddesi üretimi, bölmeden çıkarma ve taşıma safhalarında sistem seçimi. *KTÜ Orman Fakültesi Dergisi*. 9(1-2): 91-113.

Erdaş, O., 1997. Orman Yolları, Cilt I, KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, 187, 25, Trabzon.

Erdaş, O., Acar, H. H., Eker, M., 2014. Orman Ürünleri Transport Teknikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No: 233/39, Trabzon.

Ernst, J. P., Brown, V., 1988. Conserving Endangered Species on Southern Forested Wetlands. in: Proceedings of The Symposium: The Forested Wetlands of the Southern United States, July 12-14 Orlando, Floarida.

FAO, 1982. Basic Technology in Forest Operations, FAO Forest Paper, Rome.

Gulci, S., Buyuksakalli, H., Tas, I., Akay, A. E., 2018. Productivity analysis of timber skidding operation with farm tractor. *Eur J Forest Eng* 2018, 4(1): 26-32.

Kutbay, B., Anşin, R., Ok, T., 1997. Samsun-Hacıosman Tabiat Koruma Ormanının florası *Orman Mühendisliği Dergisi*, Yıl 34, Sayı 3, 22-26.

Lugo, A. E., 1990. Introduction (Chapter 1), 1-10 In: A.E LUGO M., Brinson; S, Brown (eds.) Ecosystems of the World: Forested Wetlands, Elsevier, New York.

Mayer, H., Aksoy, H., 1998. Türkiye Ormanları (ODC:188). T.C. Orman Bakanlığı. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Muhelif Yayınlar No 1.ISSN: 975-7829056-0. Bolu.

Mousavi, R. Naghdi, R., 2014. Comparison of productivity and cost of timber extraction by farm tractor, skidding vs. forwarding in Northern Iran. *Hort Flora Research Spectrum*, 3(3): 201-210.

OGM, 2015. Süleymaniye Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı, Hendek Orman İşletme Müdürlüğü.

OGM, 2020. Orman Genel Md. Türkiye Orman Varlığı 2020. ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-sitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020%20T%C3%BCrkiye%20Orman%20Var%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf (Ziyaret tarihi: 05.06.2020).

Ozturk T., 2010. Productivity of New Holland farm tractor at beech stands on mountainous areas in black sea region. *Forestry Ideas*, 16(1): 52-57.

Pamay, B., 1967. Süleymaniye dişbudak orman imarı ve ihyası ile işletilmesi hakkında düşünceler. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt XII, Sayı 2, 38, 54.

Sarıbaş, M., 1998. Sakarya-Süleymaniye ve Acarlar Subasar Ormanlarının Güncel Durumu, Dişbudaklar Üzerine Dış Morfolojik Araştırmalar, Cumhuriyetimizin 75.Yılında Ormancılığımız Sempozyumu Bildiri Kitabı, 21-23 Ekim 1998, Harbiye, İstanbul.

Tolunay, D., 2018. Odun hammaddesi talebinin karşılanmasında çare endüstriyel ağaçlandırmalar mı? *Orman Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Bülteni*, Ağustos-Eylül-Ekim, 37-45.

Turk, Y., Gumus, S. 2010. Log Skidding With Farm Tractors. Formec2010 Symposium, July11-14, 2010, Padua, Italy.

Sera Gölü Tabiat Parkı'nın kullanıcı memnuniyeti açısından değerlendirilmesi

Evaluation of Sera lake nature park in terms of user satisfaction

Nilgün GÜNEROĞLU¹ 
Sabriye PEKTAŞ¹ 

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Nilgün GÜNEROĞLU
nayhan@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)
22.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)
09.08.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)
Cengiz ACAR
cenland2@gmail.com

Atıf (To cite this article): Güneroğlu, N. & Pektaş, S. (2022). Sera Gölü Tabiat Parkı'nın kullanıcı memnuniyeti açısından değerlendirilmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 124-132 . DOI: 10.17568/ogmoad.1091159



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Günümüz kentlerinin yapılaşma ve artan nüfus nedenleri ile yeşil alanlara olan ihtiyacı günden güne artmaktadır. Özellikle kentlilerin rekreasyon ihtiyaçlarının karşılanması ve doğal alanlarla iç içe olabileceği, kent içi ve yakın çevrelerindeki kent ormanlarını, mesire alanlarını ve tabiat parklarını en çok ilgi gören doğal alanlar içine almaktadır. Tabiat parkları, doğal alanların korunmasını sağlayarak, kentlilerin bu parklardan dinlenme, izleme, okuma, piknik yapma, fotoğraf çekme, spor yapma gibi farklı biçimlerde yararlanmasına olanak sunan alanlardır. Doğal güzellikler, rekreatif çeşitlilik ve sunulan hizmetler tabiat parklarının kullanım tercihlerinde oldukça etkili parametrelerdir. Çalışmada Trabzon ili Akçaabat ilçesinin Yıldızlı mahallesinde yer alan Sera Gölü Tabiat Parkı'nda kullanıcı memnuniyetinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 1950 yılında meydana gelen heyelan neticesinde oluşan Göl'ün bitkisel dokusu ve doğal manzara güzelliği oldukça etkili peyzajlar sunmaktadır. 100 kişilik bir kullanıcı grubu ile anket çalışması gerçekleştirilmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuç olarak kullanıcıların Sera Gölü Tabiat Parkından gelen anlamda memnuniyet duydukları tespit edilmiştir. Ayrıca alanda bulunan Göl'den sadece görsel olarak yararlanabildikleri, kıyı dışında alanın yeşil dokusu içerisinde yürüyüş yolları ve seyir teraslarının yapılması isteğinin öne çıktığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Korunan alan, rekreasyon, Sera Gölü, Trabzon

Abstract

The need for green areas in today's cities is increasing day by day due to the construction and increasing population. In particular, meeting the recreational needs of the citizens and the desire to be intertwined with natural areas include the urban forests, recreation areas and nature parks in and around the city as the most popular natural areas. Nature parks are areas that provide the protection of natural areas and allow the citizens to benefit from these parks in different ways such as resting, watching, reading, picnicking, taking pictures, and doing sports. Natural beauties, recreational diversity and the services offered are very effective parameters in the usage preferences of nature parks. In this study, it is aimed to evaluate user satisfaction in Trabzon Sera Lake Nature Park located in Yıldızlı town of Akçaabat district of Trabzon province. The plant texture and natural landscape beauty of the lake, which was formed as a result of the landslide that occurred in 1950, offers very effective landscapes. A survey study was conducted with a user group of 100 people and the results were evaluated. As a result, it has been determined that the users are satisfied with the sense coming from the Sera Lake Nature Park. In addition, it has been determined that they can only visually benefit from the lake in the area, and the desire to build walking paths and viewing terraces in the green texture of the area outside the coast has come to the fore.

Key words: Protected area, recreation, Sera lake, Trabzon

1. Giriş

Dünya nüfusunun gün geçtikçe artması, sanayileşme ve teknolojik gelişmeler hem hızlı hem de plansız gelişen kent oluşumlarına neden olmaktadır. Yeşilden yoksun beton yığını haline gelen kentler için en büyük sorunlar; hava, su, görüntü, gürültü gibi çevre kirlilikleri, ulaşım ve katı atık problemleridir. Tüm bu olumsuzluklar insan hayatını sosyal, fiziksel ve ruhsal açıdan tehdit edecek niteliktedir (Altuntaş, 2020). Bu nedenlerden dolayı kentsel alanlarda bulunan açık yeşil alanlar, farklı alan arayışları içinde olan insanların en önemli yenilenme alanları olarak önem kazanmaktadır (Aktın ve Gül, 2014).

Yeşil alanlar, insanların doğaya temas etmeleri ve rekreasyon ihtiyaçlarını karşılamaları için tüm imkanlara sahip alanlardır. Bunların yanı sıra kent sakinlerinin yaşamını, özellikle de sağlıklarını iyileştirmeye yardımcı olabilecek çok çeşitli ekosistem hizmetleri sağlarlar (Wolch ve ark., 2014). Kent içinde veya yakın çevresinde bulunan parklar, mesire yerleri, ormanlar ve korunan alanlar kentlilerin rekreasyon faaliyetlerini gerçekleştirebildikleri başlıca yeşil parçalardır.

Özellikle korunan alanlar hem sahip oldukları kaynak değerleri hem de rekreasyon olanaklarıyla kentliler için ilgi çekici alanlar içerisinde yer almaktadırlar. Ekolojik olarak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmalarının yanı sıra biyoçeşitliliğinin oluşumunda da önemlidirler. Ayrıca birçok farklı ekosistemin sürdürülebilirliğini sağlayarak kaynak değerlerinin gelecek kuşaklara ulaşmasında görev alırlar. Milli parklar, yaban hayatı geliştirme sahaları, tabiat anıtları, tabiatı koruma alanları, özel çevre koruma bölgeleri, tabiat parkları, sulak alanlar, biyosfer alanları ve doğal ve kültürel miras alanları korunan alanlar kapsamındadır (Sezer, 2015; Polat ve Polat, 2016).

Korunan alanlar içerisinde bulunan tabiat parkları, rekreatif olanakları, dinlenme ve eğlenme işlevleri ile ön planda olsa da bitki örtüsü ve yaban hayatı özellikleri, manzara güzellikleri, kültürel değerleri ve geleneksel arazi yapısı özelliklerini de içinde barındıracak nitelikte kurulan ve yönetilen alanlardır (Ferreira, 2004; Yeşil ve Hacıoğlu, 2018; Atmış ve ark., 2020).

Tabiat parkları ile ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak rekreasyon kullanımları, kullanıcı istekleri ve kullanıcı memnuniyeti gibi konular ele alınmıştır. Çavuş ve Aker (2021) Malatya Turgut Özal Tabiat Parkı'nda yaptıkları çalışmada Gülez yöntemini kullanarak parkın rekreasyon potansiyelini belirlemeyi hedeflemiştir. Sonuç olarak rekreasyon

açısından yüksek potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ileride yapılacak yenilikler ve iyileştirmelerle alanın rekreasyon değerinin artacağı vurgulanmıştır. White ve Lovett (1999) ise Kuzey York Moors Ulusal Parkı'nda yaptıkları çalışmada parkın içindeki farklı habitatların kamu tercihlerini ve Birleşik Krallık'taki Ulusal Parklarla ilişkili ekonomik değeri belirlemeyi amaçlamışlardır. Park ziyaretçilerinin ormanlık alanlarda doğanın korunmasını bozkırlarda ise rekreasyon öncelikli kullanımlar için değerlendirilmesini istemişlerdir. Ayrıca bir anket çalışması yaparak park kullanıcılarının doğanın korunmasına yönelik ek gelir sağlamaya istekli olduğu ve bu nedenle parktaki rekreasyonun parkın doğa koruma değerini korumak ve geliştirmek için faydalı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Bulgaristan'da yapılan bir çalışmada Koynova ve ark. (2019) Şumnu kentinin yakın çevresinde bulunan milli parkların rekreasyon alanı olarak yerel halk için önemini araştırmışlardır. Çalışma alanında kullanıcılarla yapılan yüz yüze görüşmeler sonucunda alanı ziyaret etmenin başlıca nedenleri: "doğaya yakın olmak" (%64,71), "spor yapmak" (%58,09) ve "dinlenmek" (%43,38) olarak belirlenmiştir. Said ve ark. (2013) Malezya'da önemli bir ekoturizm güzergahı olan Sarawak'ta bulunan Niah Ulusal Parkı'nda yaptıkları çalışmada ziyaretçilerin hizmet kalitesine ilişkin beklentilerini ve algılarını değerlendirmişlerdir. Ziyaretçilerle yapılan anketler sonucunda park hizmetlerinde eksikliklerin olduğu, ziyaretçilerin memnuniyetini artırmak için, Niah Ulusal Parkı'ndaki hizmetlerin kalitesindeki eksikliklerin gidermeye ihtiyacı olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırmada, Trabzon kent yaşayanları için önemli bir yeşil alan konumunda olan Sera Gölü Tabiat Parkı'nın kullanıcı memnuniyeti ve bu memnuniyette etkili olan etkenlerin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde bulunan Trabzon, Karadeniz'e kıyısı olan bir kıyı kentidir. 816.684 nüfuslu kentin yüzölçümü 4685 km²'dir. Karadeniz iklim etkilerinin görüldüğü ilde denize paralel uzanan dağlar kıyından itibaren ani yükseliş gösterir. Deniz etkilerine bağlı olarak kuzeye bakan yamaçlarda Akdeniz bitki örtüsü örneklerinin bulunduğu pseudomaki bitkileri 0-500 m yükseltileri arasında görülmektedir. Daha sonra geniş yapraklı ağaç türlerden oluşan ormanlar hakim bitki örtüsünü oluştururken yüksek kesimlerde iğne

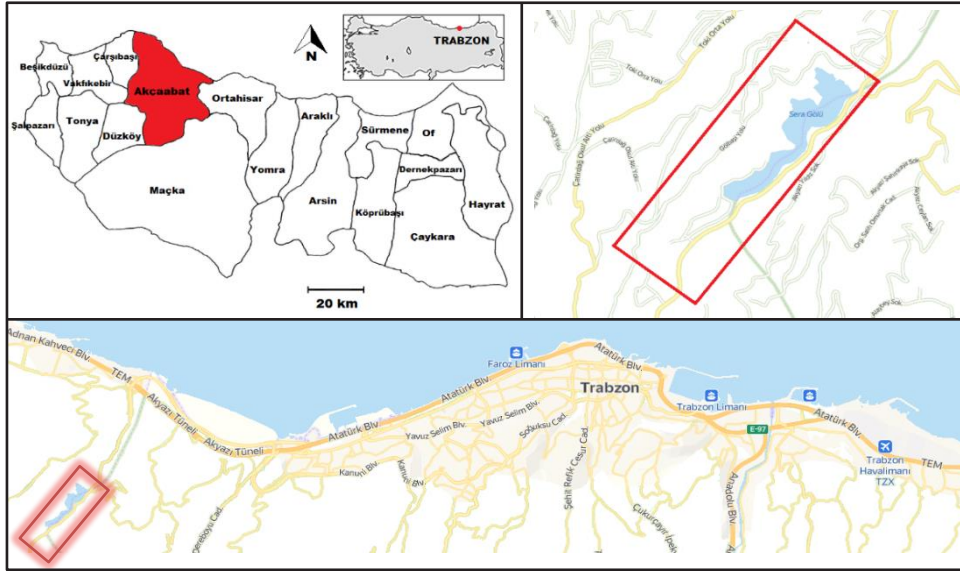
yapraklı türlerden oluşan ormanlar görülmektedir (Anşın, 1980).

Sera Gölü, konumu, kültürel özellikleri ve doğal güzellikleri ile bölgenin önemli turizm merkezlerinden biridir (Gokler, 2021). İlde korunan alan olarak milli park statüsünde Altındere Milli Parkı, tabiat parkı statüsünde ise Uzungöl, Kayabaşı, Çalcamili, Görnek, Beşikdağ, Kadıralak, Sis Dağı, Sera Gölü olmak üzere 9 tane tabiat parkı vardır (URL-1).

Sera Gölü Tabiat Parkı (seragolu.tabiat.gov.tr) Trabzon kent merkezine yakınlığı, yeşil dokusu, su varlığı, rekreasyon olanakları ve turizm potansiyeli yüksek olması nedenleri ile araştırma alanı olarak tercih edilmiştir. Trabzon'un Akçaabat ilçesine bağlı Yıldızlı Mahallesi sınırları içinde bulunan Sera Gölü Tabiat Parkı, kent merkezine 13 km mesafededir (Şekil 1). 1950 yılında meydana

gelen bir heyelan sonucu oluşan Göl Sera deresinin suyuyla beslenmektedir (Bekar ve ark., 2018). 219 dekar büyüklüğündeki tabiat parkında, uzunluğu 1200 m, genişliği ortalama 150 m'dir. Göl'ün, kuzeye doğru 250 m olan genişliği güney kısımda daralmakta ve 110 m ye kadar azalmaktadır. Ayrıca Göl'ün en derin yeri 20 m olup içerisinde ikisi çok küçük (5-10 m²), biri büyük (60 m²) olmak üzere üç adacık yer almaktadır. Sera Gölü Tabiat parkı, bitki örtüsü ve sulak alan özellikleri nedeniyle 24 Nisan 2010 tarihinde Tabiat Parkı olarak ilan edilmiştir ve koruma altına alınmıştır (Çavuş, 2014).

Sera Gölü yakın çevresinde, 5 adet restoran, 1 adet belediyeye ait sosyal tesis bulunmaktadır. Ayrıca otoparklar, çocuk oyun alanları, ahşap köprüler, barbekü alanları, tuvaletler, çeşme, kamelyalar, bilgilendirme levhaları, depo, yöresel ürün satış alanları ve yürüyüş alanı gibi mekanlar da bulunmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1 . Araştırma alanı
Figure 1 . Study area



Şekil 2 . Araştırma alanı görselleri
Figure 2 . Visuals of the study area

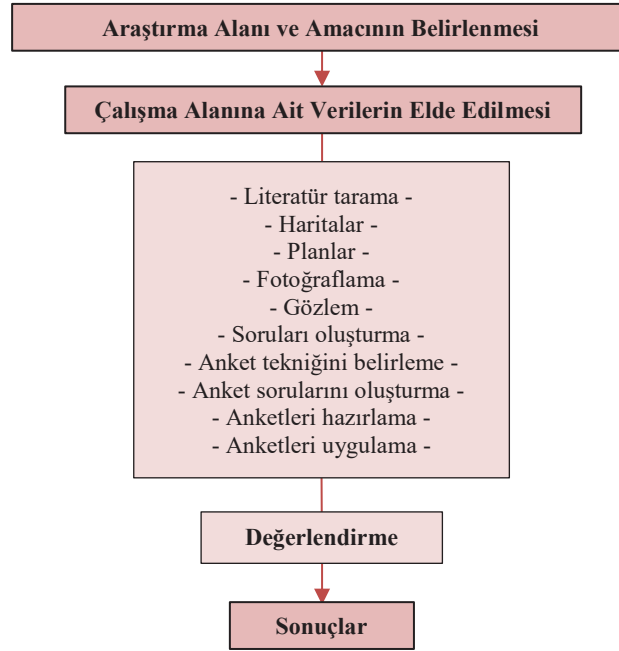
Sera Gölü, kullanıcılara piknik ve mangal yapma, dinlenme ve kitap okuma, yürüyüş ve koşu yapma, bisiklet sürme, yöresel lezzetler tatma, su bisikleti ile gezinti, doğa ve manzara fotoğrafçılığı, seyir ve doğal bitki türlerini incelemek gibi rekreatif olanaklar sunmaktadır. Alanının küçük olması ve ziyaretçisinin fazla olması nedeniyle tabiat parkı özellikle hafta sonları çok kalabalık olmaktadır. Kamelyalardan günlük ve saatlik ücret alınmaktadır. Tabiat Parkı içerisinde kamp yapılmamakta, isteyenler günübirlik pikniklerinde çadır kurarak aktivite gerçekleştirebilmektedir. Tabiat Parkında; dağ evi, bungalov ve ahşap ev gibi yapılar da yer almamaktadır. Alanın üst bölümünde, Sera Gölü'nü görebilecek şekilde seyir, konaklama ve yeme içme hizmeti veren yapılar da bulunmaktadır.

2.2. Yöntem

Üç aşamadan oluşan çalışmanın ilk aşamasında

araştırmanın amaçları ve araştırma alan sınırı belirlenmiş ikinci aşamada veriler temin edilmiştir. Çalışmanın son aşamasını ise kullanıcıların sosyo-demografik yapısı, kullanım tercihleri, rekreatif olarak hangi alanları tercih ettikleri, Sera Gölü'nü tercih etme nedenleri, alanda karşılaşılan sorunlar, alanda istenilen etkinlikler ve kullanıcıların alandan memnuniyet durumu ile ilgili soruları içeren anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Alanın mevcut durumu dikkate alınarak kullanıcılar tarafından alanı kalitesini ortaya koymak ve bu şekilde kullanıcıların alandan memnuniyetlerini tartışabilmek amaçlanmıştır (Şekil 3). Kalıpsız (1981)'in formülüne göre anket katılımcı sayısı Trabzon Ortahisar nüfusu dikkate alınarak %95 güven aralığında 73 olarak belirlenmiştir.

Güvenilirlik düzeyini arttırmak için alan kullanıcısı olan 100 kişilik bir grupta anket çalışmaları



Şekil 3. Araştırma akış şeması
Figure 3. Research flow chart

dijital ortam üzerinden gerçekleştirilmiştir (Karaşah, 2017). Elde edilen veriler sayısal ifadelerle dönüştürülerek tablo şeklinde değerlendirilmiştir.

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{ND^2 + Z^2 PQ}$$

n=Örnek büyüklüğü

Z=Güven katsayısı (1,96)

P=Ölçmek istenilen özelliğin kütlede bulunma olasılığı (%95)

Q=1-P (0,05)

N= Ana kütle büyüklüğü (27631)

D=Kabul edilen örnekleme hatası (%5)

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada Trabzon ili Akçaabat ilçesine bağlı Yıldızlı Mahallesi sınırları içinde bulunan Sera Gölü Tabiat Parkı incelenmiştir. Alanın kullanım durumu, kullanıcı tercihleri göz önünde bulundurulmuş kullanıcı memnuniyeti araştırılmış, sorunlar ve istenilen etkinlikler değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

3.1. Sosyo-Demografik durum

Araştırma kapsamında anket çalışmasına katılan

kullanıcıların demografik özelliklerine ait (medeni hali, eğitim durumu, yaş, cinsiyet) bulgular elde edilmiştir (Tablo 1). Buna göre %64'ü evli, %36'sı bekar olan kullanıcıların 46'sı kadın, 54'ü erkektir. Ayrıca kullanıcıların %42'si üniversite, %21'i lise mezunu iken okuryazar olmayanların oranı ise %3'tür. Bununla birlikte kullanıcıların %25'i 36-45 yaş ve %21'i ise 26-35 yaş aralığındadır. 65 yaş

üstü kullanıcı oranı ise %8 olarak belirlenmiştir.

3.2. Kullanım tercihleri

Araştırma sonuçlarına göre ankete katılan kullanıcıların %25'inin parka geliş sıklığı "Ayda bir", %48'inin parka geliş mesafesi "11-15 km" iken kullanıcıların %42'sinin ise parkı "Aileleri ile birlikte" ziyaret ettikleri belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Kullanıcıların sosyo-demografik durumu
Table 1. Socio-demographic status of users

Cinsiyet	Oran (%)	Medeni Durum	Oran (%)	Yaş	Oran (%)	Eğitim Durumu	Oran (%)
Kadın	46	Evli	64	15-25	17	Okuryazar değil	3
Erkek	54	Bekar	36	26-35	21	İlkokul	9
				36-45	25	Ortaokul	14
				46-55	13	Lise	21
				56-65	16	Üniversite	42
				65 yaş üstü	8	Lisansüstü	11

Tablo 2. Kullanıcıların alanı kullanım sıklığı, alana geliş mesafesi ve kimlerle geldiği
Table 2. Frequency of users' use of the area, the distance they come to the area and with whom they come

Kullanım Sıklığı	Oran (%)	Geliş Mesafesi	Oran (%)	Kimlerle Geldiği	Oran (%)
Haftada bir	3	0-5 km	9	Yalnız	10
15 günde bir	16	6-10 km	25	Aile ile birlikte	42
Ayda bir	25	11-15 km	48	Arkadaşlar ile birlikte	28
Yılda birkaç kez	49	16-20 km	11	Karışık	32
İlk gelişim	7	21 km ve üzeri	7		

Anket sonuçlarına göre kullanıcıların parkı kullandığı en yoğun mevsim %43 oranıyla "Yaz" mevsimi iken %11 oranıyla en az "Kış" mevsiminde kullanıldığı belirlenmiştir. Parkın kullanım zamanının ise %47 oranıyla "Hafta sonu" tercih edilirken, kullanıcıların parkı kullanım süresi ise %37 oranıyla "2-3 saat" olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Sayın ve Karadağ (2016) Abant Tabiat Parkı rekreasyon beklentilerinin değerlendirilmesi başlıklı çalışmalarında alana İlkbahar (%34) ve yaz (%26)

aylarında arkadaş grupları (%61) ile birlikte geldiklerini belirlemişlerdir. Uzun ve ark., (2019) ise Balıkesir Değirmen Boğazı Tabiat Parkı donatı elemanlarının ve ziyaretçilerin rekreasyon memnuniyetinin değerlendirilmesi başlıklı çalışmalarında alana geliş sıklığı %43,9 ile ayda bir kere iken, alana geldikleri mevsim %62,4 oranıyla yaz mevsimi olarak belirlenmiştir. Bu yönüyle değerlendirildiğinde çalışma literatürle benzer sonuçlar sunmaktadır.

Tablo 3. Kullanıcıların parkı kullandığı mevsim, kullanım süresi ve kullanım zamanı
Table 3. Season, usage period and usage time of the park by the users

Kullandığı Mevsim	Oran (%)	Kullanım Süresi	Oran (%)	Kullanım Zamanı	Oran (%)
Sonbahar	17	0-1 saat	16	Hafta içi	21
Kış	11	2-3 saat	37	Hafta sonu	47
İlkbahar	29	4-5 saat	29	Değişiyor	32
Yaz	43	6 saat ve üzeri	18		

3.3. Kullanıcı memnuniyeti

Rekreasyon etkinliklerinde bulunmak için hangi alanları tercih edersiniz sorusuna kullanıcıların %42'si "Kıyıları" yanıtı verirken %21 oranla "Tabiat parkları" seçeneği ise en fazla tercih edilen ikinci alan olarak belirlenmiştir. %4 ve %7 oranları ile en az tercih edilen alanlar ise "Kent içi tema-

tik bahçeler" ve "Tarihi ve geleneksel dokusu olan mekanlar" seçenekleri tespit edilmiştir (Şekil 4). Kıyıları hem sahip olukları ekolojik özellikler hem de farklı rekreasyon olanakları ile insanların dinlenmek ve eğlenmek amacı ile tercih ettikleri en önemli alanlar içerisinde yer alır (Çal, 2014).

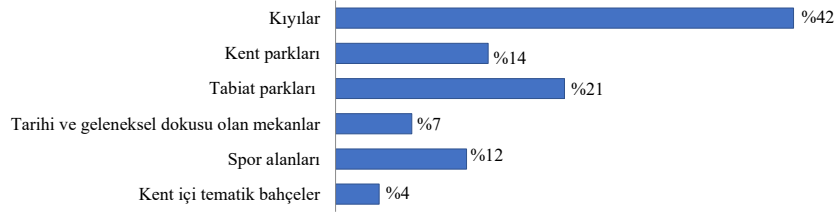
Sera Gölü Tabiat parkının tercih edilme nedenleri

arasında %21 oranla “Göl’ün varlığı” en önemli tercih nedeni olurken %14 ile “Doğal güzellik”, %13 ile “Kent merkezine yakınlık” ve %11 ile “Manzara seyretmek” en önemli tercih nedenleri olarak tespit edilmiştir. %1 oranlarla “Doğayı inceleme” ve “Fotoğraf çekme” seçenekleri ise tercih edilmede etkili olarak görülmemiştir (Şekil 5). Benzer şekilde Sarı (2019)’nın yapmış olduğu çalışma bulguları su varlığı, doğallık, peyzaj güzelliği, ulaşılabilirlik gibi özelliklerinin kırsal rekreasyon alanlarının tercih edilme-lerinde etkili nitelikler olduğunu göstermiştir.

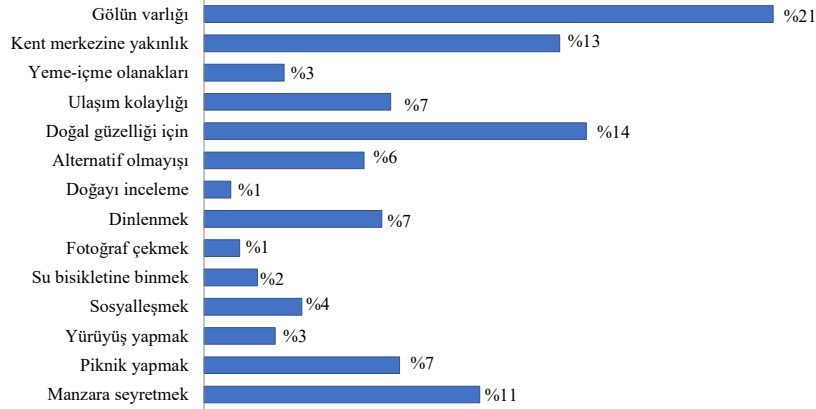
Sera Gölü Tabiat parkında sorunlarla ilgili soruda kullanıcılar %16 oranla “Göl’ün yeterince temiz olmaması”, %14 oranla “Ziyaretçi yoğunluğu”, %13 oranla “Alan içinde sınırlı ulaşım imkanı”. %11

oranla “Alanın bakım ve onarımlarının yetersiz olması” ve %10 oranla “Otopark yetersizliği” seçeneklerini en önemli sorunlar olarak belirlemiştir. %1 oranla “Çocuk oyun alanı yetersizliği” ve “Parkı diğer kullananlarla problem yaşamak” seçeneklerinin ise sorun teşkil etmediği tespit edilmiştir (Şekil 6).

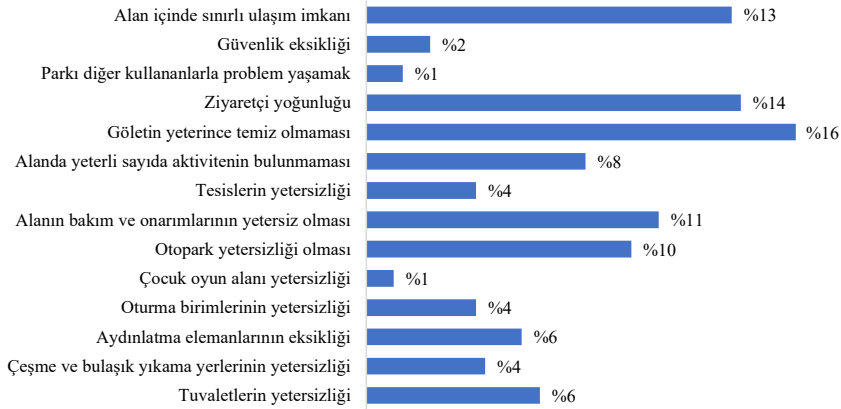
Sera Gölü Tabiat Parkı ve çevresinde kullanıcıların %21’inin “Su etkinlikleri”, %17’sinin “Yeşil alan içerisinde yürüyüş yolları”, %14’ünün “Kıyı boyunca yürüyüş yolları” ve %12’sinin “Seyir alanları” etkinliklerini istediği belirlemiştir. %4 oranıyla “Spor alanları” ve %5 oranıyla “Egzersiz park” etkinlikleri ise en az istenen etkinlikler olarak tespit edilmiştir (Şekil 7).



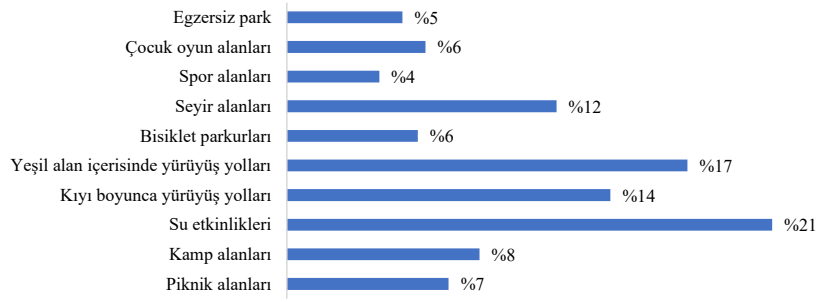
Şekil 4. Rekreasyon etkinlikleri için tercih edilen alanlar ve yüzdeleri
Figure 4. Preferred areas for recreational activities and their percentages



Şekil 5. Tabiat Parkı’nı tercih etme nedenleri ve yüzdeleri
Figure 5. Reasons and percentages of choosing a nature park



Şekil 6. Tabiat Parkı’ndaki sorunlar ve yüzdeleri
Figure 6. Problems and their percentages in the nature park



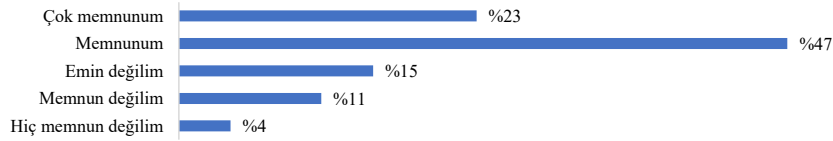
Şekil 7. Tabiat Parkı ve çevresinde istenilen etkinlikler
Figure 7. Desired activities in the nature park and its surroundings

Kullanıcıların Sera Gölü Tabiat parkından memnuniyet durumları sorgulandığında %47'sinin parktan "Memnun", %23'ünün "Çok memnun", %15'inin "Emin olmadığı", %11'inin "Memnun olmadığı" ve %4'ünün "Hiç memnun olmadığı" tespit edilmiştir (Şekil 8).

Kullanıcıların Sera Gölü Tabiat parkına tekrar gelme isteği sorgulandığında %68'sinin parka tekrar gelmek istediği, %11'inin fikri olmadığı ve %21'inin ise alana tekrar gelmek istemediği belirlenmiştir (Şekil 9). Kullanıcıların Tabiat parkını başka kişilere tavsiye etme durumu sorgulandı-

ğında ise %78'inin tavsiye edeceği, %9'unun fikri olmadığı ve %13'ünün tavsiye etmeyeceği tespit edilmiştir (Şekil 10).

Öztürk ve ark. (2017) Ulugöl Tabiat Parkı Ziyaretçi Memnuniyeti başlıklı çalışmada kullanıcıları %38'inin alandan memnun, %32'sinin ise çok memnun olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca %76'sının alanı tekrar gelmeyi düşündüğü ve %90'ının alanı başkalarına tavsiye edeceğini de belirlemişlerdir. Çalışmamız bu yönüyle benzer sonuçlar sergilemektedir.



Şekil 8. Tabiat Parkı'ndan memnuniyet durumu
Figure 8. Satisfaction with the nature park



Şekil 9. Tabiat Parkı'na tekrar gelme isteği
Figure 9. The desire to come back to the nature park



Şekil 10. Tabiat Parkı'nı başkalarına tavsiye etme durumu
Figure 10. Recommending the nature park to others

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada elde edilen veriler ve yapılan araştırmagözlemler sonucunda Sera Gölü Tabiat Parkı'nın Trabzon Ortahisar ilçesi yaşayanları için rekreasyon potansiyeli yüksek önemli bir açık yeşil alan olduğu belirlenmiştir. Kentlilerin önemli ölçüde ziyaret etmesi, ayrıca son yıllarda kente gelen Arap turistlerin ilgi odağı olmasından dolayı ilkbahar ve yaz mevsimlerinde yoğun kullanımlarla kapasitesinden çok daha fazla hizmet veren bir alan olarak

göze çarpmaktadır. Rekreasyon amaçlı olarak en çok kıyıları ve tabiat parklarını tercih eden kullanıcıların alanı tercih etme nedenleri arasında ilk sırada Göl'ün varlığı bulunmaktadır. Bu nedenle kullanıcıların alanda değişmeyen tek tercihi, Göl ve Göl'ün yakın çevresinin olduğu söylenebilir. Göl ve yakın çevresinin en çok tercih edilen mekanlar olması bu alanlardaki çevre kirliliği sorunlarını günden güne arttırmaktadır. Su kıyısındaki ve üst kotlarda bulunan işletmelerden kaynaklanan kirlilik ve bu kirlilikten dolayı Göl'ün kirlenmesi,

su kalitesinin bozulmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Ayrıca çöplerin dere yatağına atılması ve Sera Deresi üzerine kurulan HES'in Göl'deki suyu azaltması gibi nedenlerle de Göl üzerinde bölgesel balçık alanların oluşmasına neden olmaktadır. Tabiat parkına karakter kazandıran en önemli öge olan Göl'ün kirleticilerden dolayı ekolojik özelliklerinin kaybolmasını önleyecek çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Alanın kent merkezine yakın olması, ulaşım kolaylığı, manzara güzelliği, yeşil alanlar ve Göl'ün varlığı gibi özellikleri Sera Gölü Tabiat parkının tercih edilebilirliğini arttıran öğelerdir. Bu nedenle alanda bulunan piknik etkinliğinin yanı sıra farklı etkinliklerin yapılması kullanıcı memnuniyetini etkileyecektir. Çalışmada kullanıcıların alandan beklentileri; su etkinliklerinin arttırılması, Göl kıyısı ve alan etrafındaki yüksek kotlarda yürüyüş yolları yapılması ve seyir teraslarına daha fazla yer verilmesi şeklinde tespit edilmiştir. Söz konusu etkinliklerin yapılmasında alan özelliklerine uygun doğal malzemeler kullanılmalı ve alanın karakterine uygun planlamalar yapılmalıdır. Ayrıca belirlenecek yönetim kararlarının alınması uygulanması ve sürekliliğinin sağlanması ile tabiat parkının hem korunması hem de kullanımını sağlanmış olacaktır.

Sonuç olarak, Sera Gölü Tabiat Parkı dahil tüm korunan alanlar kaynak değerlerinin korunması gerekliliği göz ardı edilmeden ekolojik, işlevsel ve estetik tasarım yaklaşımlarla planlanarak rekreasyon amaçlı nitelikli kullanım alanları şeklinde değerlendirilebilirler.

Kaynaklar

Altuntaş, A. 2020. Siirt ili Tillo Tabiat Parkı'nın kullanıcı memnuniyeti açısından değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 359-367.

Akten, S., Gül, A. 2014. Korunan doğal alanlarda ziyaretçilerin olası etki düzeyleri önlem ve standartların belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı örneği). *Turkish Journal of Forestry*, 15(2), 130-139.

Anşin, R., 1980. Doğu Karadeniz Bölgesi florası ve asal vejetasyon tiplerinin floristik içerikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Doçentlik Tezi, Trabzon.

Atmış, E., Günşen, H. B., Yıldız, D. 2020. Tabiat parklarının korunan alan statülerinin değerlendirilmesi: Batı Karadeniz örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 21(2), 148-158.

Bekar, M., Gülpınar Sekban D. Ü., Acar, C. 2018. Trabzon Sera Gölü'nün rekreasyon potansiyelinin kullanıcı istekleri doğrultusunda belirlenmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 72, 349-359.

Çal, N. 2014. Antalya Konyaaltı plaj rekreasyonel kullanım özelliklerinin peyzaj mimarlığı açısından irdelemesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Antalya.

Çavuş, A. 2014. Trabzon'da doğa turizmi açısından değerlendirilmesi gereken turistik bir alan: Sera Gölü. *Türk Coğrafya Dergisi*, (63), 43-50.

Çavuş, A., Aker, P. 2021. Turgut Özal Tabiat Parkı'nın rekreasyon potansiyelinin belirlenmesi. *Turizm Akademik Dergisi*, 8(1), 193-212.

Ferreira, S. 2004. Problems associated with tourism development in Southern Africa: The case of Transfrontier Conservation Areas. *GeoJournal*, 60(3), 301-310.

Gokler, L. A. 2021. Foreign demand and high-rise luxury housing projects in two Turkish cities: Ankara and Trabzon. *Land Use Policy*, 103, 105318.

Kalıpsız, A. 1981. İstatistik yöntemler, İÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 2837, OF Yayın No:294, İstanbul.

Karashaş, B. 2017. Kentsel ve kırsal rekreasyon alanlarına yönelik kullanıcı tercihlerinin belirlenmesi 'Artvin kenti örneği'. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1): 58-69.

Koynova, T., Koleva, V., Dragoeva, A. P., Natchev, N. 2019. Peri-urban national parks as green spaces for recreation: a case study of nature park Shumen plateau. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD)*, 10(1), 46-58.

Öztürk, S., Umdü, D. Ç., Pişkin, Y., Hüsam, A. 2017. Ulugöl Tabiat Parkı ziyaretçi memnuniyeti. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 160-167.

Polat, S., Polat, S. A. 2016. Rekreasyonel tabiat parklarının korunan alanlar kapsamında incelenmesi: Mersin ili örneği. *Social Sciences*, 11(2), 85-115.

Said, A., Shuib, A., Ayob, N., Yaakub, F. 2013. An evaluation of service quality from visitors' perspectives: the case of Niah National Park in Sarawak. *International Journal of Business & Society*, 14(1).

Sarı, D. 2019. A study on the qualities that affect preference of rural recreation areas. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(5), 11509-11523.

Sayın, Ş., Karadağ, A. A. 2016. Abant Tabiat Parkı rekreasyonel beklentilerinin değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 12(2), 80-93.

Sezer, İ. 2015. Koç Kayası Tabiat Parkı'nın ekoturizm olanakları açısından değerlendirilmesi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(12), 172-207.

URL-1. TC. Tarım ve Orman Bakanlığı 12. Bölge Müdürlüğü. <https://bolge12.tarimorman.gov.tr/Menu/28/Tabiat-Parklari> (Ziyaret tarihi: 12/11/2021)

Uzun, A., Oğlakcı, B., Yiğit, R. 2019. Değirmen Boğazı

Tabiat Parkı donatı elemanlarının ve ziyaretçilerin rekreasyonel memnuniyetinin değerlendirilmesi. II Uluslararası Coğrafi Eğitim Kongresi, 3-5 Ekim, Eskişehir-Türkiye, 1854-1870.

White, P. C. L., Lovett, J. C. 1999. Public preferences and willingness-to-pay for nature conservation in the North York Moors National Park, UK. *Journal of Environmental Management*, 55(1), 1-13.

Wolch, J. R., Byrne, J., Newell, J. P. 2014. Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and urban planning*, 125, 234-244.

Yeşil, P., Hacıoğlu, V. 2018. Limni Gölü Tabiat Parkı peyzaj değerlerinin rekreasyonel açıdan değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(6), 680-688.

Sürdürülebilir kırsal kalkınma bağlamında kırsal tutundurma model araştırması: Mut örneği

Rural promotion model research in the context of sustainable rural development: The case of Mut

Hüseyin ÇALIŞKAN¹ 
Sezgin ÖZDEN¹ 

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Çankırı

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Hüseyin ÇALIŞKAN
hcaliskanphd@gmail.com

Geliş tarihi (Received)

16.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

25.07.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Çalışkan, H. & Özden, S. (2022). Sürdürülebilir kırsal kalkınma bağlamında kırsal tutundurma model araştırması: Mut örneği. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 133-141. DOI: 10.17568/ogmoad.1089165

Öz

Mut ilçesi fiziksel olan ve fiziksel olmayan problemler nedeniyle kırsal yaşamın az olduğu yerler arasında yer almaktadır. Son yıllarda, bu sorunlara yönelik pek çok tarımsal, altyapı, eğitim ve sağlık yatırımı almış, buna rağmen ilçe nüfusu 2007 yılından bu yana %4,65 azalmıştır. Bu azalışın en önemli nedenlerinden birisi ilçenin bir cazibe merkezi olma özelliği taşımasıdır. Bu çalışmada ilçede kırsalda tutunmayı artırarak göç etmeyi önlemek ve yeni ziyaretçileri çekerek ilçeyi turizm açısından çekim merkezi haline getirebilmek amacıyla tematik turizm bölgesi modeli araştırması yapmak amaçlanmıştır. Bu araştırma sonucunda iki tematik rota önerisi ortaya çıkarılmıştır. Birincisi; Kıbrıs adasının Türkleştirilmesi amacıyla bölgeye gönderilen ahalinin geçiş güzergâhı olması nedeniyle Kıbrıs Yolu temalı yeni bir rota oluşturulmasıdır. İkincisi ise Roma, Bizans ve Osmanlı İmparatorlukları gibi pek çok devletin hüküm sürdüğü ilçede birçok tarihi kalıntının bulunması sebebiyle Tarih Yolu temalı yeni bir model oluşturulmasıdır. Yörede Kırsal turizm olanaklarının canlandırılması istihdam olanaklarını genişleterek kırsal tutundurmaya sağlayabilir ve ülkenin iç ve dış turizm gelirlerinin artmasına katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Kırsal tutundurma, sürdürülebilir kırsal kalkınma, tematik turizm rotası.

Abstract

The district of Mut is among where the rural living is low due to physical problems and non-physical problems. Although Mut has hosted many agricultural, infrastructural, educational and sanitary investments, the population has decreased by 4.65% since 2007. One of the most important reasons for this decrease is that the district does not have features of being an attraction center. In this study, it is aimed to conduct a thematic tourism region model research in Mut in order to prevent migration by increasing rural promotion and to make the district, a center of attraction in terms of tourism for attracting new visitors. As a result of this research, two thematic route suggestions were revealed. The first; establishing a new route themed as the Cyprus Road, since it was the transit route of the people had been sent to Cyprus island for the purpose of Turkification. The second, creating a new model as the theme of the History Road, since there are many historical ruins in Mut, where many states, including the Roman, Byzantine and Ottoman Empires had ruled. Activating rural tourism opportunities may provide rural promotion by improving employment opportunities in the region and it may contribute to the increase of domestic and foreign tourism revenues of Turkey.

Keywords: Rural promotion, sustainable rural development, thematic tourism route.



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Kırsal bölgelerde beşeri kapasite ile sosyal sermayenin istenilen seviyeye getirilmesi olarak tanımlanabilen sürdürülebilir kırsal kalkınma anlayışında (SBB, 2018) temel amaç, bölgenin üretim kapasitesinin ve dolayısıyla kırsal iş gücü istihdamının artırılmasıdır. Bu şekilde yoksullukla mücadele edilerek, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ve yöre insanının yeterli gelire sahip olup refah düzeyinin artırılarak kırsalda tutundurulması amaçlanır (İB, 2020).

Pek çok ülkede sürdürülebilir kırsal kalkınma planları yapılırken kültürel ürünlerin gelişmesine yardımcı olması istenilen programlar uygulanır (Yücer, 2016). Türkiye'nin Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisinde (2021-2023) ve Bölgesel Gelişme Ulusal Stratejisinde (2014-2023) ise öncelik, bölgelerin içsel potansiyelini ortaya çıkarıp doğal kaynakları endüstriye kazandırmak ve kırsal ekonomiyi çeşitlendirmektir (BGUS, 2014; ÇKA, 2014; UKKS, 2021).

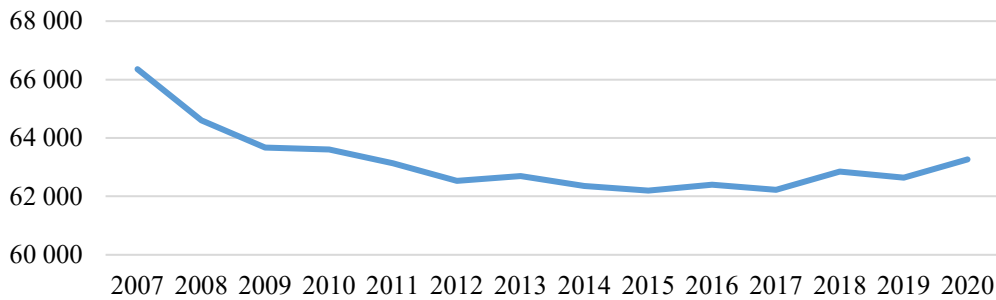
Dünya nüfusunun yaklaşık %40'ını teşkil eden 3,39 milyar insan kırsal alanlarda yaşamaktadır (UN, 2019). Türkiye'de ise 1927 yılındaki ilk nüfus sayımına göre yaklaşık 13,6 milyonluk nüfusun %75,8'i belde ve köylerde yaşamakta iken (ÇŞB, 2021), bugün ise bu oran Dünya Bankası (World Bank, 2018) verilerine göre %20,46'dır.

Kırsal yerleşimler km²'ye 150 kişiden az bireyin düştüğü yerler olarak tanımlanır (World Bank, 1975; OECD, 2011). Türkiye'de ise kırsal yerleşim 20 bin kişiden az bireyin bulunduğu alanlar olarak

tanımlanmasına rağmen, 2014 yılından sonra çeşitli nedenlerle istatistiklerin kent ve kır ayrımı gözlemlenmeden yayınlanmasına başlanmıştır (TÜİK, 2021). Bu nedenle araştırmamızın temelinde Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD) yaptığı kırsal yerleşim (OECD, 2011) tanımı kullanılmıştır.

Gelişmekte olan ülkelerde teknoloji, eğitim, sağlık ve ulaşım imkânlarının daha iyi olması nedeniyle kırsal alanlarda yaşayan bireylerin kentlere göçü sıklıkla karşılaşılan bir durumdur (Bayraktar ve Özyılmaz, 2017). Bu da kırsal yerleşimlerin varlıklarını tehlikeye düşürmektedir. Bu alanların varlıklarını devam ettirebilmesi, kırsal bölgelerde yaşayan bireylerin eğitim, sosyal ve kültürel açıdan daha geniş imkânlarla sahip olması ve bu alanlardan ayrılmalarının önlenmesine yönelik kırsal kalkınma çalışmaları ile mümkün olabilir.

Mut ilçesi Akdeniz bölgesinde yer alan ve sürdürülebilir kalkınma açısından kayda değer tarihi fırsatlara sahip olan bir yerdir. Araştırmanın Mersin ili Mut ilçesinde yürütülmesinin temel olarak iki nedeni vardır. Türkiye genelinde 2019 yılı verilerine göre nüfus yoğunluğu km²'ye 109 kişidir. Ancak 2020 yılı istatistiklerine göre Mut nüfusu 63.269'dur ve 2.554 km²'lik alanı ile nüfus yoğunluğunun Dünya Bankası (World Bank, 1975) ve OECD (2011) kırsal yerleşim tanımlarına uyarak Türkiye ortalamasının altında kalacak şekilde 24,86'dır. İkinci nedeni ise, Mut ilçesinin, adrese dayalı nüfus kayıt sistemine geçildiği tarih olan 2007 yılındaki nüfusunun 66.356 kişi olmasına rağmen 2020 yılı nüfusunun 3.087 kişi azalarak 63.269 olarak kayıtlara geçmesidir (Şekil 1).



Şekil 1. Mut ilçesi nüfus değişim grafiği (TÜİK, 2020a)
Figure 1. The population change graphic in Mut district (TÜİK, 2020a)

TÜİK (2020a) verilerine göre araştırma bölgesinde 2007 yılından itibaren 2020 yılı dâhil olmak üzere 5000 birey doğmuş, 4370 birey hayatını kaybetmiştir. Bu verilere göre yörenin net 3357 kişi göç verdiği anlaşılmaktadır.

Mut ilçesi yöresel tarım ürünleri bakımından önemli potansiyele sahip olmasına rağmen ulusal

düzeyde adını fazla duyuramamıştır. Ancak Roma İmparatorluğuna uzanan tarihi ile nispeten küçük yüzölçümüne rağmen kırsal kalkınma potansiyeli sayılabilecek pek çok kültürel ve tarihi mekâna sahiptir. Çalışmada, bu tarihi imkân, mekân ve olanaklar ele alınarak bazı tematik rota önerileri geliştirilmiştir. Böylece araştırmanın bir turizm model araştırması sunarak yörede hem ekonomik

ve sosyokültürel anlamda olumlu değişiklikler yaşanması, hem de Mut ilçesinin kırsalda tutundurma sorununun çözümüne katkıda bulunması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

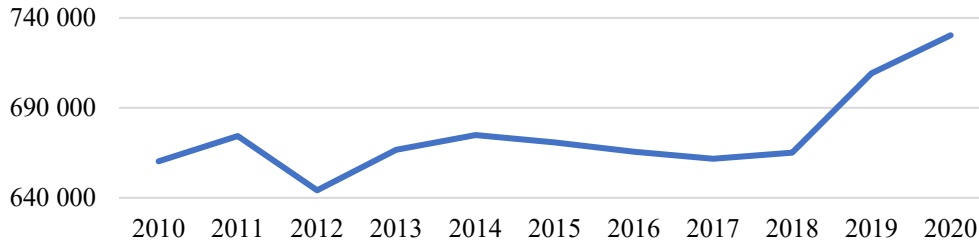
Bu araştırma, konu ile ilgili yapılmış olan yazılı ve elektronik kaynakların bir araya getirilmesi ve değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu kaynaklar resmi istatistikler (TÜİK, 2020a; TÜİK, 2020b; TÜİK, 2021), bilimsel araştırmalar, raporlar, kitaplar, makaleler ve buna benzer verileri kapsamaktadır. Çalışmada, öncelikle Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yayınlanan demografik veriler ele alınmıştır. Bu veriler daha önce yapılan araştırmalar ile birlikte incelenmiş ve Mut'un bazı tarihi kaynakları ile nasıl sürdürülebilir bir kırsal kalkınma yaklaşımı sergileyebileceği tartışılmıştır.

Kırsal kalkınma çalışmalarında öncelikle, yöre halkının yaşadığı sorunlar belirlenmekte, ardından bu sorunların tanımı ve çözüm önerileri geliştirilmektedir. Tolunay ve Akyol (2006) yaptığı çalışmada sorunları belirleme aşamasında onları Fiziksel olan ve Fiziksel olmayan sorunlar olarak ikiye ayırmaktadır. Çalışmada, yöredeki kırsal kalkınma imkânlarını tetikleme amacıyla işlenen tematik turizm modelleri, Tolunay ve Akyol'un tanımladığı kıstaslara göre hem altyapı eksikliğini ilgilendirdiğinden fiziksel olan, hem de devlet

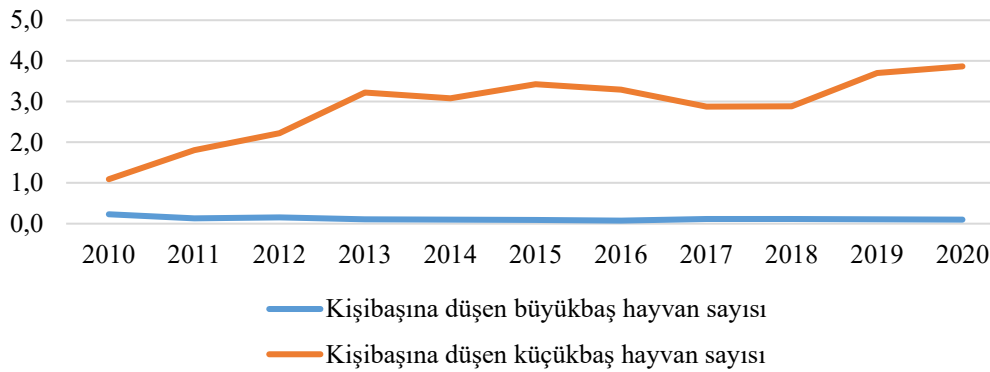
imkânlarının yeteri kadar ulaşamaması nedeniyle fiziksel olmayan sorunlar kapsamına alınabilir.

Çalışma alanı olan Mut ilçesi, Akdeniz bölgesinde, Mersin iline bağlı olup, il merkezine 165 kilometre uzaklıkta ve Karaman yolu üzerinde bulunmaktadır. Konumu itibarıyla Akdeniz bölgesi ile İç Anadolu Bölgesini birbirine bağlayan geçitlerden biri olan Sertavul Geçidinin (1650 m) devamında yer almaktadır. Bu durum ilçeyi stratejik anlamda önemli bir yer haline getirmekte, iklimi nedeniyle yılın on iki ayında tarım yapılabilen ve bu nedenle geçimini büyük çoğunlukla tarımdan elde etmektedir (MTSO, 2017).

Sürekli olarak tarım bölgesi algısı altında olan Mut, bu konuda pek çok yatırım almış olmasına rağmen, yöre halen göç veriyor olduğundan bu yatırımların kalkınma ve tutundurma açısından yetersiz kaldığı söylenebilir. Yöre halkı geçimlerini meyve, sebze, zeytin ve hububat üretiminin yanında orman işleri ve hayvan ürünlerinden elde ettikleri gelir ile sağlamaktadır. Mut ilçesi, TÜİK (2020b) rakamlarına göre sahip olduğu 9.277.638 adet zeytin ağacı ile bölgenin önemli zeytin üreticilerinden birisidir (MTSO, 2017). Aynı zamanda sahip olduğu 2.366.158 adet kayısı ağacı ve 87.096 adet incir ağacı ile de kayısı ve incir üretiminde söz sahibidir (TÜİK, 2020b). Bu nedenlerle ilçedeki tarım alanı miktarı (Şekil 2) ve kişi başına düşen hayvan sayısı (Şekil 3) incelenmiştir.



Şekil 2. Tarım alanı miktarının yıllara göre değişimi (dekar) (TÜİK, 2020b)
Figure 2. Change the amount of agricultural land by years (decare) (TÜİK, 2020b)



Şekil 3. Yıllara göre kişi başına düşen hayvan sayıları (TÜİK, 2020b)
Figure 3. Number of animals per capita by years (TÜİK, 2020b)

Buna göre son 10 yılda tarım alanı miktarında ve kişi başına düşen küçükbaş hayvan miktarında artışlar meydana gelmiş olmasına karşın, nüfusun azalmakta olduğu görülmektedir. Lider tarım ürünleri olan zeytin, incir ve kayısıda kişi başına düşen adetlerin artışı da (TÜİK, 2020b) bireyi yörede tutundurmaya yetmemiştir.

Bunun dışında yöre halkının yaşam kalitesini iyileştirmek için Mut ilçesine 2012 yılında yapımına başlanıp 2017 yılında tamamlanan yeni devlet hastanesi açılmış ayrıca 112 Acil Sağlık Hizmetleri İstasyonu sayısı artırılmıştır (Mut Belediyesi, 2014). Yörede Mersin Su ve Kanalizasyon İdaresi tarafından son 5 yılda 200 km'den fazla su hattı döşeme/onarma işi yapılmış, sadece 2019 yılında açılan 162 adet su deposu ile pek çok haneye su ulaştırmaya çalışılmıştır (MESKİ, 2020).

3. Bulgular

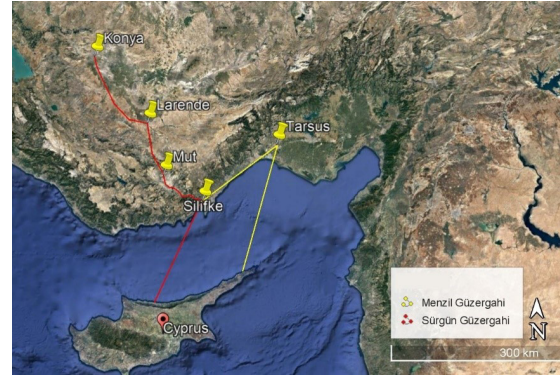
3.1 İlçenin Kıbrıs yolu potansiyeli

Bahar (2007), bölgeler arasındaki gelişmişlik farkının azaltılması ve dengeli büyüme için turizm sektörüne önemli görevler düşmekte olduğunu ve bu sektör aracılığıyla yeni ekonomik kaynak ve iş imkânlarının ortaya çıkabileceğini bildirmektedir. Bu bağlamda bölgelerin elinde bulunan tarihi potansiyelin, yeni sahalar açacak şekilde kullanılmasını önemlidir.

Mut Belediyesi stratejik planlarında aktarıldığı üzere Mut güzergâhı, tarih boyunca 3'üncü Haçlı seferleri, Avrupa-Ortadoğu ticaret bağlantısı ve hatta Kıbrıs'ın iskânı gibi nedenlerle pek çok kez ve pek çok farklı amaçla kullanılmıştır (Mut Belediyesi, 2014). Bunlardan en önemlilerinden biri ise şüphesiz Osmanlı Devleti'nde Sultan II. Selim tarafından fethedilen Kıbrıs adasının Türkleştirilmesi amacıyla adaya gönderilen ahalinin geçiş güzergâhı olmasıdır. Bu da Kıbrıs Adasının fethi ve sonrasındaki kolonizasyon (Barkan, 1953) sürecinde Mut'un öneminin arttığını göstermektedir.

Gökçe (1999) çalışmasında, o dönemde hâlihazırda belli sayıda Osmanlı askeri ve idarecisi barındıran Türk iskânı ile şenlendirilmesi ve mamur hale getirilmesi için büyük bir nüfus hareketine ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir. Bu iskân çalışmasında önceliğin gönüllülere verildiği bildirilse de %55'i (3150 hane) Karaman'dan olmak üzere toplamda ilk etapta 5729 hane (Çelik, 2003; Çakmak, 2008) ve sonraki yıllarda da eklemeye yapılmak kaydıyla binlerce insan adaya kendi isteğiyle veya halk içinde huzuru bozanlardan emirle sürgün edilerek göç ettirilmesi öngörülmüştür (Uzunçarşılı, 1988; Halaçoğlu, 2001; Çakmak, 2008).

Çelik (1994)'e göre Kıbrıs'ın fethi, İçel (Mersin)'in bölgesel yollar ile bağlantısında bir dönüm noktası olduğundan adanın fethi öncesinde Larende'yi (Karaman'ı) Mut ve üzerinden Silifke'ye bağlayan bu yolun esaslı bir bakım altına alındığını belirtmektedir. Kıbrıs adasının fethi ve sonrasında asker, silah, hazine taşınması ve/veya ticaret amacıyla kullanılan bu yol üzerinde bulunan han ve kervansaraylar ile Kıbrıs'ın 300 yıldan fazla Osmanlı'da kalmasına büyük katkı sağlamıştır. Bu katkıda Çelik (1994)'in devlet arşivlerinden Osmanlı Tahrir Defterlerine ulaşarak varlığını belirttiği Larende-Mut arasındaki Eşekçi, Emir Muhlis ve Hocandı kervansarayların faydası mutlaka büyüktür. Sadece ticaret veya göç değil, haber ulaştırmada da kullanılan ve menzil güzergâhı olarak adlandırılan bu yol (Şekil 4), Konya, Larende, Mut, Silifke, Tarsus ve Kıbrıs hattını izlemektedir (Halaçoğlu, 1982; Çelik, 1994). Ayrıca, Küçükdağ (2019), Osmanlı Devleti'nin 2. Selim döneminde kurulan Konya Sultan Selim İmarethesinin aracılığıyla Konya, Silifke ve Mut çevresinde pek çok köy, mezra ve tarlanın imaret için vakfedildiğini de bildirmektedir.



Şekil 4. İlçenin Menzil (Halaçoğlu, 1982; akt. Çelik, 1994) ve Sürgün (Çelik, 2003) güzergâhları
Figure 4. The district's Menzil (Halaçoğlu, 1982; Çelik, 1994) and Sürgün (Çelik, 2003) routes

Çelik (2003), Göksu ırmağı ağzındaki Silifke limanının (Şekil 4) Kıbrıs'a yakınlığı ve coğrafi konumu nedeniyle Kıbrıs'a gidişlerde kullanılmış olabilecek en uygun liman oluşunu belirtmekte ve sürgün işleyişinin, sürgün halkının güvenliği nedeniyle bir kaleden diğerine olmak üzere Silifke Limanına kadar devam ettiğini bildirmektedir. Bu hususta güzergâh üzerindeki Karaman, Mut, Mavga ve Silifke kaleleri ve yol alternatifleri olarak Mut'tan sonra Alaiye limanı güzergâhındaki Ermenek kalesi ve Gülnar kalesi güzergâhları tespit edilebilir. Dönem yollarını birbirine bağlayan köprüler Arı, Eşekçi, Kebe (Sosun), Kravga, Taş ve Yapıntı köprüleri üzerine çalışmalar yapılırak

Kıbrıs Yolu güzergâhına eklenebilir. Sözlü (2017) bu hususu, “İnsanları, hayvanları hatta eşyaları birbirine kavuşturan köprüler, gönüllerde kurulan köprüler kadar önemli ve değer görmeyi hak ediyor olmalılar” sözüyle betimlemektedir. Şu konuda gönüllü veya cebren hanelerin sürgün edilmesi sürecinde ulaşımı sağlayan köprülerin o dönemin konjonktürü ile değerlendirilerek Kıbrıs’a göçleri anlatan bir göç yolu güzergâhı çizilebilir.

3.2 İlçenin tarih yolu potansiyeli

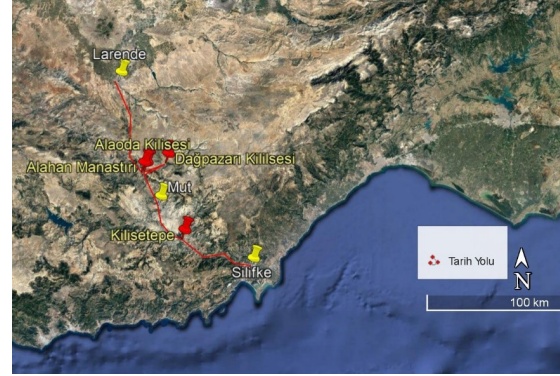
Dünya tarihi boyunca ortaya çıkan pek çok inanç sistemi, bugünün etkileyici ve kültürel birer mirası olan pek çok ibadethane, tapınak, mabet, türbe ve heykeller gibi yapıların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Okuyucu ve Somuncu (2013)’nin kullandığı lejanta göre Türkiye toprakları, ve araştırmamızı yürüttüğümüz Mut yöresi de tarih boyunca pek çok devlet ve dinin konuşlandığı önemli bir destinasyon olup, bu yörede pek çok eser bırakmışlardır.

Mut ilçesi Antik Yunan, Roma ve Bizans dönemlerine uzanan pek çok esere sahiptir ve bugüne kadar araştırmalar da Aloda/Alaoda kilisesi, Dağpazarı Kilisesi ve Alahan Manastırı ön plana çıkmaktadır (Hill, 1998). Bunlardan hakkında en geniş araştırma yapılanı, aynı zamanda 2007 yılında 270 adet sikke içeren definenin de bulunarak tescil altına alındığı Dağpazarı Kilisesidir (Arslan, 2009).

Antik ismi Coropissos olan Dağpazarı Kilisesi, 1875 yılında İngiliz gezgin Davis ve 1980 yılında ise Headlam ve Ramsay tarafından incelenerek ortaya çıkarılmış olup Karaman’dan Silifke’ye inerken antik bir yol üzerinde bulunmaktadır (Yıldız ve ark., 2011). Tarihte Kilikya ve İsaurya bölgesi olarak anılan alanda bulunan Dağpazarı kilisesinin özel tasarlanmış vaftiz yapısıyla Hristiyanlık için önemli olduğu, benzer yapıların Türkiye’nin farklı bölgelerindeki Milet, Efes ve Meryem Ana kilisesi vaftizhanelerinde de bulunmasından anlaşılabilir (Aydın, 2006). Bu yapı Bizans’ın ilk dönemlerine ait bir kilise yapısıdır (Yergün ve Ünal, 2005) ve ilk olması bakımından inanç turizmi potansiyeline sahiptir. Bu tip bir inanç turizmi potansiyelinin geliştirilmesi Yenil ve Akyazı’ya (2019) göre yöreyi ziyaret eden turistler, burada yaşayan yerel halka fayda sağlayacaktır.

Bunun yanında Mut, iç bölgeler ile güneyi birbirine bağlaması nedeniyle bir geçit konumunda bulunmaktadır. Tarihte pek çok medeniyet ve ulusun bu geçit güzergâhını kullanması, pek çoğunun da burada eser bırakmasına neden olmuştur. Köse ve Atlay (2005), Mut Claudopolis isimli kitabında Mut’un geçmişini tarih öncesi çağlara dayandı-

rarak anlatmaktadır. Bu nedenle Mut, korunması gerekli kültürel çeşitliliğe sahip önemli yerleşkelerden biridir (Yergün ve Ünal, 2005). Öyle ki Mut ilçesinde bulunan tüm eserleri bir tarih yolu projesinde listelemek mümkün olmasa da araştırmamız için üzerinde en çok çalışma yapılanlar ve dikkat çekiciler ele alınmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. İlçenin tarih yolu potansiyeli
Figure 5. Historical road potential of the district

Köse ve Atlay (2005), Mut’ta Kilisetepe, Örentepe, Attepe, Cingantepe ve Çömlek Tepesi isimli höyüklerin bulunduğunu ancak bunlardan Kilisetepe haricindekilerde arkeolojik çalışmalar yapılmadığını bildirmiştir. Bu nedenle Mut’ta ilk insan yerleşimlerinin Tunç çağında uzandığı belirtilmektedir. Ayrıca Kilisetepe yöresi hakkında yerel araştırmacıların yanı sıra Baker (1995), Hansen ve Postgate (1999), Symington (2001), Bouthillier ve ark. (2014), Helsop (2019) gibi pek çok yabancı araştırmacı da çalışmıştır. Bu nedenle dünyanın da ilgisini çeken bu yer, üzerinde yeni ve ileri araştırmalar yapılarak yörenin tarihi panoramasını içeren bir tarih yolu projesi (Şekil 5) ile gündemde tutularak sürdürülebilir bir kalkınma aracı olarak kullanılabilir.

Mut ilçesinin eskiden Claudopolis adı, Köse ve Atlay (2005)’in oldukça detaylı anlattığı üzere, M.S. 41-45 yıllarında İmparator Claudios döneminde emekli askerlerin, Romalılaştırma politikası adı altında bölgeye yerleştirilerek şehirleşmesi ile ortaya çıkmıştır. Akpınar (2007) ve Kültür ve Turizm Bakanlığı (KTB, 2021b) gibi bazı kaynaklar Alahan Manastırı’nı Bizans dönemi eseri olarak almalarına rağmen, Dilay (2011), Köse ve Atlay (2005) gibi bazı kaynaklar ise Roma dönemi eseri olarak göstermektedir. Ne olursa olsun ilk Hristiyan mimarisinin ustalık eserlerinden birisi olan (Gough, 1968), Alahan Manastırı ana yapısı itibarıyla geç 5’inci yüzyıl ve erken 6’ncı yüzyıl mimari özelliklerini taşıdığından (Dilay, 2011) yörenin tarihi panoramasını açığa çıkaran en önemli eserlerden

birisidir. Ayrıca Sinobiç Kalıntıları'nda yörede atıl duran ve gün yüzüne çıkarılıp ilçenin tarihi panoramasını ortaya çıkarabilecek ayrı bir Roma dönemi kalıntısıdır (KTB, 2021a).

Mut yöresi, Osmanlı öncesinde Emevi, Abbasi, Selçuklu ve Karamanoğlu gibi çeşitli devletlerin de egemenliği altına girmiştir (Köse ve Atlay, 2005). Tarihi çeşitliliği yansıtmaması bakımından 11'inci yüzyılın sonlarında yapılan ve Selçuklulara ait olan Dağ Camii Mut'un son bin yılını anlatan eserlerin başında gelmektedir. 1230 yılında Alaattin Keykubat'ın emri ile yapılan Mavga Kalesi, Laal Paşa tarafından yaptırılan Ala Oda Mağarası ve mimarisi nedeniyle Karamanoğulları'na ait olduğu düşünülen Kızıl Minare ve Mut Kalesi (KTB, 2021a) ilçenin tarihi panoramasını en iyi canlandırabilecek eserler arasına eklenebilir.

4. Tartışma ve Sonuç

Mut yöresinin kalkınma açısından en büyük problemi olan ulaşımın, son dönemde yapılan pek çok proje ile aşılmaya çalışıldığı söylenebilir. Dönemin Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanı Lütfi Elvan, 2014 yılında ilçe hakkındaki açıklamalarında, Mut'un son derece kötü coğrafi koşullara sahip olduğunu ve ilçenin Karaman, Ermenek ve Silifke yönlerine ulaşımı kolaylaştıracak yol, tünel ve viyadükler yapılacağını ve yapılmakta olduğunu belirtmiştir (Milliyet, 2014). Bu yatırımlar "Mut çukuru" (Yergün ve Ünal, 2005) olarak anılan yörenin gelişmesindeki en büyük engeli ortadan kaldıracaktır. Bu yollardan bir kısmı açılmış bir kısmında ise çalışma halen devam etmektedir. Bu en büyük problemin ulaşım altyapısının sağlanması ile aşılabileceği düşünüldüğünde araştırmamızın özündeki tematik turizm rotalarının önündeki en büyük engel kaldırılmış olacaktır.

Bu çalışma ile önerilen iki tematik turizm rotasının Mut yöresine ziyareti artırması ile ilçede yeni iş imkânlarının ortaya çıkması ve böylece yöreden göçün azaltılması hedeflenmektedir. Daha önce farklı bölgelerde yapılan benzer turizm rotası önerilerinde "Toplumun yoksul kesimini oluşturan dağ ve orman köylüleri ve pansiyon çalıştıran ailelerin bu işi yaptığı düşünüldüğünde, bu kesimin ekonomik olarak iyileşme göstereceği açıktır" gibi sonuçlara varılmıştır (Kaypak, 2012). Aynı durum, turizm olanaklarının gelişmesi ile her bölge gibi Mut ilçesinde de söz konusudur. Ayrıca bu tip modellerin geliştirilmesi ülkemizde ve tüm dünyada standartlaşmış deniz turizmi etkinlikleri üzerindeki baskı ve yükün azalmasına katkı sağlayacaktır (Demircioğlu, 1993).

Tarih ve inanç turizmi olanaklarının genişletilerek

hem ülkeye, hem bölgeye hem de yöreye daha fazla turist çekilerek yeni birer cazibe merkezi oluşturulabilecektir. Böylece iç ve dış turizm gelirleri artırılabilir. 2000 yılı ve sonrasında kent keşmekeşliği baskısı altında kalan bireylerin geriye dönüşüne imkân sağlanarak kentten kırsala göçe katkı sağlanabilir. Dağlık tarih ve turizm alanları hassas ve tahrip etkisi altındaki ekosistemler olduğundan katılımcı yaklaşımla yöre halkının buraya sahip çıkması sağlanabilir. Ayrıca ulaşım ve konaklama imkânlarının geliştirilmesiyle birer cazibe merkezi haline gelmesi, yörede tarih turizminin yanında çeşitli ekoturizm olanaklarının da ortaya çıkmasını sağlayabilir. Bu tip ekoturizm aktiviteleri orman köylüsünün gelirlerini de artıracak, bu da yoksullukla mücadele ederek refahın sağlanmasını ve orman-toplum ilişkilerinin gelişmesini hızlandıracaktır. Bu konu ormanların korunup geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımı için çok önemlidir.

Turistlerin ziyaret ettikleri bölgelerde, doğanın ve tarihin korunmuş olmasını beklerler. Bölgeyi ziyaret eden bireyler o bölgede yalnızca doğayı ve tarihi gözlemlemekle kalmayıp, buranın sosyal ve kültürel geleneklerini, folklorik ve gastronomik değerlerini yani yemek kültürü ile yemek sanatını (Hatipoğlu, 2010) ve yöresel ürünlerini de deneyimlerler. Bu alanların korunarak turizme açılması yöre halkının yalnızca turizm geliri bakımından zenginleşmesine değil aynı zamanda yöresel güzelliklerin tanıtılmasına da imkân sağlayacaktır.

Yöreye tarihi ve turistik yönden belirli modellemeler ile daha fazla dikkat çekilmesi orman kaynaklarının yönetimi bakımından da bazı katkılar sağlayacaktır.

Öncelikle, yöre halkının istihdam olanakları gelişeceğinden kırsal tutundurma amacı ile yapılan modellemeler hedefine ulaşabilecek, böylece hem istihdam olanakları artacak hem de katma değer sağlayan özel projelerin ortaya çıkması mümkün olacaktır. Bu projeler ve dolayısıyla istihdamın ortaya çıkaracağı bir başka direkt katkı ile yöredeki kesme, nakil, açma, yerleşme, sarf, bulundurma ve otlama gibi pek çok orman suçu azaltılabilecektir. Örneğin, yöre halkının gelir düzeyi ve imkânları artacağından kaçak avcılık azaltılabilecek ve hatta nesli tükenmekte olan ve risk altındaki bitki ve hayvan türleri korunabilecektir. Yöre daha kalabalık ve korunaklı olacağından, yöre halkının yacak odun, otlama veya açmacılık yönündeki zararlarının tespiti ve önlenmesi daha kolay olacaktır. Plansız olarak yapılan odun dışı orman ürünleri hasılatları kontrol altına alınabilecek, yöre halkına kayıt altındaki üretim olanaklarının artırılmasıyla daha fazla imkân tanınabilecektir. Öncesinde kişisel ihtiyaçlar için, bazen kayıt dışı ve miktarı

tespit edilemez şekilde faydalanmanın söz konusu olduğu Defne (*Laurus nobilis* L.), Kekik (*Origanum* sp., *Thymbra spicata* L., *Satureja* sp.), Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), Dağçayı (*Sideritis* sp) ve Adaçayı (*Salvia* sp.) başta olmak üzere pek çok odun dışı orman ürününün turistik açıdan faydalanmaya daha fazla dahil edilmesi mümkün olacaktır.

Yörede, rekreasyon ve dinlenme amaçlı bazı ormanlar bulunmasına rağmen, bu çalışmada önerilen kırsal tutundurma modelleri ile birlikte yeni alanların planlanması ve açılması mümkün olacaktır. Bir yandan doğayı koruma hizmeti yerine getirilirken diğer yandan piknik ve kamp imkânları sağlayarak turistik amaçlı bölgeye gelen yerli ve yabancı nüfusun bölgede daha fazla vakit geçirmesi sağlanacaktır. Bu vakit arttıkça, hem yöre halkına hem de ülke ekonomisine dolaylı katkılar ortaya çıkacaktır.

Sonuç olarak, doğal ve kültürel mirasımızın korunması ve tanıtılmasında önemli işlevi olan kırsal turizm olanaklarının canlandırılması, başta Mut yöresinde istihdam olanaklarını genişleterek kırsal tutundurmayı sağlayabilecek, ardından da Mut ilçesi özelinde Türkiye'nin de ülke olarak iç ve dış turizm gelirlerinin artmasına katkı sağlayacaktır.

Açıklama

Bu çalışma, 6-9 Aralık 2021 tarihlerinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'nce düzenlenen "IV. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

Kaynaklar

Arslan, M., 2009. Mut-Dağpazarı Aspendos Stater definesi. *Belleten Dergisi*. Türk Tarih Kurumu. Cilt LXXIII Sayı 267 Ağustos 2009. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/977383> (Ziyaret Tarihi: 19.10.2021).

Akpınar, E. 2007. Türkiye'nin dünya mirası listesindeki yeri ve yeni bir aday önerisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9 (1) , 81-106. <https://dergipark.org.tr/en/pub/erziefd/issue/6006/80082> (Ziyaret Tarihi: 13.10.2021).

Aydın, A. 2006. Kilikya ve Isaurya bölgesi vaftiz yapıları. *Sanat Tarihi Dergisi*. Sayı 1 Nisan 2006, 1-19. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/152485> (Ziyaret Tarihi: 15.10.2021).

Bahar, O. 2007. Bölgesel kalkınmada turizm sektörünün ekonomik açıdan yeri ve önemi. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , (19) . <https://dergipark.org.tr/tr/pub/musbed/issue/23520/250609> (Ziyaret Tarihi: 09.10.2021).

Baker, H., Collon, D., Hawkins, J., Pollard, T., Postgate, J., Symington, D., Thomas, D. 1995. Kilise tepe 1994. *Anatolian Studies*, 45, 139-191. <https://doi.org/10.2307/3642918> .

Barkan, Ö. 1953. Osmanlı İmparatorluğunda bir iskân ve kolonizasyon metodu olarak sürgünler. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 15 (1-4), <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuifm/issue/876/9757> (Ziyaret Tarihi: 15.09.2021).

BGUS. 2014. Bölgesel gelişme ulusal stratejisi (2014-2023). T.C. Kalkınma Bakanlığı Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü. https://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2018/11/2014-2023_Bölgesel_Gelişme_Ulusal_Stratejisi.pdf (Ziyaret Tarihi: 15.10.2021).

Bouthillier, C., Colantoni, C., Debruyne, S., Glatz, C., Hald, M. M., Heslop, D., Kozal, E., Miller, B., Popkin, P., Postgate, N., Steele, C. S., Stone, A. 2014. Further work at Kilise tepe, 2007–2011: refining the Bronze to Iron age transition. *Anatolian Studies*, 64, 95–161. <http://doi.org/10.1017/S0066154614000076> (Ziyaret Tarihi: 19.09.2021).

Bayraktar, Y., Özyılmaz, A. 2017. İç göçün bölgesel eşitsizlik üzerindeki rolü: Türkiye örneği. *Türkiye Ortadoğu Çalışmaları Dergisi*, Özel Sayı-1 Ortadoğu ve Göç, 1-16. <https://doi.org/10.26513/tocd.317663> (Ziyaret Tarihi: 15.10.2021).

Çakmak, Z. 2008. Kıbrıs'tan Anadolu'ya Türk göçü (1878–1938) . *Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, 14 (36) , 201-223. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunited/issue/2875/39445> (Ziyaret Tarihi: 21.10.2021).

Çelik, Ş. 2003. Türk Fethi sonrasında Kıbrıs adasına yönelik iskân çalışmaları. *Türklük Bilgisi Araştırmaları Dergisi*. Near Eastern Languages and Literatures Department .Harvard University. Cambridge USA. A 27/1. S. 263-304.

Çelik, Ş. 1994. Osmanlı taşra teşkilatında İçel sancağı (1500-1584), Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İstanbul.

ÇKA, 2014. 2014-2023 Çukurova bölge planı. 70. Çukurova Kalkınma Ajansı https://www.cka.org.tr/uploads/pages_v/2014--2023-cukurova-bolge-planı.pdf (Ziyaret Tarihi: 15.10.2021).

ÇŞB, 2021. Kentsel-kırsal nüfus oranı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/kentsel--kirsal-nufus-orani-i-85670> (Ziyaret Tarihi: 23.04.2021).

Demircioğlu, G. 1993. Kırsal turizm nedir?. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4 (5), 8-10. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/atad/issue/53262/707465> (Ziyaret Tarihi: 17.09.2021).

Dilay, S. 2011. Sanatsal ve kültürel açıdan balık motifleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4(1), 53-56. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/derleme/issue/35081/389069> (Zi-

yaret Tarihi: 21.10.2021).

Gough, M. 1968. Alahan monastery: A masterpiece of early Christian architecture. *The Metropolitan Museum of Art Bulletin*, 26(10), 455–464. <https://doi.org/10.2307/3258816>.

Gökçe, T. 1999. 1572-73 yıllarında Kıbrıs'ta iskân edilmek üzere Karaman ve Rum vilayetlerinden sürülen aileler. *Türk Dünyası İncelemeleri Dergisi*, 3 (2), 9-74. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/egetid/issue/34413/380110>.

Halaçoğlu, Y. 2001. Osmanlı döneminde Kıbrıs'ta iskân politikası, dünden bugüne Kıbrıs meselesi, TATAV Yayınları, İstanbul, 2001.

Halaçoğlu, Y. 1982. Osmanlı imparatorluğunda Menzil teşkilatı ve yol sistemi. Basılmamış Doçentlik Tezi. İstanbul.

Hansen, C., Postgate, J. 1999. The Bronze to Iron age transition at Kilise tepe. *Anatolian Studies*, 49, 111-122. <https://doi.org/10.2307/3643066>.

Hatipoğlu, A. 2010. İnançların gastronomi üzerine etkileri : Bodrum'daki beş yıldızlı otellerin mutfak yöneticilerinin görüşlerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Sakarya.

Helsop, D. 2019. A comparison of two Turkish grinding stone assemblages: Kilise tepe, Mut and Kinet Höyük, Dörtüyl. *Revista d'arqueologia de Ponent*, p. 191-199. <https://raco.cat/index.php/RAP/article/view/382338> (Ziyaret tarihi:13.09.2021).

Hill, S. 1998. Alahan and Dağ Pazarı. In R. Matthews (Ed.), *Ancient Anatolia: Fifty Years' Work by the British Institute of Archaeology at Ankara* (pp. 315–338). <http://www.jstor.org/stable/10.18866/j.ctt1pc5hb2.32>.

İB. 2020. İçişleri Bakanlığı 2020 yılı İdare Faaliyet Raporu. https://www.icisleri.gov.tr/kurumlar/icisleri.gov.tr/IcSite/strateji/OYA/oooyya/oyaoya/2020YILI-IDARE-FAALIYET-RAPORU_10-Mart_kucuk-site-oya.pdf (Ziyaret tarihi:15.04.2021).

Kaypak, Ş. 2012. Ekolojik turizm ve sürdürülebilir kırsal kalkınma. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2012 (1), 11-29 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmusekad/issue/10214/125525>.

Köse, E., Atlay, D. 2005. *Mut Claudiopolis*. Mut Belediyesi Kültür Yayınları. 1'inci Baskı. İstanbul.

KTB, 2021a. İnanç turizmi. Kültür ve Turizm Bakanlığı. <https://yigm.ktb.gov.tr/TR-10173/inanc-turizmi.html> (Ziyaret tarihi:09.11.2021).

KTB, 2021b. Mersin, Mut, Alahan Manastırı <https://kvmmgm.ktb.gov.tr/TR-52037/mersin-mut-alahan-manastiri.html> (Ziyaret tarihi:11.10.2021).

Küçükdağ, Y. 2019. Konya Sultan Selim imareti vakıfları ve vakfiyesi. *Karatay Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (3), 1-53. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/karataysad/>

issue/54875/751603.

MESKİ. 2020. Meski faaliyet raporu 2020. Mersin Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü. <https://www.meski.gov.tr/pages/MevzuatBelge.xhtml?mevzuatBelgeId=2> (Ziyaret tarihi: 05.06.2021).

Milliyet. 2014. Ulaştırma bakanı Elvan Mut'ta. Milliyet Gazetesi. 12.03.2014. <https://www.milliyet.com.tr/yerel-haberler/mersin/ulastirma-bakani-elvan-mutta-10078096> (Ziyaret tarihi: 09.06.2021).

MTSO, 2017. Mut coğrafyası, coğrafi yapı. Mut Ticaret ve Sanayi Odası. <http://www.muttso.org.tr/Mut/Co%C4%9FrafıYap%C4%B1/tabid/17437/Default.aspx> (Ziyaret tarihi:13.09.2021).

Mut Belediyesi, 2014. Kent bilgileri. Mut belediyesi stratejik plan 2014-2019. http://www.sp.gov.tr/upload/xSPStratejikPlan/files/RglW+Mut_14-19_SP.pdf (Ziyaret tarihi:11.09.2021).

OECD. 2011. Methodology to classify regions into predominantly urban, intermediate or predominantly rural. *OECD Regional Typology*. Directorate for Public Governance and Territorial Development. June 2011.

Okuyucu, A., Somuncu, M. 2013. Türkiye'de inanç turizmi: bugünkü durum, sorunlar ve gelecek. *International Conference on Religious Tourism and Tolerance Proceedings* s.627-643. 9-12 May, 2013. Konya.

SBB. 2018. On Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2019-2023. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. Yayın No: KB: 3028- ÖİK: 810 Ankara.

Sözlü, H. 2017. Mut'taki tarihi köprüler. *Selçuk Üniversitesi Selçuklu Araştırmaları Dergisi*, (6), 241-266 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/usad/issue/39342/464633>.

Symington, D. 2001. Hittites at Kilise tepe. In: *La Cilicie : espaces et pouvoirs locaux*. Actes de la Table Ronde d'Istanbul, 2-5 novembre 1999. Istanbul : Institut Français d'Études Anatoliennes-Georges Dumézil,. pp. 167-184.

Tolunay, A., Akyol, A. 2006. Kalkınma ve kırsal kalkınma: temel kavramlar ve tanımlar. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*; Vol 2; 116-127. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/195586> (Ziyaret tarihi:09.11.2021).

TÜİK. 2021. Kent/kır tanımının revizyonu. <https://www.resmiistatistik.gov.tr/detail/subject/kir-kent-taniminin-revizyonu/> (Ziyaret tarihi:03.11.2021).

TÜİK. 2020a. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2020-37210> (Ziyaret tarihi:05.11.2021)

TÜİK. 2020b. Merkezi dağıtım sistemi. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=113&locale=tr> (Ziyaret tarihi:05.07.2021).

UKKS. 2021. Ulusal kırsal kalkınma stratejisi (2021-

2023). <https://www.tkd.gov.tr/Content/File/UKKS-3Belgesi.pdf> (Ziyaret tarihi: 15.10.2021).

UN. 2019. World urbanization prospects: The 2018 revision (ST/ESA/SER.A/420). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division New York: United Nations.

Uzunçarşılı, İ.H. 1988. Osmanlı Tarihi, III/I, Türk Tarih Kurumu Yayınları, 4. basım. Ankara, 1988.

World Bank. 2018. Rural population. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL> (Ziyaret tarihi: 23.04.2021).

World Bank. 1975. Rural development sector policy paper. New York. U.S.A.

Yenil, Ü., Akyazı, N. 2019. Sürdürülebilir turizm kapsamında kültürel iz koridoru değerlendirmesi. *Niğde*

Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8 (2), 1179-1192. <https://doi.org/10.28948/ngu-muh.598189>.

Yergün, U., Ünal, Z. G. 2005. Mut (Mersin) kentsel kültür varlıkları envanteri. *Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi*. Sayı 4. ISSN 1304-2440. İstanbul <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1343283> (Ziyaret tarihi: 23.011.2021).

Yıldız, F., Yakar, M., Zeybek, M., Kocaman, E., Pınar, K., Telci, A., Mutluoğlu, O., Yılmaz, H.M. 2011. Dağpazarı Kilisesi (Mut-Mersin) röleve örneği. 13. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı*. 1, 251-252.

Yücer, A. 2016. Kırsal kalkınma için bir köy bir ürün projeleri ve başarı koşulları; *XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*. 25-27 Mayıs 2016. 993-1002.

Alkil keten dimer / borik asit kombinasyonları ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) örneklerinin boyutsal kararlılığı ve mekanik özellikleri

Water absorption and mechanical properties of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood samples treated with alkyl ketene dimer / boric acid combinations

Gaye KÖSE DEMİREL¹ 
Ali TEMİZ¹ 

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Gaye KÖSE DEMİREL
gkose@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)
28.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)
21.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)
Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Köse Demirel, G. & Temiz, A. (2022). Alkil keten dimer / borik asit kombinasyonları ile emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) örneklerinin boyutsal kararlılığı ve mekanik özellikleri . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 142-147 . DOI: 10.17568/ogmoad.1094444



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Alkil Keten Dimer (AKD); ıslak mukavemet ve kâğıdın basılabilirlik özelliklerini değiştirdiği için çoğunlukla kağıt endüstrisinde kullanılır. AKD, odunun hidroksil gruplarıyla reaksiyona girer ve hidrokarbon zincirlerinin etkili bir şekilde esterleşmesine katkıda bulunur. Oduna AKD ilavesi ile boyutsal kararlılığın artırılması hedeflenmiştir. Ayrıca çevre dostu olan bor bileşikleri ahşabın biyolojik zararlılara karşı korunmasında oldukça etkilidir. Ancak bor bileşikleri odundan kolayca yıkanabilmektedir. AKD/BA sinerjik etkisi ile birlikte bu olumsuz özellik giderilmeye çalışılıp odunun boyutsal kararlılığı artırılmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada AKD (%5, %10, %18) ve borik asit (%3 BA) kombinasyonları ile emprenye edilmiş sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odun örnekleri kullanılmıştır. Örneklerin su alma ve boyutsal kararlılıkları ile mekanik özellikleri belirlenmiştir. Su alma ve boyutsal kararlılık testi için AWPA E4, liflere paralel basınç direnci için TS 2471 standartları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre AKD/BA kombinasyonunun daha düşük su alma oranına sahip olduğu görülmüştür. Mekanik testte AKD ve BA sinerjik etkisi ile birlikte örneklerin mekanik özellikleri bir miktar iyileşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alkil Keten Dimer, mekanik özellikler, boyutsal kararlılık, *Pinus sylvestris* L.

Abstract

In order to build resistance against liquids, alkyl ketene dimer (AKD) is mostly employed in paper industry because it modified some properties of the paper such as wet strength and printability. AKD gets into a reaction with wood hydroxyl groups and the subsequent orientation of hydrocarbon chains effectively contributes to esterification. Thus, the dimensional stability of wood is improved with AKD addition. Additionally, boron compounds are quite useful in wood protection as environmentally friendly chemicals and they are effective as insecticides and fungicides. On the other hand, they have negative sides such as higher water solubility and leaching. These can be prevented by combining boron compounds with AKD.

In this study, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood samples were impregnated with AKD (5%, 10%, 18%) and boric acid (3% BA) combinations. AWPA E4 standards were used for water absorption and dimensional stability test, and TS 2471 standards were used for compression strength parallel to the grain of the wood. The results indicated that AKD/BA combination had lower water absorption. In the mechanical test, the mechanical properties of the samples improved somewhat with the synergistic effect of AKD and BA.

Keywords: Alkyl ketene dimer, mechanical properties, dimensional stability, *Pinus sylvestris* L.

1. Giriş

Son yıllarda çevresel bilinçlilikteki artış nedeniyle, çevreye zararlı emprenye maddelerinin kullanımında gittikçe artan şekilde kısıtlamalar meydana gelmiştir. Bu kısıtlamalar ahşap malzemenin korunmasında çevre dostu yeni yöntemlerin geliştirilmesine sebep olmuştur. Bu alternatif yöntemler arasında odun yapısını genişletici kimyasal ve su itici maddeler ile odunun muamelesi ya da odun tahripçisi mantarlara karşı odunu mükemmel ölçüde koruyan, morötesi (Ultraviyole-UV) ışınlarına karşı dayanıklılık ve boyut stabilizasyonu sağlayan ayrıca zehirlilik etkisi göstermeyen odun modifikasyonu yöntemleri bulunmaktadır. Bu nedenle, odun modifikasyonu bir gelecek vaat etmekte ve son zamanlarda bazı yöntemler de ticarileşmektedir (Kumar ve Morrell, 1993). Ayrıca, modifiye edilmiş örnekler atıl hale geldiklerinde çevreye ve insan sağlığına karşı ciddi bir problem yaratmamaktadırlar. Kullanım ömrünü tamamlamış odun, modifiye edilmemiş odun gibi değerlendirilebilmektedir (Suttie ve Thompson, 2001; Hill, 2006; Köse, 2012; Temiz ve ark, 2013).

Hidrofobik modifikasyon sadece ahşap yüzeyin ıslanabilirliğini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda yapılarını da önemli ölçüde etkiler. Alkil keten dimer (AKD), ahşap yüzeyleri hidrofobik yapmak için de kullanılabilir (Yan ve ark., 2016) ve kâğıt endüstrisinde (Hubbe, 2007) yaygın olarak kullanılan bir hidrofobikleştirme kimyasalıdır. Diğer kimyasal bileşiklerle karşılaştırıldığında, düşük toksisite (zehirlilik) sergiler, özel ekipman gerektirmez ve içerdiği solventler geri dönüştürülebilir. Her AKD molekülü, iki alkil zincirinden ve β -ketoester bağlarını bağlamak için hidroksil gruplarına tepki veren bir hetero dört üyeli halkadan oluşur (Seppänen, 2007; Yoshida ve Isogai, 2007)

AKD ile selüloz maddeleri arasında gerçekleşen reaksiyon mekanizmasına ait üç farklı hipotez vardır. İlk hipotez; maddenin C2 veya C3 üzerindeki hidroksil grubuyla karşılaştırıldığında doğrudan selüloz hidroksil ile (esas olarak C6 hidroksil) reaksiyona girebileceğini belirtir (Yoshida ve Isogai, 2007; Yoshida ve ark., 2012; Song ve ark., 2012; Yang ve ark., 2014). İkinci hipotez; AKD ve su moleküllerinin reaksiyon mekanizmasının, kararsız bir β -keto asit üretse bile selülozdan daha hızlı olduğunu gösterir (Roberts ve Garner, 1985; Seo ve Cho, 2005). Üçüncü hipotez, reaksiyonun bir oligomer oluşturan AKD molekülleri arasında gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini hesaba katar (Bottorff ve Sullivan, 1993). Diğer yazarlar (Kumar ve ark., 2012; Shi ve ark., 2012) selülozdaki hidroksil grupları ile AKD arasındaki reaksiyonun suyu it-

mek için gerekli olduğunu tartışmışlardır. Odunun hidroksil grupları ile AKD arasındaki esterifikasyon reaksiyonu ile odunun hidrofobik özellikleri iyileştirilmektedir.

Dünya bor rezervlerinin %70-75 gibi çok büyük bir kısmına sahip olan ülkemiz için borun odun koruma sektöründe değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Borlu bileşiklerin kullanımını sınırlayan en önemli faktör yıkanabilme özellikleridir. Bundan dolayı çok uzun süreden beri, borlu bileşiklerin ağaç malzemenin kısa sürede yıkanarak uzaklaşmasının önüne geçilmesi amacıyla çok önemli çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda borun ağaç malzemenin yıkanarak uzaklaşmasının belli derecede önüne geçilmesine rağmen, uygulanan yöntemlerin maliyetlerinin yüksek oluşu ve yöntemlerin pratik/uygulanabilirliğinde sorunlar olmasından dolayı, borun odundan yıkanması sorunu halen çözülebilmemiş değildir. Bu amaçla, yıkanmaya dirençli borlu bileşiklerin geliştirilmesi son zamanlarda daha fazla güncellik kazanmış durumdadır (Köse, 2012). Bu çalışma kapsamında alkil keten dimer ile bor bileşiklerin ikili sinerjik etkisi ile emprenye maddesinde iyileştirme sağlanabileceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada AKD ve borik asitin (BA) farklı varyasyonlarıyla emprenye edilen sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) örneklerinin boyutsal kararlılığı ve mekanik özellikleri test edilmiştir. Emprenyelerde üç farklı konsantrasyonda (%5, %10 ve %18) AKD ve %3 BA kullanılmıştır. Sonuçlara göre AKD / BA kombinasyonunun daha düşük su alma oranına sahip olduğu görülmüştür. Mekanik testte AKD ve BA sinerjik etkisi ile birlikte örneklerin mekanik özellikleri iyileşmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Ağaç türü ve emprenye yöntemi

Bu çalışmada Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) diri odun örnekleri kullanılmıştır. Katı miktarı %18 konsantrasyondaki Alkil Keten Dimer (AKD) dispersiyonu, SETAŞ Kimya (Tekirdağ)'dan temin edilmiştir. Sarıçam örnekleri AKD ve Borik Asit (BA)'in farklı varyasyonları ile emprenye edilmiştir. Emprenye maddesi varyasyonları Tablo 1'de verilmiştir.

AKD ile emprenyede 3 farklı konsantrasyon (%18, %10, %5) denenmiştir. Borik asit ile emprenye yönteminde önce 30 dakika boyunca 650 mmHg vakum uygulanmış, ardından örnekler 20 dakika boyunca çözelti içerisinde bekletilmiştir. AKD ile emprenye işleminde dolu hücre yöntemi kullanılmış olup, önce 15 dk boyunca 650 mmHg vakum

ardından 30 dk boyunca 3 bar basınç uygulanmıştır. Emrenye sonrası örnekler fiksasyonun sağlanması için kapalı bir beher içerisinde 130 °C etüvde 6 saat bekletilmiştir.

Tablo 1. Empenye için varyasyonlar
Table 1. Variations for impregnation

Varyasyonlar	Açıklama
18AKD	%18 AKD ile empenye
10AKD	%10 AKD ile empenye
5AKD	%5 AKD ile empenye
BA	%3 BA ile empenye
BA+18AKD	Önce %3BA ile 1. empenye ardından %18 AKD ile 2. empenye
BA+10AKD	Önce %3BA ile 1. empenye ardından %10 AKD ile 2. empenye
BA+5 AKD	Önce %3BA ile 1. empenye ardından %5 AKD ile 2. empenye

Tablo 1’de görüldüğü üzere 7 farklı empenye varyasyonu kullanılmıştır. İkili empenye varyasyonlarında ise birinci empenye işleminden sonra örnekler oda sıcaklığında kurutulmuş ardından ikinci empenye işlemine tabi tutulmuşlardır.

2.2. Su alma oranı, su itici ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Su Alma (SA), Su İtici Etkinlik (SİE) ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (GÖE) testleri Amerika Odun Korumacılar Birliği-AWPA E4 (2003) standardına göre yapılmıştır. Deney öncesi test ve kontrol örnekleri (20 x 20 x 30 mm (Radyal x Teğet x Lifler yönü)) %12 rutubete gelinceye kadar kondisyonlanmıştır. Her bir varyasyon için 10 tekrar yapılmıştır. Örnekler beher içerisine yerleştirilip üzerlerine saf su eklenmiştir. Sular; 0.5 saat, 1 sa, 2 sa, 3 sa, 24 sa, 48 sa. ve her 2 günde bir olmak üzere toplamda 2 hafta boyunca yenisiyle değiştirilmiştir. Her değişim sonunda örneklerin ağırlıkları ve boyutları ölçülerek kaydedilmiştir. SA, SİE and GÖE değerleri sırasıyla aşağıdaki eşitlikler (Eşitlik 1, 2, 3) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$SA = ((M_2 - M_1) / W_1) \times 100 \quad (1)$$

$$SİE = ((SA_K - SA_T) / SA_K) \times 100 \quad (2)$$

$$GÖE = ((V_K - V_T) / V_K) \times 100 \quad (3)$$

Formüllerde;

M_1 ve M_2 sırasıyla örneklerin test öncesi ve sonrası ağırlıkları; SA_K ve SA_T kontrol ve test örneklerinin su alma oranları; V_K ve V_T kontrol ve test örneklerinin hacimsel genişleme katsayısını ifade etmektedir.

2.3. Liflere paralel basınç direnci

Liflere paralel basınç direnci (LPBD), Zwick universal test makinesi kullanılarak TS 2472 (TS 2472, 2005) standardına göre gerçekleştirilmiştir. $20 \times 20 \times 30$ mm boyutlarında hazırlanan örnekler

20 ± 2 °C sıcaklıktaki ve $\%65 \pm 5$ bağıl nemdeki iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Her varyasyon için

10 tekrar yapılmıştır. LPBD değerleri Eşitlik 4 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$LPBD = (F_{max} / a \times b) \quad N/mm^2 \quad (4)$$

Formülde;

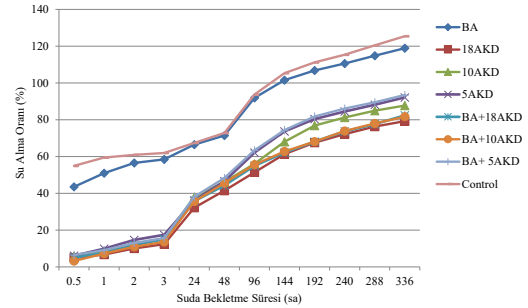
F_{max} ; kırılma noktasındaki max güç (N),

a, b örneğin enine boyutları (mm).

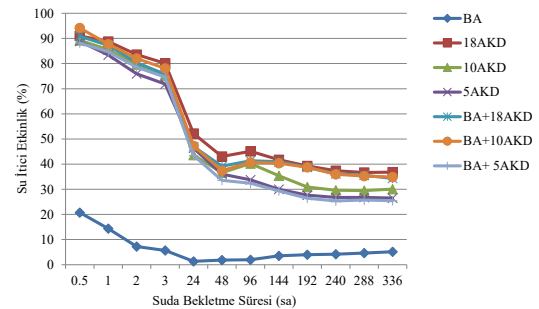
3. Bulgular

3.1. Su alma oranı, su itici ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Su alma oranlarına ait elde edilen veriler Tablo 2’de gösterilmiştir. Örneklerin su alma oranları ile varyasyonlar arasındaki ilişki Şekil 1’de verilmiştir.

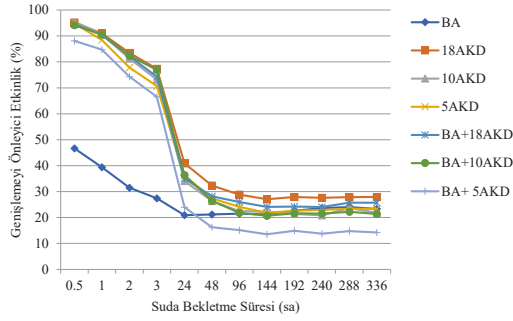


Şekil 1. Su alma oranlarının süreye bağlı değişimi (%)
Figure 1. The change of water absorption rates based on time (%)



Şekil 2. Su itici etkinlik değerlerinin süreye bağlı değişimi (%)
Figure 2. The change of water repellent efficiencies based on time (%)

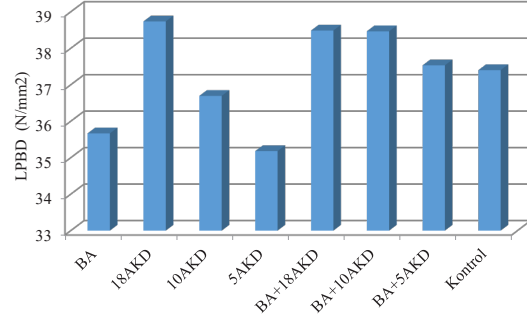
Su itici etkinlik değerlerine ait veriler Tablo 3'te; varyasyonlar arasındaki ilişki ise Şekil 2'de gösterilmiştir. Genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait veriler Tablo 4'te, varyasyonlar arası ilişki Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinin süreye bağlı değişimi (%)
Figure. 3 The change of anti-swelling efficiencies based on time (%)

3.2. Liflere paralel basınç direnci

Liflere paralel basınç direncine ait veriler Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Örneklerin liflere paralel basınç direnci (N/mm²)
Figure 4. Compression strength parallel to grain of samples (N/mm²)

Tablo 2. Örneklerin su alma oranları(%)
Table 2. Water absorption rate of samples (%)

	Su Alma Oranı (%)											
	0,5 sa	1sa	2sa	3sa	24sa	48sa	96sa	144sa	192sa	240sa	288sa	336sa
18AKD	4,94 (0,49)*	6,69 (0,52)	9,99 (0,61)	12,34 (0,69)	32,21 (1,67)	41,47 (1,82)	51,46 (2,53)	61,31 (3,00)	67,53 (3,15)	72,23 (3,30)	76,29 (3,33)	79,25 (3,71)
10AKD	5,90 (0,44)	8,61 (0,41)	12,40 (1,47)	15,46 (0,78)	37,99 (1,88)	46,15 (2,17)	56,03 (1,87)	67,99 (1,91)	76,84 (2,35)	81,24 (2,55)	84,95 (2,88)	87,72 (3,25)
5AKD	6,13 (0,24)	9,87 (0,55)	14,64 (0,70)	17,44 (0,76)	36,16 (1,44)	46,55 (1,23)	62,12 (2,38)	73,67 (2,42)	80,41 (1,99)	84,49 (2,11)	88,19 (2,71)	92,14 (2,97)
BA	43,52 (14,88)	50,94 (14,7)	56,50 (12,92)	58,42 (11,25)	66,51 (7,02)	71,44 (6,74)	91,93 (7,35)	101,53 (7,12)	106,77 (7,17)	110,55 (7,07)	114,86 (7,69)	118,92 (7,43)
BA+18AKD	5,02 (0,21)	7,62 (0,39)	11,92 (0,45)	15,02 (0,48)	35,73 (0,67)	44,30 (0,94)	54,98 (1,99)	62,12 (2,66)	68,13 (3,34)	73,63 (4,02)	77,61 (3,50)	82,37 (3,25)
BA+10AKD	3,22 (5,39)	7,28 (0,45)	10,95 (0,55)	13,57 (0,69)	35,58 (2,97)	45,58 (3,98)	55,59 (4,53)	62,76 (4,80)	68,10 (4,46)	73,89 (5,05)	77,96 (5,32)	81,67 (5,51)
BA+ 5AKD	6,48 (0,67)	9,11 (0,84)	13,08 (0,74)	15,69 (0,97)	38,14 (2,20)	48,34 (2,64)	63,40 (3,04)	74,39 (3,02)	81,80 (3,39)	86,11 (4,08)	89,51 (3,98)	93,47 (4,17)
Kontrol	54,92 (2,99)	59,48 (1,70)	60,93 (1,70)	61,93 (1,64)	67,42 (1,73)	72,79 (1,43)	93,78 (2,19)	105,30 (3,05)	111,21 (3,22)	115,38 (3,41)	120,48 (3,79)	125,43 (3,85)

*Parantez içindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

4. Tartışma ve Sonuç

4.1. Su alma oranı, su itici ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri

Test ve kontrol örneklerinin su alma oranları incelendiğinde; en yüksek su alma oranları kontrol örneklerinde ve borik asit ile emprenye edilen gruplarda görülmüştür. AKD ile emprenye edilen sarıçam kontrol örneklerinin su alma değerleri dikkate değer şekilde azalmıştır. AKD'nin konsantrasyonu arttıkça, örneklerin su alma değerleri azalmıştır. Önce borik asit ardından AKD ile

emprenye etme işlemi ile sadece AKD ile emprenye etme işlemi arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

Bazı araştırmacılar, esterleşme reaksiyonu ile AKD'nin bir sonraki oryantasyonunun kombinasyonunun boyutlandırma üzerinde kritik bir rol aldığı bildirmişlerdir (Neimo ve ark., 1999; Hubbe, 2006; Hundhausen ve ark., 2009; Demirel ve ark., 2018). β -keto ester bağlanması, selüloz ve AKD arasındaki birincil mekanizmadır. β -keto ester bağları AKD'deki dört üyeli gergin lakton halkası ile selüloz hidroksil grupları arasında meydana ge-

Tablo 3. Örneklerin su itici etkinlik değerleri (%)
Table 3. Water repellent efficiency values of samples (%)

	Su İtici Etkinlik (%)											
	0,5sa	1sa	2sa	3sa	24sa	48sa	96sa	144sa	192sa	240sa	288sa	336sa
18AKD	91,01 (0,90)*	88,76 (0,87)	83,60 (1,00)	80,08 (1,12)	52,22 (2,47)	43,04 (2,50)	45,88 (1,32)	41,77 (2,85)	39,28 (2,84)	37,40 (2,86)	36,67 (2,76)	36,82 (2,96)
10AKD	89,26 (0,80)	85,52 (0,70)	79,64 (2,41)	75,04 (1,26)	43,66 (2,70)	36,60 (2,98)	40,74 (1,33)	35,43 (1,81)	30,91 (2,11)	29,59 (2,21)	29,49 (2,39)	30,06 (2,59)
5AKD	88,84 (0,44)	83,41 (0,93)	75,96 (1,15)	71,84 (1,23)	46,36 (2,13)	36,05 (1,68)	33,76 (2,54)	30,04 (2,30)	27,70 (1,79)	26,77 (1,83)	26,80 (2,24)	26,54 (2,37)
BA	20,76 (27,10)	14,35 (24,84)	7,26 (21,20)	5,66 (18,16)	1,35 (10,41)	1,85 (9,26)	1,98 (7,84)	3,58 (6,76)	3,99 (6,45)	4,19 (6,12)	4,66 (6,38)	5,19 (5,92)
BA+18AKD	90,85 (0,38)	87,20 (0,66)	80,43 (0,74)	75,74 (0,78)	47,00 (1,00)	39,15 (1,29)	41,38 (2,12)	41,00 (2,53)	38,74 (3,00)	36,19 (3,48)	35,58 (2,90)	34,33 (2,59)
BA+10AKD	91,05 (0,64)	87,77 (0,75)	82,03 (0,90)	78,09 (1,12)	47,23 (4,40)	37,38 (5,47)	39,55 (3,29)	39,31 (3,15)	38,77 (4,01)	36,87 (3,48)	35,29 (4,41)	34,89 (4,39)
BA+ 5AKD	88,20 (1,22)	84,68 (1,41)	78,54 (1,21)	74,67 (1,57)	43,43 (3,26)	34,48 (2,38)	32,40 (3,24)	29,35 (2,87)	26,45 (3,05)	25,37 (3,53)	25,70 (3,31)	25,48 (3,32)

*Parantez içindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Tablo 4. Örneklerin genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri (%)
Table 4. Anti-swelling efficiency values of samples (%)

	Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (%)											
	0,5sa	1sa	2sa	3sa	24sa	48sa	96sa	144sa	192sa	240sa	288sa	336sa
18AKD	95,05 (1,58)	90,64 (1,92)	82,76 (2,67)	76,50 (2,39)	39,32 (4,56)	30,87 (4,76)	26,95 (4,71)	25,40 (4,90)	26,08 (5,68)	26,01 (5,07)	25,98 (5,88)	26,11 (5,61)
10AKD	95,50 (4,87)	90,63 (4,94)	81,32 (4,85)	73,17 (5,55)	34,08 (7,68)	26,38 (7,22)	22,47 (7,36)	22,24 (7,81)	21,38 (5,76)	20,84 (7,70)	23,63 (7,63)	21,85 (7,37)
5AKD	94,80 (2,32)	88,44 (1,95)	77,84 (3,10)	70,66 (3,22)	36,16 (3,90)	27,40 (4,87)	24,11 (4,80)	21,83 (4,24)	22,59 (4,34)	22,95 (4,45)	23,37 (4,25)	23,34 (4,69)
BA	46,67 (20,43)*	39,39 (14,68)	31,48 (10,34)	27,42 (7,28)	20,91 (5,96)	21,20 (5,74)	21,51 (6,22)	21,21 (6,55)	22,60 (6,18)	23,66 (6,19)	24,05 (5,45)	23,34 (5,50)
BA+18AKD	94,50 (1,99)	90,39 (2,13)	82,22 (2,20)	74,26 (3,10)	35,10 (5,24)	28,21 (3,01)	25,99 (3,73)	24,13 (3,82)	24,24 (3,97)	24,06 (2,90)	25,70 (3,74)	25,72 (4,24)
BA+10AKD	96,47 (2,41)	93,08 (2,95)	84,80 (3,99)	79,36 (4,93)	39,05 (6,99)	29,43 (7,32)	24,64 (6,71)	23,66 (6,10)	24,71 (6,99)	24,60 (6,67)	25,37 (6,84)	24,44 (6,80)
BA+ 5AKD	91,08 (4,45)	87,72 (4,00)	77,83 (3,73)	69,82 (5,38)	27,40 (3,70)	19,61 (3,89)	17,82 (5,05)	16,06 (4,54)	17,29 (4,92)	16,17 (5,31)	17,16 (4,86)	17,15 (4,33)

*Parantez içindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

lir (Zhang 2014; Demirel ve ark., 2018).

AKD'nin hidrofobikliği, bir esterleşme reaksiyonunun oluşup oluşmadığına bakılmaksızın, alkil zincirlerinin oryantasyonu ile güçlü bir şekilde ilişkilidir (Hundhausen ve ark. 2009; Demirel ve ark., 2018).

4.2. Liflere paralel basınç direnci

Liflere paralel basınç direnç değerleri incelendiğinde %18 AKD ile emprenye edilen örneklerin basınç dirençleri %5 AKD, %10 AKD ve kontrol örneklerine göre çok daha yüksek çıkmıştır. AKD ve BA sinerjik etkisi ise örneklerin basınç direncini dikkate değer şekilde arttırmıştır.

AKD'nin hidrofobikliği genel olarak benzer uzun-

luktaki alkil zincirleriyle belirlenir. Zincirlerin yönünün sorumlu olduğu farklı bağların olduğu varsayılmaktadır. AKD'nin hidrofobik varlığı esterleşme ilerledikçe yüzeyden çıkar ve daha az bağ oluşumuna neden olur. AKD'nin mikro boşluklarına erişebilirliği sınırlı olabilmektedir (Hundhausen ve ark, 2009). Bu durum Lindström ve Söderberg'in (1986) AKD'nin etki bölgesinin, çapalanmış halde molekülün kendisinin fiilen işgal ettiği alandan çok daha büyük olduğu hipotezi ile açıklanabilir. Bu çalışmada ise borik asit ve AKD sinerjik etkisi ile AKD'nin mikro boşlukları kolaylıkla girebildiği bu yüzden de bu varyasyonlarda liflere paralel basınç direncinin daha yüksek çıkmasının sebebi olarak görülmektedir.

Teşekkür

AKD temini için Setaş Kimya Sanayi A. Ş. firmasına teşekkür ederiz.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

AWPA E4, 2003. Standard method of testing water repellency of pressure treated wood, American Wood Protection Association Standard.

Bottorff, K. J., Sullivan, M. J., 1993. New insights into the AKD sizing mechanism. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 8 (1), 86-95.

Demirel, G. K., Gudul, H., Temiz, A., Kustas, S., Aydın, I., 2018. Effect of alkyl ketene dimer on the physical, mechanical, and biological durability of plywood. *BioResources*, 13(1), 147-156.

Hill, C.A.S., 2006. Wood modification chemical Thermal and Other Processes. John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-470-02172-1, England

Hubbe, M.A. 2007. Paper's resistance to wetting—A review of internal sizing chemicals and their effects. *BioResources*, 2, 106–145.

Hundhausen, U., Militz, H., Mai, C., 2009. Use of alkyl ketene dimer (AKD) for surface modification of particleboard chips. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(1), 37-45.

Köse, G., 2012. Isıl işlem sırasında açığa çıkan katranın odun koruma maddesi olarak kullanılabilirliği, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Kumar S., Morrell J.J., 1993. Wood preservation - the next generation. *Journal of the Timber Development Association of India*, 39-3, 5-22.

Kumar, S.; Chauhan, V.S.; Chakrabarti, S.K., 2012. Separation and analysis techniques for bound and unbound alkyl ketene dimer (AKD) in paper: A review. *Arabian Journal of Chemistry*. 9 (2), 1636 –1642.

Lindström T, Söderberg G., 1986. On the mechanism of sizing with alkyl ketene dimers. Part I: Studies on the amount of alkyl ketene dimer required for sizing different pulps. *Nordic Pulp & Paper Research Journal* 1(1):26

Neimo, L.i Stryker, L. J., Yhdistys, S.P.I., 1999. Paper-making chemistry, TAPPI Press, Atlanta, GA, USA.

Roberts, J.C.; Garner, D.N. 1985., The mechanism of alkyl ketene dimer sizing of paper, part I. *Tappi J.*, 68, 118–121.

Seo,W.S.; Cho, N.S., 2005. Effect of water content on cellulose/AKD reaction. *Appita Journal*, 58 (2), 122-126.

Seppänen, R. 2007. On the internal sizing mechanisms of paper with AKD and ASA related to surface chemistry, wettability and friction. Ph.D. Thesis, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden,

Shi, Z.; Fu, F.;Wang, S.; He, S.; Yang, R., 2012. Modification of Chinese fir with alkyl ketene dimer (AKD): Processing and characterization. *BioResources*. 8, 581–591.

Song, X.; Chen, F.; Liu, F., 2012. Study on the reaction of alkyl ketene dimer (AKD) and cellulose fiber. *BioResources*, 7, 652–662.

Suttie E., Thompson J.H.R., 2001. Opportunites for UK Grown Timber: Wood Modification State of The Art Review. DTI Contruction Industry Directorate and Forestry Commission, Project Report Number 203-343.

Temiz, A., Kose, G., Panov, D., Terziev N., Alma, M.H., Palanti, S., Akbas, S., 2013. Effect of Bio-Oil and Epoxidized Linseed Oil on Physical, Mechanical, and Biological Properties of Treated Wood, *Journal of Applied Polymer Science*, 130, 3, 1562–1569.

TS 2472, 2005. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Yan, Y.; Amer, H.; Rosenau, T.; Zollfrank, C.; Dörrstein, J.; Jobst, C.; Li, J., 2016. Dry, hydrophobic microfibrillated cellulose powder obtained in a simple procedure using alkyl ketene dimer. *Cellulose*, 23, 1189–1197.

Yang, Q.; Takeuchi, M.; Saito, T., Isogai, A., 2014. Formation of Nanosized Islands of Dialkyl β -Ketoester Bonds for Efficient Hydrophobization of a Cellulose Film Surface, *Langmuir*, 30, 8109–8118.

Yoshida, Y.; Heux, L.; Isogai, A., 2012. Heterogeneous reaction between cellulose and alkyl ketene dimer under solvent-free conditions. *Cellulose*, 19, 1667–1676.

Yoshida, Y.; Isogai, A., 2007. Preparation and characterization of cellulose β -ketoesters prepared by homogeneous reaction with alkylketene dimers: Comparison with cellulose/fatty acid esters. *Cellulose*, 14, 481.

Zhang, H., 2014. Effect of a novel coupling agent, alkyl ketene dimer, on the mechanical properties of wood–plastic composites. *Materials & Design*, 59, 130-134.

Farklı vaks türlerinin lif levhaların bazı fiziksel ve yüzey özellikleri üzerindeki etkinliğinin değerlendirilmesi

The evaluation of the efficiency of different waxes on some physical and surface properties of fiberboard

Derya USTAÖMER¹
Elif TOPALOĞLU²
Evren ERSOY KALYONCU³

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

² Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Yüksekokulu, Giresun

³ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksekokulu, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Derya USTAÖMER
uderya@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

28.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

29.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Ustaömer, D., Topaloğlu, E. & Ersoy Kalyoncu, E. (2022). Farklı vaks türlerinin lif levhaların bazı fiziksel ve yüzey özellikleri üzerindeki etkinliğinin değerlendirilmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 148-154. DOI: 10.17568/ogmoad.1090060



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bilindiği üzere odun esaslı levha ürünlerinin özellikle kullanım yerlerinde suya ve rutubete maruz kaldıklarında dayanımlarının az olması bu ürünlerin dezavantajlı olarak kabul edilen ve iyileştirilmesi gereken özelliklerinden biridir. Bu nedenle odun esaslı levhaların suya, rutubete karşı dayanımlarını artırabilmek adına üretimleri esnasında su itici maddeler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, levha üretiminde yaygın olarak kullanılan su itici maddelerden biri olan parafin alternatif olarak iki farklı vaks-mum türü seçilmiş ve etkinlikleri değerlendirilmiştir. Levha örneklerinin 2-24 saat süre için kalınlığına şişme (KŞ) ve su alma (SA) değerleri, yüzey pürüzlülük parametreleri ile yüzey sertlik değerleri belirlenmiştir. Ölçümler sonucunda, kontrol grubuna kıyasla diğer grupların KŞ ve SA oranlarında belirgin derecede iyileşme olduğu belirlenmiştir. Özellikle sadece parafin, parafin-balmumu ve parafin-soya vaksı karışımlarının tutkala ilave edildiği grupların oldukça düşük SA ve KŞ değerleri verdiği görülmüştür. Yüzey pürüzlülük parametreleri ise vaks türüne, uygulama yöntemine bağlı olarak değişim göstermiştir. En yüksek yüzey sertlik değeri balmumu ve parafinin karışım halinde yüzeye uygulandığı grupta elde edilmiştir. Buna göre, kullanılan bitkisel ve hayvansal vaks türlerinin de su itici etki gösterebilecekleri, özellikle uygun yöntem ve farklı kombinasyonlarla uygulanmaları durumunda etkinliklerinin artırılabilirliği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Lif levha, su iticilik, vaks, balmumu, soya vaksı

Abstract

As known, the low resistance of wood-based panel products, especially when exposed to water and moisture in places of use, is one of the disadvantageous properties of these products that need to be improved. For this reason, various water repellents are used during the production of panels in order to increase their resistance to water and moisture. In this study, two different types of wax were selected as alternatives to paraffin, which is one of the water repellents commonly used in fiberboard production, and their effectiveness was evaluated. Thickness swelling (TS), water absorption (WA) values for 2 and 24 hours, surface roughness parameters and surface hardness values of the fiberboard samples were determined. As a result of the measurements, it was determined that there was a significant improvement in the TS and WA values of other groups compared to the control group. In particular, it was observed that the groups in which only paraffin, mixtures of paraffin-beeswax and paraffin-soy wax were added to resin gave the lowest WA and TS values. The surface roughness parameters of the samples were changed depending on the wax type and application method. The highest surface hardness value was obtained from the group where a mixture of beeswax and paraffin was applied to the surface. According to these results, it is thought that these waxes of plant and animal origin can also provide water repellent properties, and their effectiveness can be increased, especially in applications of suitable methods and different combinations.

Keywords: Fiberboard, water repellency, wax, beeswax, soy wax

1. Giriş

Teknolojinin gelişmesi ve buna bağlı olarak tüketici beklentilerinin yükselmesi ile birlikte günlük hayatta kullanılan birçok yenilikçi ürünün, geliştirilmiş özelliklere sahip alternatif hammadde ve malzemelerle üretilmesi söz konusu olmuştur.

Her ne kadar bu alternatif malzemeler özellikleriyle avantajlı olarak düşünülüp üretimlerde tercih edilse de, yine de insanlığın yaşam döngüsünde en vazgeçilmez ve değişmez ana hammadde kaynaklarından biri de odundur.

Bilindiği üzere selüloz, hemiselüloz ile ligninden oluşan ve anizotropik bir biopolimer olan odun higroskopik özellik göstermektedir. Odun lif kompozitlerinin rutubetle temas etmesi boyutsal kararsızlığa sebep olabilmekte ve bu durum da onların belirli ortam koşullarında uygulamalarını sınırlandırabilmektedir (Chen ve ark., 2020).

Lif ve yonga levhanın su ve rutubetli ortamlarla temas etmesi halinde oluşan çatlama (daralma-genişleme) problemini azaltmak amacıyla ise parafin ve mum gibi bazı hidrofobik maddeler kullanılmaktadır. Parafin ve mumlar polar yapıda olmadıklarından dolayı kimyasal yönden aktif özellik göstermezler. Hidrofobik etkileri, liflerin kılcal boşluklarına girmek suretiyle; suyun bu boşluk kısımlara girişini önlemek yoluyla olmaktadır. Parafinler emülsiyon halinde süspansiyonlara ilave edilmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Parafin-vaks petrolen rafine edilmiş kompleks bir hidrokarbon olup çoğunlukla tipik bir erime noktasına (46-68 °C arasında) sahip olan beyaz, kokusuz, tatsız, mumsu katı bir maddedir. Suda çözünmemekte, ancak benzen, eter ve belirli esterler gibi çeşitli çözücülerde çözünmektedir (Khan ve ark., 2019).

Yonga levha, lif levha gibi kompozit ürünlerde vaks emülsiyonlarının kullanılması durumunda, levha su ile temas ettiği zaman suya karşı mükemmel dayanım ve boyutsal stabilite sağlanmaktadır (Youngquist, 1999).

Uzun zincirli karboksilik asitlerin ve alkollerin esterleri olan vaksların doğal ve sentetik türleri mevcuttur (Scholz ve ark., 2010). Vakslar, yenilenebilir ve yenilenemez çeşitli doğal kaynaklardan ya da sentetik kaynaklardan üretilirler. Yenilenebilir vakslar bitkisel ve hayvansal kaynaklı olup yenilenemez vakslar ise mineral kaynaklıdır (Tinto ve ark., 2017).

Balmumu vaksı yenilenebilir, kompleks yapıda, hayvansal doğal bir vaks türüdür. Kısmen kristallen yapıda olup hidrofobik özellik göstermektedir.

Erime sıcaklığı 61-67 °C arasında değişmektedir (Németh ve ark., 2015). Önemli arı ürünlerinden biri olan bu vaksın büyük bir kısmı mum yapımı, cilalama ve diğer teknik amaçlar için kullanılmaktadır. Ayrıca bu vaks türü kozmetik, ilaç, gıda ve diğer birçok farklı sanayiye de kapsayacak şekilde çok geniş bir kullanım alanına sahiptir (Kacáňová ve ark., 2012). Balmumu vaksı anti-inflamatuar, anti-stres, yara iyileştirici, antimikrobiyal ve antioksidan özellik göstermektedir (Zhang ve ark., 2018). Balmumunun sarı balmumu ve beyaz balmumu olarak iki türü bulunmaktadır. Sarı balmumu katı fazda kırılğan iken, beyaz balmumu ise daha esnektir (Amin ve ark., 2017).

Soya vaksı, soya fasulyesinden elde edilmekte olup ucuz, doğal, çevre dostu, biyobozunur bir vaks türüdür. Sağlık ve çevresel koruma açısından önemli avantajlara sahiptir (Shen ve ark., 2020). Soya vaksı mum, mürekkep, diş ipi, sabun ve losyonların yapımında da kullanılmaktadır (Ibrahim, 2020). Balmumu ve soya vaks arasındaki temel fark, soya vaksın bir miktar parafin içerirken balmumunun hiç parafin içermemesidir. Ayrıca, balmumu ve soya vaksının çevre üzerinde olumsuz etkisi olmayan iki çevre dostu alternatif vaks türü olduğu söylenebilir (URL-1).

Farklı vaks türlerinin odun ve odun esaslı levha özelliklerindeki etkinliklerini değerlendirmek üzere çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Scholz ve ark. (2010) sarıçam ve kayın odununda farklı vaks türleriyle empenye işleminin, çalışmalarında araştırılan termit türlerine karşı önemli etkinliklerinin olduğunu ve bu odun örneklerinin biyolojik dayanımlarını artırdıklarını bulmuştur.

Németh ve ark. (2015) yaptıkları çalışma sonucunda, balmumu ile empenyeli kavak ve kayın odunlarının toprakla temas sonucunda daha az bozduklarını ve odunu tahrip eden organizmalara karşı dayanımlarının iyileştiğini belirtmiştir. Ren ve ark. (2016), sıkıştırılmış kavak odununda modifiye balmumunun yüzey özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Li ve ark. (2020) *Pterocarpus soyauxii* odununun balmumu ile empenyesi sonucunda boyutsal stabilitenin iyileştiğini ve yüzey hidrofobikliğinin arttığını bulmuştur. Akcay (2020) balmumu vaksıyla empenyeli farklı odun türlerinin bazı teknolojik özelliklerini araştırmış ve balmumu empenyeli örneklerin su itici etkinlik gösterdiğini, mantar çürüklük dayanımlarının ve bazı odun türleri için de sertlik değerlerinin artış gösterdiğini tespit etmiştir.

Lötter ve Evans (2019), OSB'lerde su iticiler olarak farklı vaks türlerinin etkinliklerini değerlendirmiştir. Kryński ve Kowaluk (2021) çalışmasında

MDF’de balmumu ilavesinin hidrofobik madde olarak etkinliğini araştırmış ve su alma ile kalınlığına şişme değerlerinin iyileştiğini bulmuştur.

Bu çalışmanın amacı, odun esaslı levhaların üretiminde yaygın kullanılan parafine alternatif olarak hayvansal balmumu ve bitkisel soya vaksının lif levha üretiminde hidrofobik madde olarak kullanım etkinliklerini araştırmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, levha üretimleri için lifsel hammadde olarak kayın-çam karışımı; ilave maddeler olarak ise parafin emülsiyonu ile ticari olarak satılan hayvansal beyaz balmumu ve bitkisel soya vaksı kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. İlave maddelerin uygulanması ve levha üretimi

İlave maddelerin uygulanması iki yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk yöntem bu maddelerin tutkala karıştırılması; ikinci yöntem ise taslak yüzeyine sürülmesi şeklindedir. Levha grupları ve içerikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Levha grupları
Table 1. Panel groups

Levha grupları	İçerik	Yöntem
B	(%1) Balmumu	Tutkala karıştırma
SV	(%1) Soya vaksı	
B+P	(%0,5+%0,5) Balmumu+parafin	
SV+P	(%0,5+%0,5) Soya vaksı+parafin	
P	(%1) Parafin	
K	Kontrol	
B _{yüzey}	(%1) Balmumu	Yüzey uygulama
SV _{yüzey}	(%1) Soya vaksı	
B+P _{yüzey}	(%0,5+%0,5) Balmumu+parafin	
SV+P _{yüzey}	(%0,5+%0,5) Soya vaksı+parafin	

Beyaz balmumu ile soya vaksı hem tek olarak hem de yarı yarıya parafinle karışım halinde %1 oranında kullanılmıştır. Bu maddeler eritmek suretiyle hazırlanmıştır.

Levha üretim aşamasında öncelikle kayın-çam karışımı lifler, üretim için istenen rutubet derecesine ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Hazırlanan lifler, %13 üre formaldehit tutkalı içine eklenen ilave maddeler ve %1 amonyum sülfat karışımıyla tutkalanmış, hemen sonra serme işlemine geçilmiştir. Hazırlanan taslaklar, 180 °C sıcaklıkta 7 dakika

süre ile preslenmiş ve levhalar üretilmiştir. İkinci yöntem olarak ise, bu ilave maddeler levha taslak yüzeyine sürülerek uygulanmış ve daha sonra levha üretimleri gerçekleştirilmiştir. Tüm levhaların klimatize ve boyutlandırılma işlemleri yapılarak örnekler ilgili testlere hazır hale getirilmiştir.

2.2.2. Kalınlığına şişme ve su alma

Levha örneklerinin 2 ve 24 saat süre ile suda bekletme sonrası kalınlığına şişme ve su alma değerleri EN 317 standardına göre belirlenmiştir (EN 317, 1993).

2.2.3.Yüzey pürüzlülük parametreleri

Üretilen levha örneklerinin Ra, Rq, Rz yüzey pürüzlülük parametreleri Mitotuya SJ-200 yüzey pürüzlülük test cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

2.2.4. Yüzey sertliği

Levha örneklerinin yüzey sertlik değerleri shoremetre (Shore-D) kullanılarak ölçülmüştür.

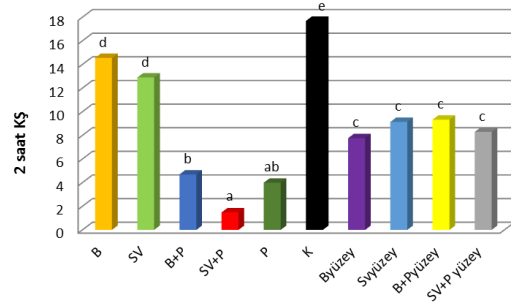
2.2.5. İstatistiksel analiz

Elde edilen sonuçların istatistiksel analizi SPSS 22 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilere Basit Varyans Analizi (BVA) uygulanmış ve gruplar arasındaki anlamlı farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kalınlığına şişme ve su alma

Levha örneklerinin 2 ve 24 saat suda bekletme sonrası kalınlığına şişme (KŞ) ve su alma (SA) değerlerindeki değişim ile Duncan testi sonucunda belirlenen homojenlik gruplarının gösterimi sırasıyla Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4’te verilmiştir.

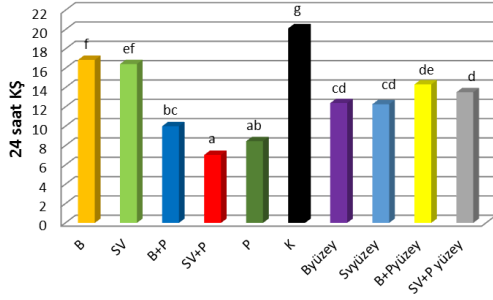


Şekil 1. 2 saat kalınlığına şişme değerleri
Figure 1. Thickness swelling values for 2h

Şekil 1’den görüldüğü üzere 2 saat süredeki kalınlığına şişme değerleri üzerinde kullanılan maddelerin ve uygulama yöntemlerinin belirgin derecede etkisi bulunmaktadır.

Beyaz balmumu, soya vaksı ve parafin içeren tüm levha grup örneklerinin 2 saat KŞ değerlerinin kontrol levha örneğinin değerine (%17,69) kıyasla dikkate değer derecede düşük oldukları görülmektedir. En düşük KŞ değeri tutkala karıştırma yöntemi ile üretilen SV+P (%1,49) grubu örneklerinden elde edilmiştir. SV+P grubu neredeyse kalınlığına yönde hiç şişme göstermemiştir. Balmumu ve parafin içeren B+P grup örnekleriyle de sadece parafin içeren gruba yakın değerler elde edilmiştir.

Yöntem farklılığının etkisine bakıldığında ise her iki yöntemin de KŞ değerlerinin azalmasında önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak balmumu ve soya vaksının tek başlarına tutkala katıldıklarında uygulanma güçlüğünden de kaynaklı olarak etkinliklerinin daha az olduğu gözlenmiştir. Yüzeğe sürme yöntemi uygulanan tüm gruplarda ise uygulama kolaylığından da kaynaklı daha stabil sonuçlar elde edilmiş ve bu yöntemle üretilen levhaların KŞ değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir.



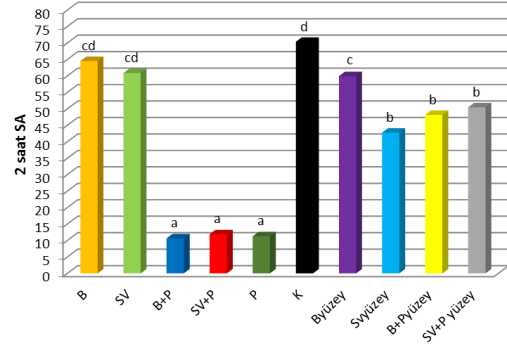
Şekil 2. 24 saat kalınlığına şişme değerleri
Figure 2. Thickness swelling values for 24h

Şekil 2 incelendiğinde, 24 saat süre sonunda ölçülen KŞ değerlerinin uygulanan madde türleri ve uygulama yöntemlerine göre değişim gösterdiği görülmektedir.

İki farklı yöntem ile uygulanmış beyaz balmumu, soya vaksı ve parafin içerikli tüm levha grup örneklerinin 24 saat KŞ değerlerinin kontrol değerine kıyasla düşük olduğu belirlenmiştir. En düşük KŞ değeri tutkala karıştırma yöntemi ile üretilen SV+P (%7,03) grubu ile elde edilmiştir. En yüksek KŞ değeri ise kontrol grubunda bulunmuştur. Balmumu ve soya vaksının tek olarak %1 oranında tutkala karıştırılması ile üretilen B ve SV levha gruplarından, tüm gruplar içerisinde kontrol grubundan sonraki en yüksek değerler elde edilmiştir.

Yüzeğe sürme yöntemi uygulanan tüm levha gruplarının değerlerinin de kontrol grubundan daha düşük olduğu görülmektedir. Bu yöntemin uygulanması ile tüm gruplarla olumlu sonuçlar elde

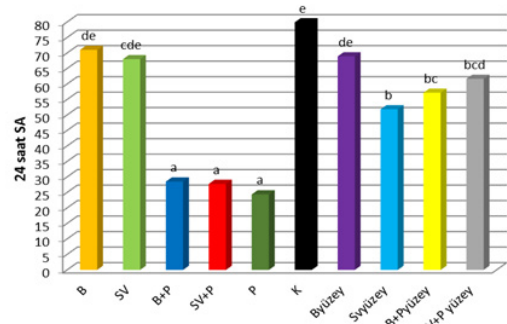
edilmiştir. B_{yüzey} ve SV_{yüzey} yüzey uygulamalı levha grupları içerisinde daha düşük KŞ değerleri veren gruplar olup aynı homojenlik grubunda yer almaktadır. Kryński ve Kowaluk (2021) çalışmasında MDF’de balmumu ilavesinin levha örneklerinin kalınlığına şişme değerlerini iyileştirdiğini bulmuştur.



Şekil 3. 2 saat su alma değerleri
Figure 3. Water absorption values for 2h

Şekil 3 incelendiğinde 2 saat SA değerlerinde kullanılan maddelerin ve uygulama yöntemlerinin belirgin düzeyde etkisinin bulunduğu görülmektedir. Kontrol grubu dışındaki tüm levha gruplarının SA değerleri kontrol grubunun SA değerine (%70,36) kıyasla daha düşük olarak bulunmuştur. Özellikle tutkala karıştırma yöntemiyle üretilen B+P (%10,62), SV+P (%11,89) ve sadece parafin içeren P (%11,28) grupları en düşük ve birbirine yakın değerler vererek istatistiksel değerlendirme sonucunda aynı homojenlik grubunda sınıflandırılmıştır.

Yüzeğe uygulanma yöntemiyle üretilen levha grupları ile kontrol grubuna kıyasla daha düşük değerler elde edilmiştir. Yüzeğe uygulanma yapılan SV_{yüzey}, B+P_{yüzey} ve SV+P_{yüzey} grupları birbirine yakın SA oranlarıyla aynı homojenlik grubunda yer almıştır.



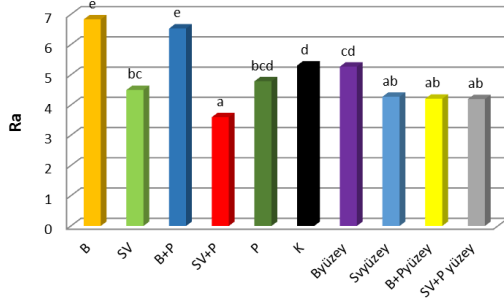
Şekil 4. 24 saat su alma değerleri
Figure 4. Water absorption values for 24h

Şekil 4'ten görüldüğü üzere 24 saat SA değerleri kullanılan ilave maddelere ve uygulama yöntemlerine bağlı olarak değişim göstermiştir. Gruplar arasında en yüksek SA değerinin kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir. Özellikle tutkalla karıştırma yöntemi ile üretilen B+P (%28,49), SV+P (%27,76) ve P (%24,36) gruplarının tüm gruplarla karşılaştırıldığında çok daha düşük SA oranları gösterdikleri ve bu üç levha grubunun aynı homojenlik grubunda olduğu görülmektedir. Tutkalla karıştırma yöntemi ile üretilen B ve SV gruplarının SA değerlerindeki azalma bu yöntemin uygulandığı diğer gruplara kıyasla daha sınırlı kalmıştır (Şekil 4).

Yöntem olarak yüzey uygulaması yapılan levha gruplarında da kontrole kıyasla su alma değerlerinin azaldığı, ancak bu değerlerin tutkalla ilave edilerek üretilen B+P, SV+P ve P gruplarına kıyasla çok daha yüksek olduğu Şekil 4'ten görülmektedir. Yüze sürme yöntemi gruplarında en düşük SA değeri ise SV^{yüzey} grubunda tespit edilmiştir. Kryński ve Kowaluk (2021) tarafından yapılan bir çalışmada da balmumunun MDF örneklerinin su alma değerlerini belirgin ölçüde azalttığı belirlenmiştir.

3.2. Yüzey pürüzlülük parametreleri

Levha örneklerinin yüzey pürüzlülük parametre (Ra, Rq, Rz) değerleri sırasıyla Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7' de verilmiştir.

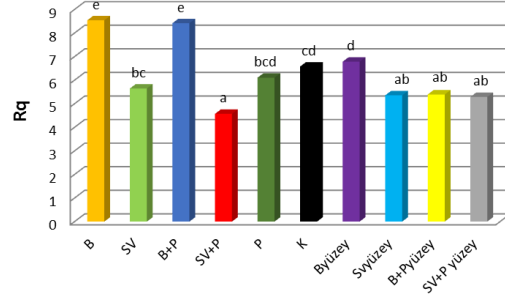


Şekil 5. Ra değerleri
Figure 5. Ra values

Şekil 5 incelendiğinde en düşük Ra değerinin SV+P (3,60 µm) grubunda, en yüksek Ra değerlerinin ise balmumunun %1 oranında tutkalla karıştırılarak uygulandığı B (6,83 µm) grubu ve balmumu ile parafin içeren B+P (6,53µm) grubunda olduğu görülmektedir. BVA sonucunda B ve B+P grupları arasında anlamlı farklılıklar görülmediğinden bu gruplar aynı homojenlik grubunda yer almıştır.

Şekil 5'ten görüldüğü üzere, özellikle yüzeye sürme yöntemi ile üretilen SV^{yüzey}, B+P^{yüzey} ve SV+P^{yüzey} gruplarında birbirine yakın değerler elde

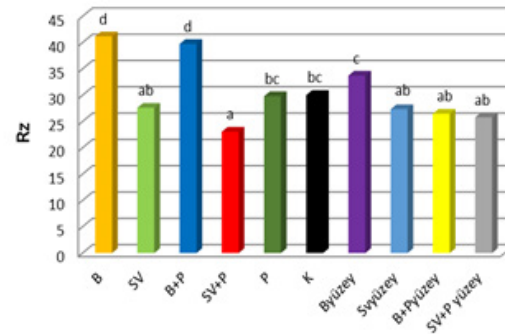
edilmiş ve BVA sonucunda da bu üç grubun aynı homojenlik grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, her üç yüzey uygulamasının da levhaların yüzey pürüzlülük değerlerini kontrol örneğine kıyasla azalttığı tespit edilmiştir.



Şekil 6. Rq değerleri
Figure 6. Rq values

Şekil 6'daki Rq değerleri incelendiğinde; en düşük değer tutkalla karıştırma yöntemi ile üretilen SV+P (4,57 µm) grubunda, en yüksek değerlerin ise balmumunun %1 oranında tutkalla karıştırılarak uygulandığı B (8,54 µm) ve B+P (8,42 µm) gruplarında olduğu görülmektedir. Yapılan istatistikî değerlendirme sonucunda B ve B+P gruplarının aynı homojenlik grubunda yer aldığı, diğer tutkalla karıştırma yöntemi ile üretilen levha grupları arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 6'dan görüleceği üzere, yüzeye sürme yöntemi uygulanan gruplarda B^{yüzey} grubu hariç kontrol grubundan daha düşük değerler elde edilmiştir. Bu uygulama yöntemi gruplarından SV^{yüzey}, B+P^{yüzey} ve SV+P^{yüzey} grupları birbirine yakın sonuçlar vermiş ve aynı homojenlik grubunda yer almıştır.



Şekil 7. Rz değerleri
Figure 7. Rz values

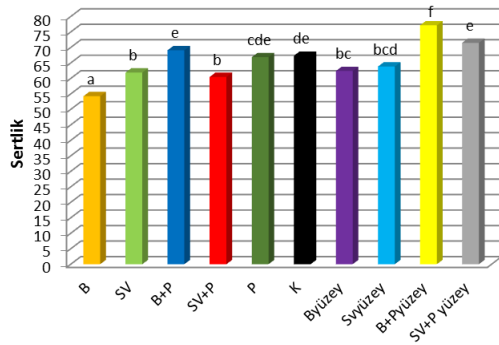
Şekil 7 incelendiğinde Rz'nin kullanılan ilave maddelere ve uygulama yöntemine göre değişim gösterdiği görülmektedir. En düşük Rz değerinin tutkalla karıştırma yöntemi ile üretilen SV+P (23,06

µm) grubunda, en yüksek Rz değerlerinin ise yine tutkala karıştırma yönteminin uygulandığı B (41,18 µm) ve B+P (39,74 µm) gruplarında olduğu görülmektedir. En pürüzlü yüzeyler balmumu içeren bu iki grupta elde edilmiştir. Parafin içeren P grubu ile kontrol grubunun değerine yakın değerler elde edilmiş ve bu iki grup aynı homojenlik grubunda yer almıştır.

Ayrıca yüzeye sürme yöntemi ile üretilen SV^{yüzey}, B+P^{yüzey} ve SV+P^{yüzey} grubu levhaların da düşük Rz değerlerine sahip olduğu ve bu üç grubun da tutkala karıştırma yöntemi SV grubu ile birlikte aynı homojenlik grubu içerisinde yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 7).

3.3. Yüzey sertliği

Levha örneklerinin yüzey sertlik değerleri Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8.Yüzey sertlik değerleri
Figure 8. Surface hardness values

Şekil 8 incelendiğinde, yüzey sertlik değerlerinin uygulanan yöntem ve ilave madde türüne bağlı olarak değişim gösterdiği görülmektedir. En düşük sertlik değeri balmumunun %1 oranında tutkala karıştırıldığı B (54,24) grubunda görülürken; en yüksek sertlik değeri yüzeyden uygulama yapılan B+P^{yüzey} (77,12) grubunda elde edilmiştir. Yine Şekil 8’den görüleceği üzere, tutkala karıştırma yöntemiyle üretilen B+P grubu ile yüzeye sürme yöntemiyle üretilen SV+P^{yüzey} grubu da kontrol grubundan daha yüksek değerler veren diğer gruplar olup bu iki grup aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Kontrol (67,28) grubu ve P (66,83) grubu da birbirine çok yakın sertlik değerleri vermiştir.

Tutkala karıştırma yöntemiyle üretilen SV grubu ile SV+P grubu da kontrol grubuna kıyasla daha düşük sonuçlar vermiş ve bu iki grup birbirine yakın değerlerle aynı homojenlik grubunda yer almıştır. Lesar ve Humar (2011)’in çalışmasında da vaks ile işlem görmüş odunun sertlik değerlerinin

arttığı belirtilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmanın sonucunda, levha uygulamalarında balmumu ve soya vaksinin kullanımının da parafin kullanımına benzer şekilde belirgin düzeyde su itici etki sağladığı görülmüştür. Parafin, parafin-balmumu ile parafin-soya vaksinin karışım halinde kullanıldığı ve tutkala karıştırılarak uygulandığı gruplarda kontrole kıyasla önemli derecede düşük KŞ ve SA değerleri elde edilmiştir. Balmumu ve soya vaksinin özellikle %1 oranında tek olarak tutkala karıştırılmasında uygulama zorluğu olduğu görülmüş ve bu grupların KŞ ile SA değerlerinde görülen azalma eğiliminin bu durumdan kaynaklı olarak daha sınırlı olduğu gözlenmiştir. Yüzeyden uygulama yönteminin; yüzey düzgünlüğü ve yüzey sertliği değerlerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, doğal vaks türlerinin odun ve odun esaslı levha özelliklerini iyileştirebileceği, etkili su iticiler olarak parafine alternatif olarak kullanılabilmesi ve farklı kombinasyonlarla deneyerek etkilerinin artırılabilmesi düşünülmektedir.

Açıklama

Bu makale, 6-9 Aralık 2021 tarihleri arasında Trabzon-Türkiye’de düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuş ve bildiri özetleri kitabında özet olarak basılmıştır. Ancak, tam metin olarak başka bir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

- Akcay, C., 2020. Determination of decay, larvae resistance, water uptake, color, and hardness properties of wood impregnated with honeybee wax. *BioResources*, 15(4), 8339-8354.
- Amin, M., Putra, N., Kosasih, E. A., Prawiro, E., Lunto, R. A., Mahlia, T. M. I., 2017. Thermal properties of beeswax/graphene phase change material as energy storage for building applications. *Applied Thermal Engineering*, 112, 273-280. DOI:10.1016/j.applthermaleng.2016.10.085
- Chen, J., Wang, Y., Cao, J., Wang, W., 2020. Improved water repellency and dimensional stability of wood via impregnation with an epoxidized linseed oil and carnauba wax complex emulsion. *Forests*, 11(3), 271.
- EN 317, 1993. Particleboards and Fiberboards, Determination of Swelling in Thickness After Immersion, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- Eroğlu, H. ve Usta, M., 2000. Lif levha Üretim Teknolojisi, KTÜ. Orman Fakültesi Yayınları, 200-30, Trabzon.

-
- Ibrahim, A. I., 2020. Production of Water Repellent Coating Using Beeswax and Soy Wax. In 7th International Conference on Islamic Education 2020 (ICIEd 2020), p. 661, Malaysia.
- Kacániová, M., Vuković, N., Chlebo, R., Haščík, P., Rovna, K., Cubon, J., Džugan M., Pasternakiewicz, A. 2012. The antimicrobial activity of honey, bee pollen loads and beeswax from Slovakia. *Archives of Biological Sciences*, 64(3), 927-934.
- Khan, K. A., Hazrat Ali, M., Obaydullah, A. K. M., Wadud, M. A., 2019. Production of candle using solar thermal technology. *Microsystem Technologies*, 25(12),4505-4515.
- Kryński, K., Kowaluk, G., 2021. Application of beeswax as a hydrophobic agent in MDF technology. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW. Forestry and Wood Technology*,114, 59-69.
- Lesar B., Humar M., 2011. Use of wax emulsions for improvement of wood durability and sorption properties. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69(2), 231-238. DOI:10.1007/s00107-010-0425-y
- Li, Y., Qian, J., Wang, Z., Qu, L., Gao, J., Yi, S., He, Z., 2020. Effect of beeswax impregnation on the dimensional stability, surface properties, and thermal characteristics of wood. *BioResources*, 15(2), 2181-2194.
- Lötter, B.T., Evans, P. D., 2019. Sprayable hot melt waxes as water repellents for oriented strand board, *International Wood Products Journal*, 10(3), 102-110, DOI: 10.1080/20426445.2019.1637609
- Németh, R., Tsalagkas, D., Bak, M., 2015. Effect of soil contact on the modulus of elasticity of beeswax-impregnated wood. *BioResources*, 10(1), 1574-1586.
- Ren, L., Cai, Y., Ren, L., Yang, H., 2016. Preparation of Modified Beeswax and Its Influence on the Surface Properties of Compressed Poplar Wood. *Materials*, 9(4), 230.
- Scholz, G., Militz, H., Gascón-Garrido, P., Ibiza-Palacios, M. S., Oliver-Villanueva, J. V., Peters, B. C., Fitzgerald, C. J., 2010. Improved termite resistance of wood by wax impregnation. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 64(8), 688–693. DOI:10.1016/j.ibiod.2010.05.012
- Shen, T., Fan, S., Li, Y., Xu, G., Fan, W., 2020. Preparation of edible non-wettable coating with soybean wax for repelling liquid foods with little residue. *Materials*, 13(15), 3308.
- Tinto, W. F., Elufioye, T. O., Roach, J., 2017. Waxes. In: *Pharmacognosy*, Chapter 22, Academic Press, 443–455. DOI:10.1016/b978-0-12-802104-0.00022-6
- URL-1:[https://pediaa.com/what-is-the-difference-between-beeswax-and-soy-wax/\(Ziyaret_tarihi:03.01.2022\)](https://pediaa.com/what-is-the-difference-between-beeswax-and-soy-wax/(Ziyaret_tarihi:03.01.2022))
- Youngquist, J. A., 1999. Wood-based composites and panel products. Wood handbook: wood as an engineering material. Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999. General technical report FPL; GTR-113: Pages 10.1-10.31, 113.
- Zhang, Y., Simpson, B. K., Dumont, M. J., 2018. Effect of beeswax and carnauba wax addition on properties of gelatin films: A comparative study. *Food bioscience*, 26, 88-95.

Türkiye ve dünyada orman ürünleri sanayi sektörüne ait bazı ürünlerin karşılaştırmalı analizleri

Comparative analysis of some products of the forest products industry sector in Turkey and the world

İbrahim YILDIRIM¹ 
Eyşan EMİROĞLU¹ 

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

İbrahim YILDIRIM
ibrahim@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

22.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

14.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Yıldırım, İ. & Emiroğlu, E. (2022). Türkiye ve dünyada orman ürünleri sanayi sektörüne ait bazı ürünlerin karşılaştırmalı analizleri. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 155-164. DOI: 10.17568/ogmoad.1090122

Öz

Orman ürünleri endüstrisinin ulusal ve uluslararası ticaretteki yeri çok önemlidir. Orman ürünleri endüstrisinin pek çok sektöre ileri ve geri nitelikte bağlantılı halde bulunması ve bu sektörler önemli bir girdi kaynağı olabilmesi de önem arz etmektedir. Orman ürünleri denince akla pek çok ürün gelmektedir. Bu çalışmada ise ürün bazında odun esaslı levhalar, kereste, endüstriyel yuvarlak odunlar, kağıt ve karton, yonga levhalar ve lif levhalar kullanılmış olup bu ürünlerin üretim, ihracat ve ithalat miktar ve değerlerinin belirlenen ülkeler arasında karşılaştırılması yapılmıştır.

Çalışmanın amacı, ülkemizin orman ürünleri sanayi alanındaki konumunu belirlemektir. Odun esaslı levhalar bakımından Türkiye dış ticaret fazlası olan ülkeler arasında olup 13. sıradadır. Ayrıca Türkiye üretimde 9. sırada, ithalatta 14. sırada, ihracatta ise 15. sırada yer almaktadır. İmalat sanayi yapılanması içerisinde önemli bir konuma sahip olan orman ürünleri sanayi sektörüne ait belirlenen ürünlerin karşılaştırılmasının yapılması amacıyla Aşamalı Kümeleme Analizi ve Ayırma Analizi istatistik yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İmalat sanayi, orman ürünleri sanayi, aşamalı kümeleme analizi, ayırma analizi

Abstract

The place of the forest products industry in national and international trade is very important. It is also important that the forest products industry is connected to many sectors in a forward and backward nature and can be an important source of input to these sectors. When we think of forest products, many products come to mind. In this study, wood-based panels, sawn-wood, industrial round-wood, paper and particleboard, fiberboard, and particleboard were used on the basis of product and the production, export, and import quantities and values of these products were compared among the specified countries.

The aim of the study is to determine the position of our country in the field of forest products industry. In terms of wood-based panels, Turkey is among the countries with a foreign trade surplus and ranks 13th. In addition, Turkey ranks 9th in production, 14th in imports, and 15th in exports. Hierarchical Cluster Analysis and Discriminant Analysis statistical methods were used to compare the specified products belonging to the forest products industry, which has an important position in the manufacturing industry structure.

Keywords: Manufacturing industry, forest products industry, hierarchical cluster analysis, discriminant analysis



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Orman ürünleri sektörü, ülke ekonomisine yön veren birçok sanayi dalının vazgeçilmez bir unsurudur. Aynı zamanda bu sektör; inşaat, mobilya, demir-çelik, taşımacılık gibi sektörlerle önemli katkılar sağlamaktadır (Şahin, 2016).

Orman ürünleri sektörünün ana ticari ürünü odundur. Odun birçok endüstriyel amaçla kullanılmakla birlikte, kâğıt hamuru ve kâğıt orman ürünlerinin en sık kullanıldığı sektörlerdir. Orman ürünleri sektörü denildiğinde; oldukça geniş ürün grupları ve hizmet sunulan sektör portföyü kastedilmektedir (Şahin, 2016). Orman ürünleri sanayi irili ufaklı binlerce işletmeden oluşan imalat sanayinin bir alt sektörüdür. Bu sektörde kendi içerisinde alt sektörlerle veya faaliyet gruplarına ayrılmaktadır (Yıldırım, 2006).

Ülkemizde orman ürünleri sanayi, 19'uncu yüzyıl sonlarına kadar sadece bıçkı sanayi görünümünde su ve el hızzarları şeklinde kalmış ve çok ağır bir gelişim göstermiştir. Her ne kadar fıçıcılık, düvencilik, saban, yaba gibi tarım araçları, küçük el sanatları şeklinde yapılan bölgesel çalışmalar 12'nci yüzyıla kadar uzanmakta ise de bunları bir sanayi karakterinde görmek mümkün değildir. Yurdumuzda ilk tesisler 19'uncu yüzyıl sonlarında görülmeye başlamıştır. İlk kereste fabrikası 1892 yılında İstanbul'da kurulmuş ve 2'nci yüzyıl başlarından itibaren sayıları artmaya başlamıştır. Yapılan bir araştırma sonucuna göre ülkemizde 1938 yılında 33 adet kereste fabrikasının olduğu anlaşılmaktadır (URL-1, 2021).

Diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de önce bıçkı sanayinde başlayan gelişme diğer kollarda ancak 20'nci yüzyılın ikinci yarısından itibaren görülmeye başlamıştır. Ülkemizde 1963 yılında plânlı dönemin başlamasıyla birlikte orman ürünleri sanayinde hızlı bir gelişme başlamış, tüm teknolojiler yurdumuza getirilmiş ve bu sanayi kolu ülkemiz şartlarına göre çok büyük boyutlara ulaşmıştır (Şahin, 2013).

Uluslararası standart sanayi sınıflandırmasına göre imalat sanayinin ikili bir alt sanayi grubu olan orman ürünleri sanayi; ara malı üreten sanayiler arasında yer alan ağaç ve mantar ürünleri ile tüketim malı üreten sanayiler arasında yer alan mobilya sanayinden oluşmaktadır (Yıldırım, 2006).

Birçok endüstriye yarı mamul veya hammadde olarak girdi sağlamasından dolayı orman varlığı ve orman ürünleri ülkelerin ekonomik kalkınmalarında oldukça önemli yer edinmektedir (Kara ve ark., 2019).

Orman ürünleri sanayisi üç ana grupta sınıflandırılabilir:

1. Birincil imalat sanayi: Kereste endüstrisi, levha endüstrisi (kaplama, kontrplak, kontratabla, yonga levha, lif levha vb.), kâğıt hamuru ve kâğıt endüstrisi.
2. İkincil imalat sanayi: Birincil imalat sanayisinin mamul ve yarı mamullerini hammadde olarak kullanan parke, doğrama, mobilya, prefabrik ev üretimi vb.
3. Diğer orman ürünleri sanayi: Müzik aletleri, ayakkabı kalıbı, ahşap oyuncak, ahşap torna mamulleri, kalem sanayi vb.'dir. Dünyada ortalama olarak kesilen ağaçların yarısı yakacak olarak diğer yarısı da kâğıt imalatında ve çeşitli işlerde kereste olarak kullanılmaktadır (Bakır, 2019).

Odun hammaddesinin kullanım değerini artırmak amacıyla faaliyet gösteren sektör konumunda olan orman ürünleri sanayi ekonomimiz içerisinde ağırlığını zamanla artırabilen bir yapıya sahip olmuştur. Gerek istihdam ettiği çalışanlar ve gerekse üretim sürecine aktardığı ürünler ile kalkınma sürecinde etkili olmuş ve ekonomik faaliyetlerin gelişimini sağlamıştır (Yıldırım, 2006).

Ada (2011), Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma açısından Avrupa Birliği üye ülkeleri karşısındaki konumu, kümeleme analizi yöntemleri çerçevesinde 15 sürdürülebilir kalkınma değişkenini kullanarak belirlemeye çalışmıştır. Hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden Ward yöntemini ve hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden K-ortalama yöntemini kullanmıştır. Uzaklık matrisinin belirlenmesinde Öklid uzaklığını kullanmıştır. Değişkenlere ait analiz sonuçlarına göre, Türkiye'nin AB ortalamasında bir sürdürülebilir kalkınma düzeyine sahip olduğu ve AB ülkelerinden büyük farklılıklar göstermediğini söylemiştir.

Alkan (2012), kümeleme analizine teorik olarak değinmiş ve diskriminant analizini de anlatmıştır. Farklı kümeleme yöntemleriyle Bingöl, Elazığ, Malatya, Tunceli il ve ilçe merkezlerindeki hanelerin yıllık elektrik tüketim değerleri dikkate alınarak 5 kümeye ayrılmıştır. Elde edilen kümeler, diskriminant analizi ile doğru sınıflara atanma oranları elde edilmiştir.

Şimşek (2006), çok değişkenli istatistiksel kümeleme tekniklerinden kümeleme analizi, çok boyutlu ölçekleme analizi, doğrulayıcı ve açıklayıcı faktör analizi ile elde edilen yapı geçerliliği kanıtları ve sonuçları karşılaştırmıştır.

Yıldırım (2006), Avrupa Birliği üyesi 25 ülke ve Türkiye'nin orman ürünleri sanayi alanında 12 farklı ürün grubuna ait 2002, 2003 ve 2004 yıllarındaki istatistiksel veriler incelemiştir. Orman ürünleri sanayi sektörünün AB ülkelerine kıyasla ne durumda olduğunun ortaya konulması amacıyla Aşamalı Kümeleme Analizi ve Ayırma Analizi istatistik yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Akyüz ve ark. (2019), Kümeleme analizi sonuçlarına göre, orman bölge müdürlüklerini en fazla 6 ve en az 2 gruba ayrılabilceği tespit edilmiştir. Oluşturulan gruplamalardan en yüksek başarıyı belirlemek için yürütülen ayırma analizi sonucunda orman bölge müdürlüklerinin 6'lı gruplamada %100 başarı elde ettiği saptanmıştır.

Bu çalışmada Türkiye ve dünyada orman ürünleri sanayi sektörüne ait ürünler arasından odun esaslı levhalar, endüstriyel yuvarlak odun, kâğıt ve karton, kereste, yonga levha ve lif levhaların üretim miktarları, ihracat ve ithalat miktar ve değerleri incelenmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan veriler Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) ağ sayfasından alınmıştır (URL-2, 2021). Çalışmanın ilk aşamasında ele alınan her ürün için 2019 yılı toplam üretim miktarları bulunup bu değerler ülkelerin üretim miktarlarına göre büyükten küçüğe sıralanmıştır. Üretim miktarının dünya toplam üretim miktarının yaklaşık %80'ine eşit olan ülkeler ele alındığından dolayı çalışma alanımızda ele alınan her ürün için farklılık gösteren ülkelerden oluşmaktadır. Odun esaslı levhalar için 18 ülkenin, endüstriyel yuvarlak odun için 24 ülkenin, kâğıt ve karton için 25 ülkenin, kereste endüstrisi için 19 ülkenin, yonga levha için 17 ülkenin, lif levha için ise 16 ülkenin verileri ele alınmıştır.

Belirlenen ülkelerdeki odun esaslı levhalar, endüstriyel yuvarlak odun, kâğıt ve karton, kereste, yonga levha ve lif levha ürünlerinin üretim miktarlarının, ithalat ve ihracat miktar ve değerlerinin karşılaştırma yapılabilmesi için çok boyutlu istatistik yöntemlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle çalışmanın ikinci aşamasında sayısal verilerin düzenlenmesinde Microsoft Excel programı ile ülkelerin belirlenmesi yapılmıştır.

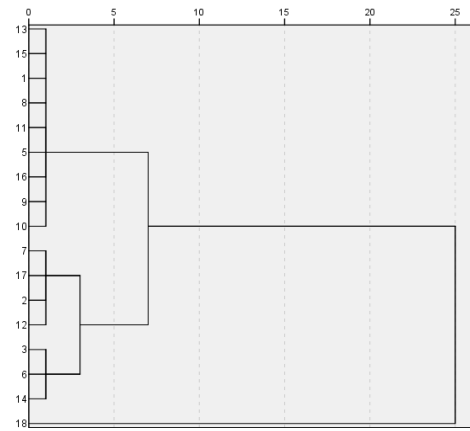
Çalışmanın üçüncü aşamasında belirlenen ülkelerin gruplandırılması ve oluşturulan grupların geçerliliğinin test edilmesi amacıyla IBM SPSS 22 for Windows istatistik paket programı kullanılmıştır. Bu paket programında ise Aşamalı Kümeleme Analizi (Hierarchical Cluster Analysis) ve Ayırma

Analizi (Discriminant Analysis) yöntemlerinden faydalanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Odun esaslı levhalar

Odun esaslı levhalar için bazı verilerinin çok yüksek olmasından dolayı Çin çıkarılarak 17 ülke Aşamalı Kümeleme Analizine (Hierarchical Cluster Analysis) tabi tutulmuştur. Yapılan aşamalı kümeleme analizi sonucunda odun esaslı levhalara ait dendrogram (Şekil 1). Oluşan dendrogram sonucuna göre 4, 3 ve 2 gruba ayrılabilceği görülmektedir.



Şekil 1. Aşamalı kümeleme analizi sonucunda elde edilen dendrogram

Figure 1. Dendrogram obtained as a result of hierarchical clustering analysis

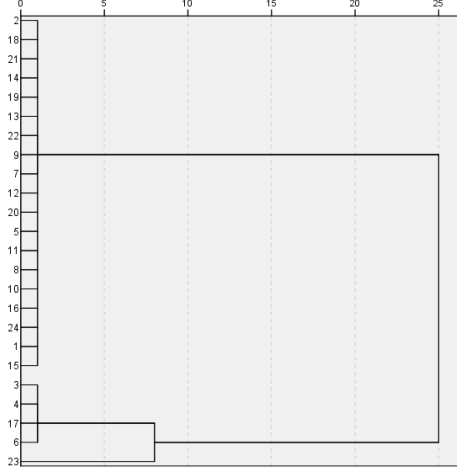
Yapılan Ayırma Analizi (Discriminant Analysis) sonucuna göre hangi grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu incelenmiştir (Tablo 1). Analiz sonucuna göre oluşan 4 grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu (Wilks' Lambda), 3 ve 2 grubun ise anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tablo 1. Aşamalı kümeleme analizi sonucuna göre oluşan gruplar ve grup üyesi ülkeler
Table 1. Groups formed according to the results of the hierarchical clustering analysis and group member countries

Gruplar	1	2	3	4
Grup üyeleri	Romanya	Hindistan	Kanada	ABD
	İspanya	Türkiye	Almanya	
	Belarus	Brezilya	Rusya	
	Endonezya	Polonya		
	Malezya			
	Fransa			
	Tayland			
	İtalya			
	Japonya			

3.2. Endüstriyel yuvarlak odun

Endüstriyel yuvarlak odun için 24 ülke Aşamalı Kümeleme Analizine tabi tutulmuştur (Şekil 2). Oluşan dendrogram sonucuna göre 3 ve 2 gruba ayrılabilceği görülmektedir.



Şekil 2. Aşamalı kümeleme analizi sonucunda elde edilen dendrogram

Figure 2. Dendrogram obtained as a result of hierarchical clustering analysis

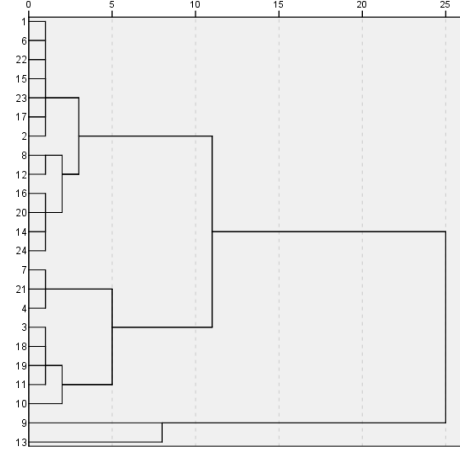
Yapılan Ayırma Analizi sonucuna göre hangi grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu incelenmiştir (Tablo 2). Analiz sonucuna göre oluşan 3 grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu 2 grubun ise anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tablo 2. Aşamalı kümeleme analizi sonucuna göre oluşan gruplar ve grup üyesi ülkeler
Table 2. Groups formed according to the results of the hierarchical clustering analysis and group member countries

Gruplar	1	2	3
	Belarus	Brezilya	ABD
	Güney Afrika	Kanada	
	Tayland	Rusya	
	Malezya	Çin	
	İspanya		
	Japonya		
	Türkiye		
	Fransa		
Grup üyeleri	Çekya		
	Endonezya		
	İsveç		
	Şili		
	Hindistan		
	Finlandiya		
	Almanya		
	Polonya		
	Vietnam		
	Avustralya		
	Yeni Zelanda		

3.3. Kağıt ve karton

Kağıt ve kartonlar için ABD ve Çin'e ait bazı verilerin çok yüksek olması nedeniyle analizi olumsuz etkilediği için çıkarılarak 23 ülke Aşamalı Kümeleme Analizine tabi tutulmuştur (Şekil 3). Oluşan dendrogram sonucuna göre 8, 6, 5, 4, 3 ve 2 gruba ayrılabilceği görülmektedir.



Şekil 3. Aşamalı kümeleme analizi sonucunda elde edilen dendrogram

Figure 3. Dendrogram obtained as a result of hierarchical clustering analysis

Yapılan Ayırma Analizi sonucuna göre hangi grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu incelenmiştir (Tablo 3). Analiz sonucuna göre oluşan 4 grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu diğer grupların ise anlamlı olmadığı görülmektedir.

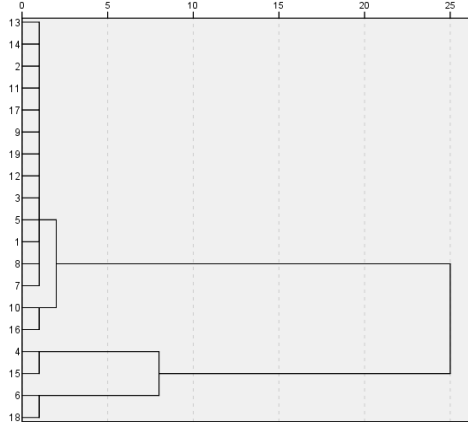
Tablo 3. Aşamalı kümeleme analizi sonucuna göre oluşan gruplar ve grup üyesi ülkeler
Table 3. Groups formed according to the results of the hierarchical clustering analysis and group member countries

Gruplar	1	2	3	4
	Avustralya	Finlandiya	Almanya	Japonya
	Tayvan	İsveç		
	Tayland	Kanada		
	Hollanda	Brezilya		
	Türkiye	G. Kore		
	Portekiz	Rusya		
Grup üyeleri	Avustralya	Endonezya		
	Fransa	Hindistan		
	İtalya			
	Polonya			
	İspanya			
	Meksika			
	B. Krallık			

3.4. Kereste endüstrisi

Kereste için 19 ülke Aşamalı Kümeleme Analizi-

ne tabi tutulmuştur (Şekil 4). Oluşan dendrogram sonucuna göre 4, 3 ve 2 gruba ayrılabilirliği görülmektedir.



Şekil 4. Aşamalı kümeleme analizi sonucunda elde edilen dendrogram
Figure 4. Dendrogram obtained as a result of hierarchical clustering analysis

Yapılan Ayırma Analizi sonucuna göre hangi grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu incelenmiştir (Tablo 4). Analiz sonucuna göre oluşan 3 grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu diğer grupların ise anlamlı olmadığı görülmektedir.

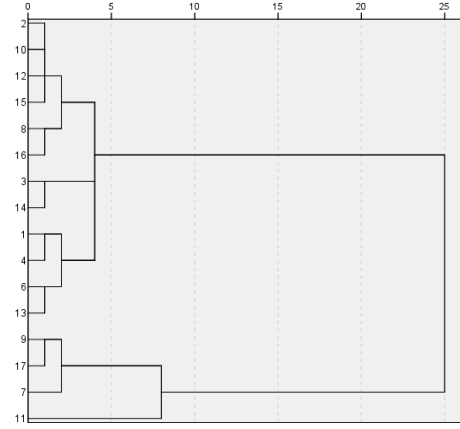
Tablo 4. Aşamalı kümeleme analizi sonucuna göre oluşan gruplar ve grup üyesi ülkeler
Table 4. Groups formed according to the results of the hierarchical clustering analysis and group member countries

Gruplar	1	2	3
Grup üyeleri	Polonya	Kanada	Çin
	Romanya	Rusya	ABD
	Belarus		
	Hindistan		
	Türkiye		
	Fransa		
	Vietnam		
	Japonya		
	Brezilya		
	Şili		
	Avustralya		
	Finlandiya		
	Çekya		
	Almanya		
	İsveç		

3.5. Yonga levha endüstrisi

Yonga levha endüstrisi için Çin'e ait bazı değerlerin çok yüksek olması nedeniyle kümelemeyi bozduğu için çıkarılarak 16 ülke Aşamalı Kümeleme Analizine tabi tutulmuştur (Şekil 5). Oluşan dendrogram sonucuna göre 8, 5, 3 ve 2 gruba ayrılabilirliği görülmektedir.

rogram sonucuna göre 8, 5, 3 ve 2 gruba ayrılabilirliği görülmektedir.



Şekil 5. Aşamalı kümeleme analizi sonucunda elde edilen dendrogram
Figure 5. Dendrogram obtained as a result of hierarchical clustering analysis

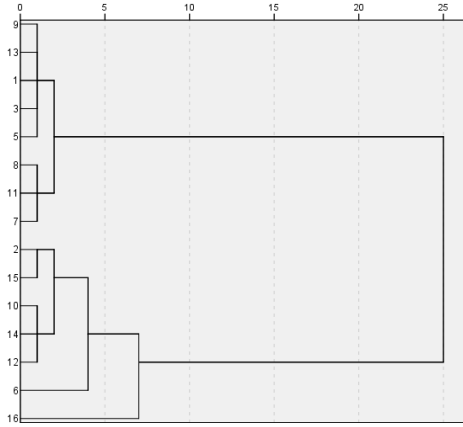
Yapılan Ayırma Analizi sonucuna göre hangi grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu incelenmiştir (Tablo 5). Analiz sonucuna göre oluşan 3 grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu diğer grupların ise anlamlı olmadığı görülmektedir.

Tablo 5. Aşamalı kümeleme analizi sonucuna göre oluşan gruplar ve grup üyesi ülkeler
Table 5. Groups formed according to the results of the hierarchical clustering analysis and group member countries

Gruplar	1	2	3
Grup üyeleri	Belarus	Polonya	Rusya
	Romanya	ABD	
	İspanya	Almanya	
	Ukrayna		
	İtalya		
	Birleşik Krallık		
	Brezilya		
	Türkiye		
	Avustralya		
	Kanada		
	Fransa		
	Tayland		

3.6. Lif levha endüstrisi

Lif levha endüstrisi için Çin'e ait bazı değerlerin çok yüksek olması nedeniyle kümelemeyi bozduğu için çıkarılarak 15 ülke Aşamalı Kümeleme Analizine tabi tutulmuştur (Şekil 6). Oluşan dendrogram sonucuna göre 6, 4, 3 ve 2 gruba ayrılabilirliği görülmektedir.



Şekil 6. Aşamalı kümeleme analizi sonucunda elde edilen dendrogram

Figure 6. Dendrogram obtained as a result of hierarchical clustering analysis

Tablo 6. Aşamalı kümeleme analizi sonucuna göre oluşan gruplar ve grup üyesi ülkeler
Table 6. Groups formed according to the results of the hierarchical clustering analysis and group member countries

Gruplar	1	2	3	4
Grup üyeleri	Malezya İspanya Belarus Kanada Fransa İran G. Kore Hindistan	Brezilya Türkiye Polonya Tayland Rusya	Almanya	ABD

Yapılan Ayırma Analizi sonucuna göre hangi grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu incelenmiştir (Tablo 6). Analiz sonucuna göre oluşan 4 grubun istatistiksel olarak anlamlı olduğu diğer grupların ise anlamlı olmadığı görülmektedir.

3.7. Türkiye'nin endüstriyel odun, kereste, kağıt-karton ve levhalara ait dış ticaret dengeleri

Çalışmada ele alınan ürünlerin Türkiye için 1961-2019 yılları arasındaki ihracat ve ithalat değerleri araştırılarak dış ticaret dengeleri hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda bazı ürünlerin yıllar içinde gelişme gösterdiği, bazı ürünlerin ise dış ticaret açığı oluşturmaya devam ettiği görülmektedir.

Tablo 7'de yıllara göre belirlenen ürünlerin Türkiye için dış ticaret dengeleri verilmiştir. Tablo genel olarak incelendiğinde, endüstriyel yuvarlak odunlarda 2012 yılından sonra iyileşme sağlandığı, kerestelerin azalıp artarak dalgalı seyir gösterdiği,

odun esaslı levhaların 2016 yılından sonra iyileşme gösterdiği, kağıt ve kartonlardan her yıl istikrarlı şekilde Türkiye'nin dış ticaret açığı verdiği, lif levhalarda 2013 yılından sonra dış ticaret fazlasına sahip olduğu, yonga levhanın ise yıllardır dış ticaret açığı vermediği görülmektedir. Ayrıca verilere ilişkin değişimler Şekil 7a ve Şekil 7b'de ayrıntılı olarak görülmektedir (Ürünlerde farklı tarihlerin kullanılması sağlıklı verilerin elde edilebildiği yıllarla alakalıdır).

4. Tartışma ve Sonuç

4.1. Sonuçlar

Yapılan çalışma ve ayırma analizleri sonucunda elde edilen sonuçlar özetle şu şekilde verilebilir;

Odun esaslı levhalar: Üretim ve ihracat açısından Çin ilk sırada gelirken aynı zamanda dış ticaret fazlalığında da ilk sırada bulunmaktadır. İthalatta ise ilk sırada olan ülke Amerika Birleşik Devletleridir (ABD). Türkiye de dış ticaret fazlası olan ülkeler arasında olup 13. sıradadır. Ayrıca Türkiye üretimde 9. sırada, ithalatta 14. sırada, ihracatta ise 15. sırada yer almaktadır.

Aşamalı kümeleme analizi sonucu oluşan grupları, şu şekilde izah etmek mümkündür; Analiz, homojen dağılımı sağlamak amacıyla Çin çıkarılarak yapılmıştır. Bunun sonucunda ABD'nin ilk grupta yer alıyor olması üretim miktarında, ihracat ve ithalat hacminde ilk sıralarda olmasından kaynaklanmaktadır.

Kanada, Almanya ve Rusya'nın birlikte 3. grupta bulunma sebebi ise üretim, ihracat ve ithalat miktarlarının birbirine yakın olması ve ilk sıralarda yer almalarıdır. Bu da ABD'den sonra bu üç ülkenin odun esaslı levhalarda iyi bir konumda olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu 2. grubun oluşma sebebi için, bu grupta bulunan ülkelerin üretim, ithalat ve ihracat miktarı ve değerlerinin 3 ve 4. gruplarda bulunan ülkelere göre daha düşük olması söylenebilir.

Endüstriyel yuvarlak odunlar: Üretimde ilk sırada olan ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir. İthalatta ise Çin ilk sırada yer alırken aynı zamanda dış ticaret açığı en fazla olan ülkedir. İhracatta ve dış ticaret fazlalığı açısından ise Yeni Zelanda birinci sıradadır. Türkiye dış ticaret dengesi bakımından incelendiğinde dış ticaret açığı olan ülkeler arasında 17. sırada yer almaktadır. Ayrıca Türkiye endüstriyel yuvarlak odun üretiminde 19. sırada, ithalatta 16. sırada, ihracatta ise 21. sırada yer almaktadır.

Endüstriyel yuvarlak odun için aşamalı kümeleme

Tablo 7. Belirlenen ürünlerin Türkiye için dış ticaret dengeleri
Table 7. Foreign trade balances of determined products for Turkey

Yıllar	Ürünlere Ait Dış Ticaret Dengesi (1000 \$)					
	Endüstriyel Yuvarlak Odun	Kereste	Odun Esaslı Levhalar	Kağıt ve Karton	Lif levha	Yonga levha
1995	-94.277	-5.808	-14.426	-450.604	-8.535	7.012
1996	-133.658	-22.353	-24.760	-530.097	-16.833	-428
1997	-116.957	-11.125	-25.317	-495.619	-21.651	1.446
1998	-115.622	-35.728	-39.429	-559.373	-33.010	-2.341
1999	-97.154	-24.510	-21.476	-575.354	-17.962	482
2000	-116.031	-22.028	-80.231	-705.356	-50.386	-13.948
2001	-63.464	13.109	-8.571	-436.428	-14.193	1.113
2002	-76.405	953	-38.387	-565.551	-39.431	-3.103
2003	-95.915	-14.058	-38.145	-565.551	-34.332	1.687
2004	-165.154	-35.008	-122.924	-565.551	-89.884	5.447
2005	-203.730	-51.394	-251.852	-1.652.924	-196.844	11.254
2006	-224.368	-78.352	-176.258	-1.652.924	-110.235	26.831
2007	-249.830	-86.323	-230.624	-1.815.701	-155.431	43.402
2008	-208.848	-147.459	-129.946	-1.854.908	-69.333	67.244
2009	-109.426	-86.546	14.381	-1.543.764	64.770	42.059
2010	-145.045	-117.394	-175.147	-2.032.212	14.414	24.268
2011	-173.271	-196.889	-278.113	-2.186.734	-4.578	39.928
2012	-143.187	-209.712	-355.579	-1.940.224	-32.701	11.231
2013	-91.059	-224.411	-367.841	-1.834.955	-20.386	26.652
2014	-83.571	-265.348	-174.872	-1.963.581	120.007	85.405
2015	-65.461	-271.330	-186.010	-1.497.099	112.152	59.654
2016	-56.342	-221.955	-110.808	-1.585.777	134.868	88.982
2017	-30.382	-228.975	81.260	-1.634.705	257.820	121.556
2018	-23.668	-167.407	131.682	-1.478.236	96.040	163.463
2019	-13.557	-66.885	236.190	-1.342.296	120.488	156.142

me analizi sonucu oluşan grupları, şu şekilde izah etmek mümkündür; ABD'nin 3. grupta tek başına yer alıyor olması üretim miktarında, ihracat ve ithalat hacminde ilk sıralarda olmasından kaynaklanmaktadır.

Brezilya, Kanada, Rusya ve Çin birlikte 2. grupta yer almaktadırlar. Bu dört ülke ise üretim, ihracat ve ithalat miktarlarının birbirine yakındır. Bu dört ülke arasında ABD'ye en yakın değerleri bulunan ülke Çin'dir.

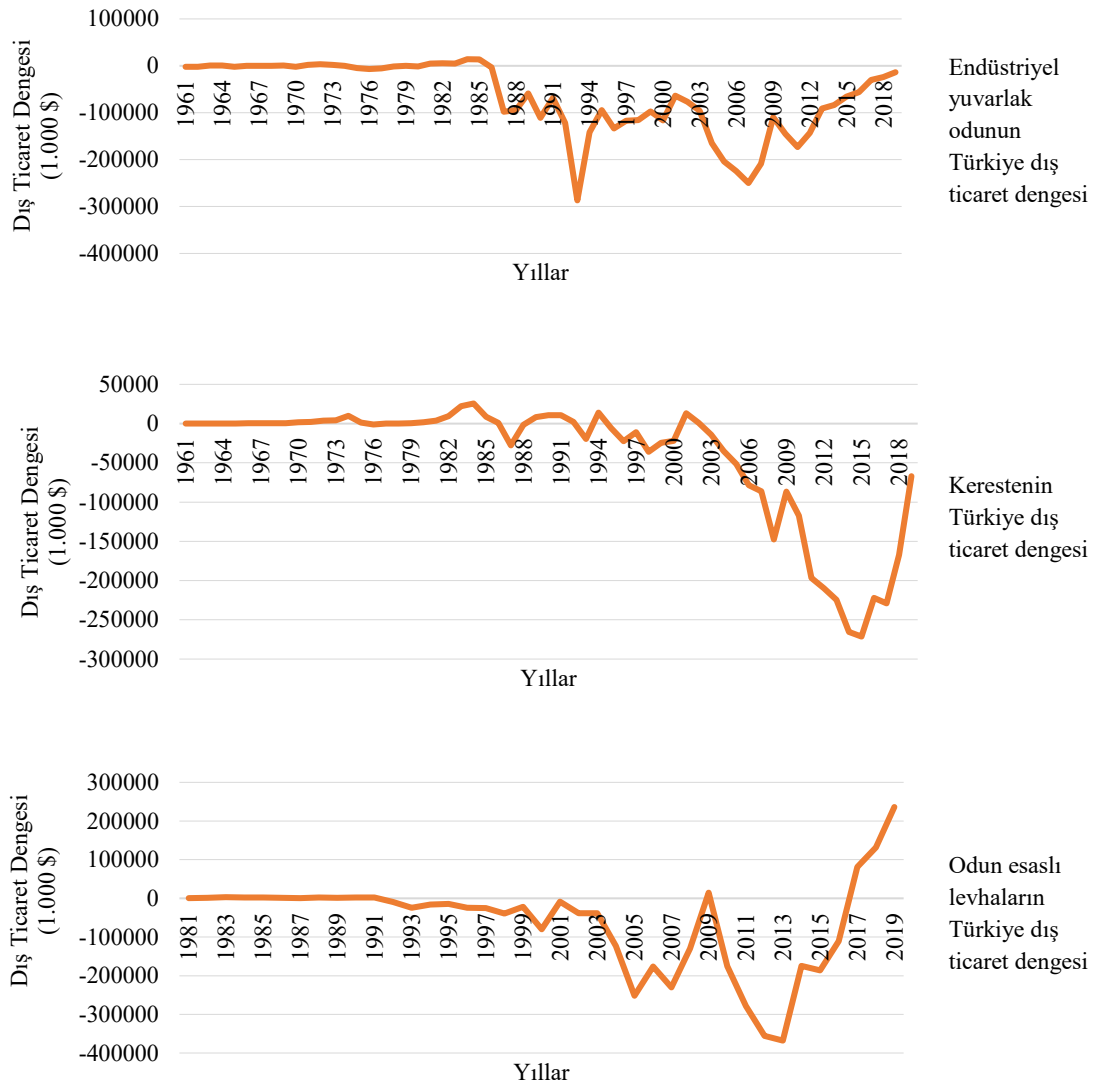
1. gruptaki Türkiye ve diğer diğer ülkelerin de üretim, ihracat ve ithalat miktar ve değerleri birbirlerine benzerlik göstermektedir.

Kağıt ve kartonlar: Üretimde ilk sırayı Çin alırken, ithalat ve ihracat bakımından ilk sırada Almanya bulunmaktadır. Dış ticaret dengesi olarak incelendiğinde ise Finlandiya dış ticaret fazlalığında birinci sıradadır. Türkiye üretimde 24, ithalatta 11 ve ihracatta 23. sıradadır ve dış ticaret açığı bulunan ülkeler arasında ise 3. sırada yer almaktadır.

Aşamalı kümeleme analizi sonucu oluşan grupları, şu şekilde izah etmek mümkündür; Analiz, homojen dağılımı sağlamak amacıyla Çin ve ABD çıkarılarak yapılmıştır. Bunun sonucunda Almanya ve Japonya'nın tekli şekilde farklı gruplarda yer alıyor olması üretim miktarında, ihracat ve ithalat hacminde ilk sıralarda yer almalarından kaynaklanmaktadır.

2. grubu oluşturan Finlandiya, İsveç, Kanada, Brezilya, Güney Kore, Rusya, Endonezya ve Hindistan ise Türkiye'nin de içinde bulunduğu 1. gruba göre kağıt ve karton bakımından iyi sayılabilecek konumdadırlar.

Kereste endüstrisi: Üretim miktarı bakımından ilk sırada bulunan Çin dış ticaret açığında da ilk sırada bulunmaktadır. Kereste endüstrisinde ithalatta İngiltere ve ihracatta ise Rusya ilk sırada yer almaktadır. Dış ticaret fazlalığı bulunan iki ülke Çekya ve Kanada'dır. Kereste endüstrisinde 8 ülkede dış ticaret açığı görünüyor olup Türkiye 8. sırada yer almaktadır. Ayrıca ülkemiz üretimde 11. sırada yer alırken, ithalatta 12 ve ihracatta ise 18.



Şekil 7a. Türkiye'nin endüstriyel odun, kereste ve odun esaslı levhalara ait dış ticaret dengeleri
Figure 7a. Foreign trade balances of Turkey in industrial wood, timber, and wood-based panels

sırada yer almaktadır.

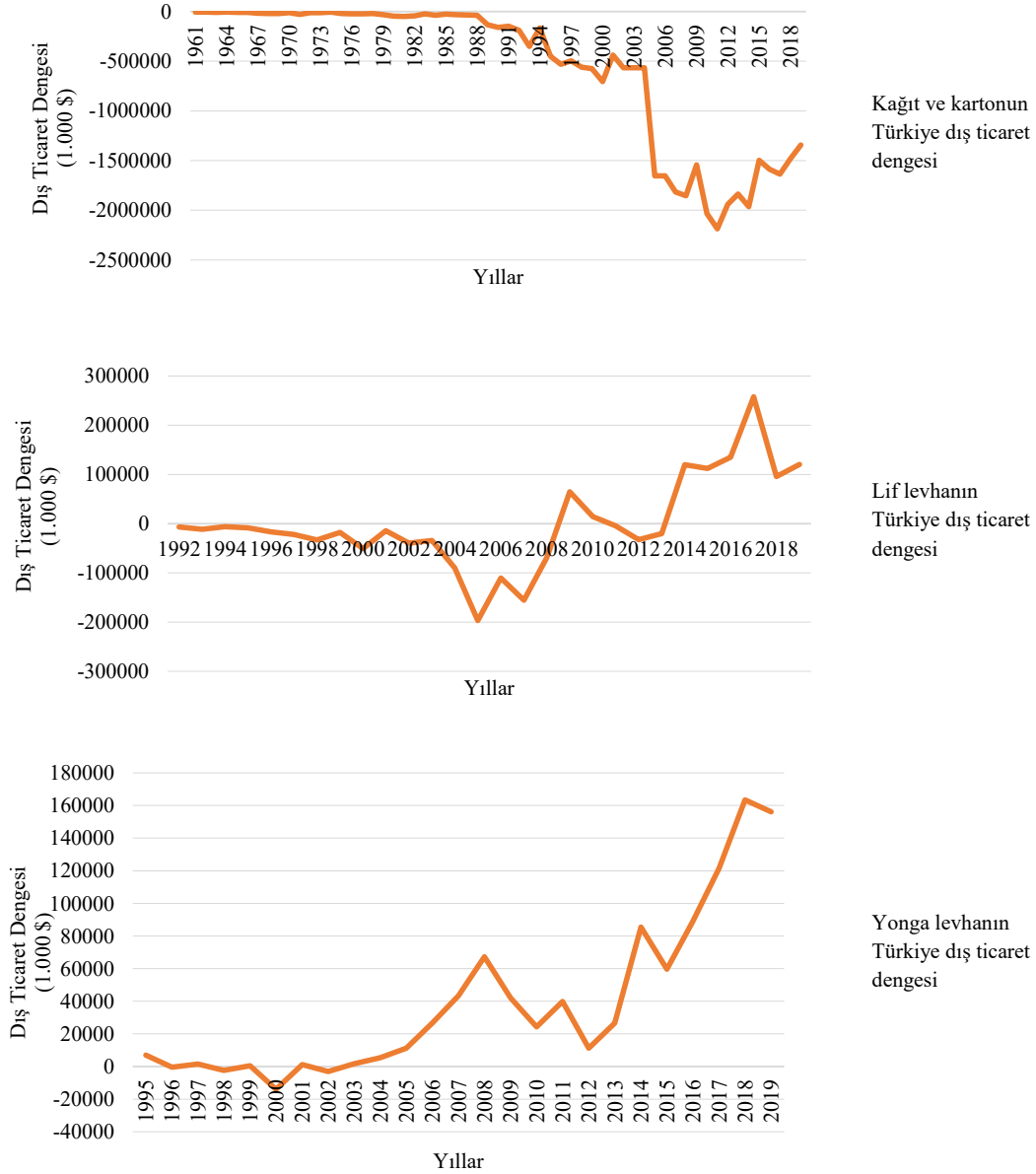
Aşamalı kümeleme analizi sonucu oluşan grupları ise şu şekilde izah etmek mümkündür; Çin ve ABD üretim, ithalat ve ihracat miktar ve değerler bakımından birbirlerine benzerlik göstererek aynı grupta yer almışlardır. Bu iki ülke analizde ele alınan 5 değişken haricinde dış ticaret dengesi olarak incelendiğinde de iki ülkenin de dış ticaret açığı bulunduğu ve Çin'in dış ticaret açığında ilk sırada, ABD'nin ise ikinci sırada olduğu görülmektedir.

Kanada ve Rusya'da birbirlerine benzerlik göstererek aynı grupta yer almışlardır. Bu iki ülkenin

kereste üretim, ithalat ve ihracat miktarları Çin ve ABD'ye göre daha düşük olup, geri kalan Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 15 ülkeden ise daha fazladır.

Yonga levha endüstrisi: Üretimde ilk sırada yer alan ülkenin yine Çin olduğu görülmektedir. İthalatta ilk sırada Almanya ve ihracatta ise Tayland bulunmaktadır. Yonga levha endüstrisinde 12 ülkenin dış ticaret fazlalığı bulunmaktadır. Türkiye bu ülkeler arasında 6. sıradadır. Dış ticaret açığı bulunan ülkelerin başında ise Polonya gelmektedir.

Aşamalı kümeleme analizi sonucu oluşan grupları, şu şekilde izah etmek mümkündür; Analiz, homo-



Şekil 7b. Türkiye'nin kağıt-kartonun, lif levha ve yonga levhada dış ticaret dengeleri
Figure 7b. Foreign trade balances of Turkey in paper-board, fiberboard, and particleboard

jen dağılımı sağlamak amacıyla Çin çıkarılarak yapılmıştır.

Bunun sonucunda 3. gruba bakıldığında Rusya'nın tek başına grup oluşturduğu görülmektedir. Bunun sebebi, Rusya'nın diğer ülkelere kıyasla üretim ve ihracat bakımından ilk sıralarda yer almasıdır.

Polonya, ABD ve Almanya'nın bulunduğu 2. gruba bakıldığında ise yine bu ülkelerin de üretim, ithalat ve ihracat miktar ve değerlerinin benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu ülkelerin benzerlik gösterdiği bir diğer taraf ise üç ülkenin de dış ticaret açığı bulunmasıdır.

Türkiye'nin de aralarında bulunduğu geri kalan 12 ülkenin ise üretim, ithalat ve ihracat miktar ve değerleri birbirlerine yakındır.

Lif levha endüstrisi: Üretim açısından incelendiğinde ilk sırada Çin'in yer aldığı görülür. İthalat ve dış ticaret açığında ise ilk sırada Amerika Birleşik Devletleri yer almaktadır. İhracat miktarında birinci olan Almanya aynı zamanda dış ticaret fazlalığı olan ülkelerin başında gelmektedir. Türkiye ise üretimde 5. sırada yer alırken, ithalatta 14 ve ihracatta ise 13. sıradadır. Türkiye dış ticaret fazlalığı bulunan ülkeler arasında olup 7. sırada olduğu görülmektedir.

Lif levha endüstrisinin aşamalı kümeleme analizi sonucu oluşan gruplarını, şu şekilde izah etmek mümkündür; Analiz sonucu oluşan grupların homojen dağılımını sağlamak amacıyla analize Çin dahil edilmemiştir.

Bunun sonucunda 4. gruptaki ABD'ye bakıldığında üretim ve ihracat konusunda diğer ülkelerden daha ileri seviyede olduğu görülmektedir. Bu sebeple diğer ülkelerden ayrı şekilde grup olmuştur. Almanya ise üretim ve ihracat bakımından ABD'den düşük olmasına rağmen geri kalan diğer ülkelerden daha iyi seviyededir. Almanya'nın tek başına grup oluşturmasında üretim, ithalat ve ihracat miktar ve değerlerinde başlarda olması etkindir.

2. grupta bulunan Brezilya, Türkiye, Polonya, Tayland ve Rusya ise 1. grupta bulunan ülkelerden lif levha endüstrisi bakımından daha iyi bir konumda olup üretim, ithalat ve ihracat miktar ve değer açısından birbirlerine benzer durum göstermektedirler.

4.2. Öneriler

Türkiye'nin orman ürünleri sektöründe daha iyi konuma gelmesi için şu öneriler verilebilir;

-Tomruk ithalatının minimuma indirilerek yerli üretim miktarının artırılması,

-Ülke içi ekonomide istikrar sağlanması ve yerli-yabancı yatırımcıların değişik teşvikler verilerek ilgisinin çekilmesi,

-İnsan odaklı çalışmanın yanı sıra teknoloji odaklı da çalışılması, dünyadaki gelişmelerden haberdar olmayı sağlayacak ekiplerin ilgili birimlerde kurulması,

-Lif levha ve yonga levha sektöründe dünyadaki Türkiye'nin konumunun korunması ve bu ürünlerdeki yüksek ve kaliteli üretimimizin artırılması için etkinlik analizleri yapılması,

-Orman ürünleri sanayi alanındaki dış ticaret açığının kapatılabilmesinin sağlanması,

-Doğal kaynaklarımızdan olan ormanların daha etkin ve verimli, yani sürdürülebilir şekilde kullanılabilmesi gerekir.

Açıklama

Bu çalışmada, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Ada, A. A., (2011). Kümeleme Analizi ile AB Ülkeleri ve Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma açısından değerlendirilmesi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29: 319-332.

Akyüz, İ., Ersen, N., Bayram, B.Ç., Acar, M., Akyüz, K.C., Üçüncü, T., (2019). Investigation of the Similarities of Industrial Wood Production Statistics of Regional Directorates of Forestry in Turkey Using Cluster and Discriminant Analysis, *Kastamonu University, Journal of Forestry Faculty*, 19(2): 214-224.

Alkan, H., (2012). Kümeleme Analizi İle Elektrik Tüketiminin Sınıflandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Bakır, O., (2019). Orman Ürünleri Sanayi Sektöründe Verimlilik ve Etkinliğin Belirlenmesi, Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.

Kara, O., Şahin, Ö., Bekar, İ., Kayacan, B., (2019). Endüstriyel ağaç ve ahşap ürünleri sektörünün uluslararası rekabet gücü analizi: Türkiye örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 15(1): 15-32.

Şahin, D., (2016). Türkiye'de ormana dayalı sektörlerin dış ticaret yapısının analizi. *Bilis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(3): 181-196.

Şahin, P., (2013). Orman Ürünleri Sanayi Sektörünün Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinlik Ölçümü, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Şimşek, D., (2006). Kümeleme Analizi, Çok Boyutlu Ölçekleme, Doğrulayıcı Ve Açıklayıcı Faktör Analizi İle Elde Edilen Yapı Gerçekliği Kanıtlarının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

URL-1. <http://www.agac-is.org/uploads/ormantarih.pdf> ; 17.01.2021

URL-2. Food and Agriculture Organization of the UN (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>; 21.02.2021).

Yıldırım, İ., (2006). Orman Endüstrisine Ait Bazı Ürün Gruplarının Avrupa Birliği Sürecindeki Rekabet Edilebilirliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Isıl işlem uygulanmış çam odun örneklerinin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası renk ve pürüzlülük değerlerinin incelenmesi

Investigation of color and roughness properties of heat-treated pine wood after accelerating weathering

Ahmet CAN¹

¹ Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Bartın

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Ahmet CAN
acan@bartin.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

16.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

20.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Can, A. (2022). Isıl işlem uygulanmış çam odun örneklerinin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası renk ve pürüzlülük değerlerinin incelenmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 165-171 . DOI: 10.17568/ogmoad.1088739

Öz

Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun oksijen (açık sistem) ve vakum altında (kapalı sistem) ısıl işlemi sonrası hızlandırılmış yaşlandırma testi performansı incelenmiştir. Örnekler 75 (Radyal) × 15 (Teğet) × 150 (Lifler) mm boyutlarında çam diri odun kısmından hazırlanmıştır. Hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası örneklerin yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre minimum renk değişimi 190 °C'de kapalı sistemde (VHT) gerçekleştirilen ısıl işlem sonrası elde edilmiştir. Kapalı sistemde ısıl işlem görmüş sarıçam örneklerinin yüzey pürüzlülük parametreleri ısıl işlem sıcaklığındaki artışla birlikte artmıştır. Kapalı sistemde gerçekleştirilen ısıl işlemde, açık sistemde (HT) gerçekleştirilen ısıl işleme kıyasla daha düşük pürüzlülük değerleri elde edilmiştir. Hızlandırılmış yaşlandırma süresinin artışına paralel olarak toplam renk değişimi ve pürüzlülük değerleri artış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Isıl işlem, yaşlandırma, renk, pürüzlülük

Abstract

In this study, the accelerated weathering test performance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood was investigated by heat treatment under oxygen (open system) and vacuum (closed system). Samples were prepared from the pine sapwood part with dimensions of 75 mm × 15 mm × 150 mm (radial x tangential x longitudinal). After the accelerated weathering test, the surface roughness and color measurements of the samples were carried out. According to the results obtained, the minimum color change was obtained after heat treatment at 190 °C in a closed system (VHT). The surface roughness parameters of pine samples that were heat-treated in the closed system increased with the increase in the heat treatment temperature. In the heat treatment performed in the closed system, lower roughness values were obtained compared to the heat treatment performed in the open system (HT). In parallel with the increase in the accelerated weathering time, the total color change and roughness values increased.

Keywords: Heat treatment, weathering, color, roughness



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Isıl işlem modifikasyonu; döşeme, kaplama, pencere, kapı, zemin, bahçe ürünleri ve hatta sauna veya banyo için kullanılabilecek yüksek kaliteli malzeme üretmek için iyi bir alternatif sunmaktadır (Militz ve Altgen, 2014). Son yıllarda, ThermoWood (Mayes ve Oksanen, 2002), Plato wood (Boonstra ve ark., 1998), FirmoLin (Willems, 2014), WTT (Dagbro ve ark., 2010) veya Termovuto (Allegretti ve ark. 2012) gibi işlemlerle termal modifikasyonlar ticari olarak kullanılmaktadır. Tüm bu yöntemler 150-240 °C arası sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Ayrıca oksijen varlığını sınırlandırmak için farklı gazlar (buhar, azot veya diğer elementler) kullanılmaktadır. Atmosfer basıncı altında çalışan açık sistem (open system) işlemleri ve vakum/buhar basıncı kullanan kapalı sistem (close system) işlemleri vardır (Hill, 2006; Militz ve Altgen, 2014).

Modifikasyon işlemi sırasında önemli kimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. İlk olarak hemiselülozların deasetilasyon ile bozunması ve ardından salınan karboksilik asitlerin (formik ve asetik asit) neden olduğu bir depolimerizasyon ile kimyasal değişim başlamaktadır. (Boonstra ve Tjeerdsma, 2006, Sundqvist ve ark.2006). Bu nedenle odunun asetil içeriği azalmaktadır (Tjeerdsma ve ark., 1998; Tjeerdsma ve Militz 2005). Lignin polimer ağı da eter bağları parçalandıkça ve yeni serbest fenolik hidroksil grupları oluştuğu için değişmektedir (Tjeerdsma ve ark., 1998; Nuopponen ve ark., 2005; Tjeerdsma ve Militz 2005). Selüloz, muhtemel kristal yapısından dolayı ısı işleminden daha az etkilenir (Esteves ve Pereira, 2009). Bu durum selülozun polimerizasyon derecesinde (DP) değişikliklere neden olmaktadır (Sweet ve Wnandy, 1999).

Isıl işlem sonrası odun örneklerinin kütlelerinde değişimler olmaktadır (Kollmann ve Schneider, 1963; Esteves ve ark., 2007). Bu durum odunun kullanımının alanlarının sınırlandırılmasına yol açabilecek yüksek kırılabilirliğe neden olmaktadır (Phuong ve ark., 2007).

Açık ve kapalı sistem modifikasyonları arasında farklılıklar vardır, çünkü yüksek basınç ve kontrollü bağıl nem altında modifikasyon, ahşabın tam kuru duruma getirildiği sıcaklıklardan daha yüksek sıcaklıklarda uygulanmaktadır (Altgen ve ark., 2016) Açık bir sistemde ise, nem içeriği ön kurutma adımında neredeyse %0'a düşer ve büzülme gerilmelerine neden olabilir. Ayrıca, kapalı sistemdeki basıncı artırarak, bozunma ürünlerinin aşırı buharlaşması önlenir. Farklı termal modifikasyonlar sırasında odunun fiziksel ve kimyasal

özellikleri farklı şekillerde etkilenir. Bu nedenle, modifiye edilmiş ahşabın kalitesini arttırmak ve son ürünlerin ve uygulamaların gereksinimlerini karşılamak için farklı termal modifikasyon işlemlerinin etkisini bilmek önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı açık ve kapalı sistemlerde ısı işlem uygulanmış sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odun örneklerinin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişimleri incelemektedir. Bu amaçla hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası, odun örneklerinin yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü deneyleri gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odun örnekleri kullanılmıştır. Örnekler diri odun kısmından 75 (R)× 15 (T)× 150 (L) mm³ boyutlarında hazırlanmıştır.

Isıl işlemden önce, tüm örnekler 103 °C'de tam kuru ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Açık (HT) ve kapalı sistemde (VHT) 190 °C ve 212 °C'de ısı işlem gerçekleştirilmiştir. Açık sistem ısı işlem etüvde (Mommert INB200) gerçekleştirilmiştir. Ortamda su buharı ve diğer gazlar bulunmamaktadır. Kapalı sistem (vakum-ısı işlem) ise vakumlu etüv (Jeitech OV-11) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Örnekler hedef sıcaklığa ulaştığı zaman etüv içerisine konulmuştur ve vakum işlemi (675 mmHg) başlatılmıştır. Isıl işlem sonrası örneklerde meydana gelen ağırlık kayıpları formül (1) yardımıyla hesaplanmıştır. Son olarak, modifiye edilmiş örnekler değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar 20 °C ve %65 bağıl nemde (RH) bekletilerek kondisyonlama işlemi gerçekleştirilmiştir (ASTM D 3924).

$$\text{Kütle kaybı} = ((m1-m2) / m1) * 100 \quad (1)$$

m1:ısı işlem öncesi tam kuru ağırlık, m2:ısı işlem sonrası ağırlık

2.1. Hızlandırılmış yaşlandırma testleri (QUV)

Yaşlandırma testleri, 8 saat süreyle UV, 15 dakika su spreyi ve 3 saat 45 dakika kondisyonlama (ASTM G154 1998) olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ortalama ışınma seviyesi 340 nm'de 0.85 W/m² ve ortam sıcaklığı 50 °C olarak ayarlanmıştır. Her varyasyonda dört örnek olacak şekilde örnekler 300 saat ve 600 saat süre ile hızlandırılmış yaşlandırma işlemine maruz bırakılmıştır.

2.2. Renk ölçümü

Test ve kontrol örneklerine ait renk ölçümleri Konica Minolta CD-600 marka renk ölçüm cihazında yapılmıştır. CIEL* a* b* renk sisteminde, renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Burada, L* siyah-beyaz (siyah için L*= 0, beyaz için L*=100) ekseninde, a* kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde, b* ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde bulunmaktadır (ISO 7724, 1984). Toplam renk değişimi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (2)$$

ΔE ; Toplam renk değişimi, ΔL^* , Δa^* , Δb^* ; başlangıç ve ısı işlem sonrası renk değerleri arasındaki farkı göstermektedir. Toplam renk değişiminin değerlendirme kriterleri Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Toplam renk değişimi değerlendirme kriterleri
Table 1. Evaluation criteria of overall color change ΔE

$0,2 < \Delta E^*$	Görünmez fark
$0,2 < \Delta E^* < 2$	Küçük fark
$2 < \Delta E^* < 3$	Yüksek kaliteli filtre ile görünür renk değişim
$3 < \Delta E^* < 6$	Orta kalite filtre ile görünür renk değişimi
$6 < \Delta E^* < 12$	Yüksek renk değişiklikleri
$\Delta E^* > 12$	Farklı renk

2.3. Yüzey pürüzlülüğü

Yüzey kalitesi ölçümleri, bir MicroProf FRT cihazı (Fries Research & Technology GmbH, Bergisch Gladbach, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Değerlendirilen profilin (Ra) aritmetik ortalama sapması, Rz ve Rq gibi bir dizi pürüzlülük parametresi hesaplanmıştır. Tüm parametreler 2D profilde ölçümler yapılmıştır. Bu nedenle, sınır dalga boyu 2,5 mm, 750 $\mu\text{m}/\text{sn}$ tarama hızında, 18 mm tarama uzunluğunda ölçümler gerçekleştirilmiştir (ISO 11562, 1998).

3. Tartışma ve Sonuç

Isıl işlem sonrası elde edilen ağırlık kaybı %1-6 arasında değişiklik göstermektedir. Vakum altında gerçekleştirilen ısı işlem sonrası örneklerin ağırlık kaybı değerleri oksijen ortamında gerçekleştirilen ısı işleme kıyasla daha düşük bulunmuştur. Vakum altında uygulanan ısı işlem sırasında ortamda oksijen bulunmaması düşük ağırlık kayıplarının elde edilmesine neden olmuştur.

Tablo 2. Isıl (HT) ve vakumlu ısı işlem (VHT) görmüş sarıçam ve kavak ağacının ağırlık kaybı (%).
Table 2. Weight loss (%) of heat (HT) and vacuum heat-treated (VHT) Scots pine.

Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.)			
HT		VHT	
190 °C	212 °C	190 °C	212 °C
2.48	6.81	1.20	2.25
(0.25)	(0.64)	(0.14)	(0.39)

Tablo 2'de kontrol ve ısı işlem uygulanmış örneklerle ait L, a, b değerleri yer almaktadır. Renk parametrelerinden L* değerinin ısı işlem sonrası azalma gösterdiği, a* ve b* parametrelerinin ise artış gösterdiği gözlemlenmektedir. Isıl işlem sıcaklığının artışına paralel olarak L* değerinde azalma artış göstermiştir. 210 °C'de yapılan ısı işlemde 36 birim bir azalma gözlemlenmiştir. Vakum altında yapılan ısı işlemde ise L* değeri nispeten korunmuştur. Benzer sonuçlar yapılan literatür çalışmalarında da elde edilmiştir (Carmak ve Dejmál, 2013; Esteves vd. 2008). A* ve b* parametreleri L* kadar değişim göstermemiştir. Fakat ısı işlem uygulamasıyla a* ve b* değerlerinde artışlar gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda b* değerinin düşük sıcaklıklarda artış gösterdiğini fakat artan sıcaklıklarda tekrar düşüşe geçtiğini bildirmektedir (Weigl vd. 2012; Carmak ve Dejmál, 2013; Barcik vd. 2015).

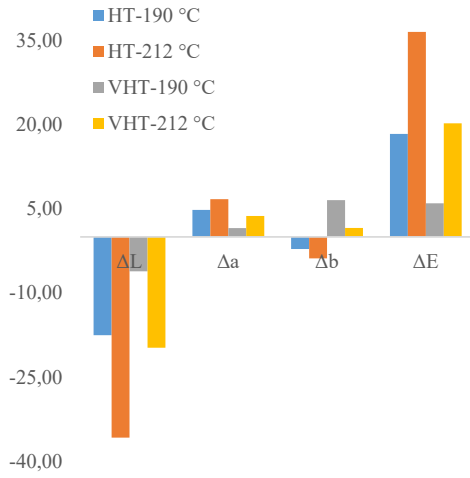
Tablo 3. Kontrol ve test örneklerine ait renk değerleri
Table 3. Color values of control and test samples

	L*	a*	b*
Kontrol	80,74 (2,5)	5,57 (1,0)	26,43 (2,5)
HT-190	65,68 (4,2)	11,16 (2,4)	28,38 (1,6)
HT-212	44,17 (2,4)	12,80 (0,5)	22,69 (1,5)
VHT-190	73,40 (2,5)	7,41 (0,9)	31,31 (2,4)
VHT-212	67,97 (3,3)	8,90 (2,1)	26,02 (0,9)

Şekil 1'de ısı işlem uygulanmış örneklere ait renk değişim değerleri (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) yer almaktadır.

Tablo 4'de bulunan L* (ışık kararlılığı) ve a* ve b* kromotografik koordinatlar (kırmızı için + a*, yeşil için -a*, sarı için + b* ve mavi için -b*). Ek olarak, ΔL^* , Δa^* ve Δb^* başlangıçta (i) ve farklı zaman aralıklarında (f) meydana gelen renk değişikliklerini gösterirken ΔE^* toplam renk değişimini ifade eder. Düşük bir ΔE^* değeri, çok az renk değişikliği veya renk kararlılığı olduğunu gösterir. Isıl işlem uygulanmış tüm varyasyonlarda negatif ΔL^* , pozitif Δa^* elde edilmiştir. Δb^* değerinde ise ısı işlem ortamı sarı-mavi renk üzerinde farklı davranışlar sergilenmiştir. Açık sistemde ya-

pılan ısıtma işlemde negatif Δb^* oluşurken, kapalı sistemde yapılan ısıtma işlemde pozitif Δb^* elde edilmiştir. Isıtma işlem sonrası örnek yüzeylerinden meydana gelen renk değişimlerinin nedenleri literatür çalışmalarından belirtilmektedir (Tjeerdsm ve ark., 1998; Bekhta ve Niemz, 2003; Sivrikaya ve ark., 2019). 180-220 °C'de uygulanan ısıtma işlem sonrası selüloz, hemiselüloz ve lignin yapısında meydana gelen değişimler odun özelliklerini değiştirmektedir. Hemiselülozun parçalanması su, formik asit, asetik asit ve furfural gibi ana uçucu bileşiklerin üretimi ile sonuçlanır.



Şekil 1. Isıtma işlem sonrası örneklerde meydana gelen renk değişimi
Figure 1. Color change in samples after heat treatment

Tablo 4. Hızlandırılmış yaşlandırma uygulanan örnekler için renk değişimi
Table 4. Color change of the accelerated weathered samples

		ΔL	Δa	Δb	ΔE
300 saat	HT 190 °C	7,26 (4,14)	-0,18 (0,55)	-5,14 (2,60)	9,49 (3,12)
	HT 212 °C	18,98 (3,47)	-4,88 (0,78)	-4,58 (0,9)	20,18 (3,32)
	VHT 190 °C	-2,55 (1,96)	2,87 (0,66)	-7,91 (2,12)	9,11 (1,38)
	VHT 212 °C	-1,66 (3,49)	1,86 (1,86)	-5,01 (3,49)	7,04 (1,87)
	HT 190 °C	13,11 (4,89)	-3,45 (0,66)	-7,66 (1,43)	20,20 (2,90)
	HT 212 °C	24,46 (1,97)	-7,11 (0,47)	-10,77 (3,07)	27,82 (1,58)
600 saat	VHT 190 °C	1,50 (2,89)	1,02 (0,72)	-14,69 (2,48)	15,03 (2,55)
	VHT 212 °C	0,80 (3,32)	-1,54 (0,98)	-14,16 (1,72)	14,56 (1,86)

Test örneklerinde renk değişim değerleri CIELab

sistemine göre belirlenen L (ışık yoğunluğu), a ve b kromotografik koordinatları (+a kırmızı, -a yeşil, +b sarı ve -b mavi) kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 300 saat ve 600 saat hızlandırılmış yaşlandırma uygulanan örneklerin ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Yapılan hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası örneklerin ΔL değerleri sürenin artışına paralel olarak artış göstermiştir. Ayrıca ısıtma işlem sıcaklığının artışı ile de ΔL değerleri artış göstermektedir. Vakum altında gerçekleştirilen işlemde düşük ΔL değerleri oluşmuştur. 212 °C'de ısıtma işlem uygulanmış örneklerin 600 saat hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası HT örneklerinde 24,46, VHT örneklerinde ise 0,80 ΔL değeri elde edilmiştir. 300 saat sonra VHT örneklerinin yüzeylerinde karar olmuştur. Bu nedenle negatif ışık stabilitesi (ΔL^*) değerleri elde edilmiştir. Sürenin artışıyla da negatiflik artış göstermiştir. Hızlandırılmış yaşlandırma koşullarında kullanılan UV ve su ΔL^* değeri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Diğer renk parametreleri yağmur suyundan daha az etkilenmektedir (Temiz ve ark., 2005).

Kromatik (Renk) koordinatlardan kırmızı-yeşil koordinatını simgeleyen (Δa^*) değerinde; açık ve kapalı sistemde yapılan ısıtma işlem sıcaklığının artışı ile azalma gözlenmiştir. Hızlandırılmış yaşlandırma süresinin artışı ile de negatif yönde artış devam etmiştir. Literatür çalışmalarında hızlandırılmış yaşlandırma testleri sonrası örneklerde pozitif Δa^* değerlerinin olduğu fakat sürenin artışıyla Δa^* değerinin düşüş gösterdiği ve negatif doğru eğilimde olduğu belirtilmiştir (Ozgenç ve ark., 2013; Temiz ve ark., 2003; Temiz ve ark., 2005). Ozgenç ve ark. (2013); hızlandırılmış yaşlandırma testine maruz bırakılan örneklerin 336 saat test sonrası 6,3 olan Δa^* değerinin 672 saat sonrasında 4,6'ya düştüğünü belirtmişlerdir.

Mavi ve sarı koordinatları simgeleyen (Δb^*) değerinde; açık ve kapalı sistemde yapılan ısıtma işlem sıcaklığının artışı ile artış gözlenmiştir. Fakat hızlandırılmış yaşlandırma süresinin artışı ile Δb^* değerinde düşüş gözlenmiştir. Kapalı sistemde meydana gelen düşüş değerleri açık sistemde yapılan ısıtma işleminden daha fazladır. Lim ve ark. (2015), odun örnek yüzeylerinin dış ortam testlerinin ilk sürelerinde artan b^* değeri elde edileceğini, fakat sürenin artmasıyla b^* değerinin azalma göstereceğini belirtmiştir.

Düşük bir ΔE^* değeri, çok az renk değişikliği veya renk kararlılığı olduğunu gösterir. Hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası toplam renk değişim değerleri artış göstermiştir. Maksimum toplam renk değişimi HT-212 °C'de gözlenirken, minimum

toplam renk değişimi VHT-212 °C varyasyonunda elde edilmiştir.

Tablo 5’de test ve kontrol örneklerine ait liflere paralel ve liflere dik pürüzlülük değerleri yer almaktadır. Isıl işlem sonrası liflere paralel ve liflere dik pürüzlülük değerlerinde azalma gözlenmektedir. Liflere paralel ölçümde en düşük pürüzlülük değeri HT-212 °C’de, liflere dik ölçümlerde ise HT-190 °C’de elde edilmiştir. Hem liflere paralel ölçümde hem de liflere dik yapılan pürüzlülük ölçümlerinde hızlandırılmış yaşlandırma süresinin artışına paralel olarak pürüzlülük değerleri artış göstermiştir. Liflere paralel pürüzlülük değerlerinden Ra incelendiğinde pürüzlülük değerinin en fazla arttığı varyasyon HT-212 °C olmuştur. Liflere dik pürüzlülük değerlerinde ise en fazla artış kontrol örneklerinde elde edilmiştir. Diğer pürüzlülük pa-

rametreleri Rz ve Rq’da Ra pürüzlülük parametresi ile benzer sonuçlar göstermiştir.

Bakar ve ark. (2013), ısıl işlem ile yüzey kalitesinin iyileşmesinin yüksek sıcaklıklarda hücre duvarındaki bio-kimyasal değişimlerden kaynaklanmış olabileceğini belirtmiştir. Literatür çalışmalarında ısıl işlem sonrası örneklerin yüzey kalitelerinin arttığı belirtilmektedir (Kasemsiri ve ark., 2012; Korkut ve ark., 2013; Aytin ve ark., 2015). Ayrıca farklı çalışmalarda ısıl işlem sıcaklığının artışıyla pürüzlülük değerlerinin azaldığı vurgulanmaktadır (Kvietkova ve ark., 2015; Aytin ve Korkut, 2016). 190 °C ve 212 °C’de yapılan ısıl işlem sonrası yüzey pürüzlülüğünün %10 ila %25 oranında azaldığı belirtilmektedir (Kasemsiri ve ark., 2012; Korkut ve ark., 2013).

Tablo 5. Test ve kontrol örneklerine ait yüzey pürüzlülük değerleri
Table 5. Surface roughness values of test and control samples

	Liflere paralel pürüzlülük								
	0 saat			300 saat			600 saat		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
Kontrol	3,99	33,58	5,05	4,19	32,22	5,26	5,28	33,17	6,47
HT-190 °C	3,09	26,15	4,03	4,35	33,87	5,50	5,72	40,05	7,39
HT-212 °C	2,72	23,99	3,50	5,01	38,21	6,48	7,07	54,20	9,83
VHT-190 °C	4,19	29,86	5,23	5,17	40,21	6,78	5,44	34,40	6,12
VHT-212 °C	2,94	26,82	3,77	3,76	27,07	4,73	5,74	40,07	7,31
	Liflere dik pürüzlülük								
	0 saat			300 saat			600 saat		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
Kontrol	5,76	50,81	7,31	11,40	65,24	13,34	20,58	86,35	22,96
HT-190 °C	3,37	33,04	4,40	10,48	74,25	12,67	19,80	92,13	22,70
HT-212 °C	4,81	46,36	6,27	9,74	65,01	11,79	17,47	158,21	22,95
VHT-190 °C	3,99	34,68	5,07	9,80	61,36	11,70	19,15	95,42	21,68
VHT-212 °C	4,18	32,97	5,25	8,93	56,89	10,67	17,06	111,77	20,60

Açık (HT) ve kapalı sistemde (VHT) ısıl işlem uygulanmış sarıçam odun örnekleri uygulanan yöneme göre farklı davranışlar sergilemiştir. VHT sistemde yapılan ısıl işlem sonrası odun örneklerinde daha düşük ağırlık kayıpları elde edilmiştir. Vakum altında yapılan ısıl işlemde ortamda oksijen olmaması odun ana bileşenlerinin parçalanmasını azaltmıştır. Bu nedenle daha düşük ağırlık kayıpları elde edilmiştir (Can, 2020). Ayrıca ısıl işlem sonrası örnek renk değişimi HT sistemde yapılan işleme göre daha azdır. Isıl işlemin HT veya VHT sistemde yapılması örneklerin hızlandırılmış yaşlandırma testine karşı koymuş olduğu direnci etkilememektedir. 600 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası örnekler benzer toplam renk değişimi ve benzer pürüzlülük değerleri göstermiştir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi’nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Allegretti, O., Brunetti, M., Cuccui, I., Ferrari, S., Nocetti, M. Terziev, N. 2012. Thermo-vacuum modification of spruce (*Picea abies* Karst.) and fir (*Abies alba* mill.) wood. *BioResources*, 7(3), 3656–3669.

Altgen, M., Willems, W. Militz, H. 2016. Wood degradation affected by process conditions during thermal modification of European beech in a high-pressure reactor system. *European Journal of Wood and Wood Products*,

74(5), 653–662. doi: 10.1007/s00107-016-1045-y

ASTM D 3924, 1991. Standard Specification for Standard Environment for Conditioning and Testing Point Varnish, Lacquer and Related Materials. ASTM Standards, USA.

Aytin, A., Korkut, S., 2016. Effect of thermal treatment on the swelling and surface roughness of common alder and wych elm wood. *Journal of Forestry Research*, 27(1): 225-229. DOI: 10.1007/s11676-015-0136-7.

Aytin, A., Korkut, S., Çakicier, N., 2015. Effect of heat treatment with thermowood method on some surface characteristic of wild cherry wood. *Journal of Selcuk-Technic*, 14(2): 539-554.

Bakar, B.F.A., Hiziroğlu, S., Tahir, P.M., 2013. Properties of some thermally modified wood species. *Materials & Design*, 43:348–355

Barčík, Š., Gašparík, M., & Razumov, E. Y., 2015. Effect of temperature on the color changes of wood during thermal modification. *Cellulose chemistry and technology*, 49(9-10), 789-798.

Bekhta, P. Niemz, P., 2003. Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood, *Holzforchung* 57:539–546, <https://doi.org/10.1515/HF.2003.080>.

Bhuiyan, M. T. R., Hirai, N. Sobue, N. 2000. Changes of crystallinity in wood cellulose by heat treatment under dried and moist conditions. *Journal of Wood Science*, 46(6): 431–436. doi: 10.1007/BF00765800

Boonstra, M. J. Tjeerdsma, B. 2006. Chemical analysis of heat treated softwoods. *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, 64(3): 204–211. doi: 10.1007/s00107-005-0078-4

Boonstra, M. J., Tjeerdsma, B. Groeneveld, H. A. C. 1998. Thermal modification of non-durable wood species. Part 1. The Plato technology: thermal modification of wood. In The International Research Group on Wood Protection, Doc IRG/WP 98-40123, 14–19 June 1998, Maastricht, The Netherlands.

Can, A., 2020. Effects of heat treatment systems on the physical properties of coated Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Poplar (*Populus euramericana*). *BioResources*, 15(2), 2708-2720.

Čermák, P., Dejmál, A., 2013. The effect of heat and ammonia treatment on colour response of oak wood (*Quercus robur*) and comparison of some physical and mechanical properties. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 15(3), 375-389.

Dagbro, O., Torniaainen, P., Karlsson, O. Morén, T., 2010. Colour responses from wood, thermally modified in superheated steam and pressurized steam atmospheres. *Wood Material Science and Engineering*, 5(3–4): 211–219. doi: 10.1080/17480272.2010.520739

Esteves, B., Pereira, H. 2009. Wood modification by heat treatment: A review. *BioResources*, 4(1), 370-404.

Esteves, B., Domingos, I. Pereira, H., 2007. Improvement of technological quality of eucalypt wood by heat treatment in air at 170–200 degrees °C. *Forest Products Journal*, 57(1–2): 47–52.

Esteves, B., Velez Marques, A., Domingos, I., Pereira, H., 2008. Heat-induced colour changes of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. *Wood Science and Technology*, 42(5), 369-384.

Hill, C., 2006. *Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes* (West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd). K. Mitsui, H. Takada, M. Sugiyama, R. Hasegawa, Changes in the properties of lightirradiated wood with heat treatment: Part 1 Effect of treatment conditions on the change in colour, *Holzforchung* 55:601–605.

ISO 7724-2. 1984. Paints and varnishes. Colorimetry. Part 2: colour measurement. International Organization for Standardization, Geneva, p 6

ISO 11562. 1998. Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: profile method. Metrological characteristics of phase correct filters. International Organization for Standardization.

Kasemsiri, P., Hiziroğlu, S., Rimduist, S., 2012. Characterization of heat treated eastern redcedar (*Juniperus virginiana* L.). *Journal of Materials Processing Technology*, 212(6): 1324-1330.

Kollmann, F. Schneider, A., 1963. Über das Sorptionsverhalten wärmebehandelter Hölzer (English: On the sorption behavior of heat treated wood). *Holz als Roh-und Werkstoff*, 21(3): 77–85. doi: 10.1007/BF02609705

Korkut, D.S., Hiziroglu, S., Aytin, A., 2013. Effect of heat treatment on surface characteristics of wild cherry wood. *BioResources*, 8(2): 1582-1590.

Kvietkova, M., Gaff, M., Gašparík, M., Kaplan, L., Barčík, Š., 2015. Surface quality of milled birch wood after thermal treatment at various temperatures. *BioResources*, 10(4): 6512-6521. DOI: 10.15376/biores.10.4.6512-6521

Lim, J.A., Oh, J.K., Hong, J.P. Lee, J.J., 2015. Investigation of color difference in acq and cbhdo treated wood during two-year outdoor exposure 1. *Wood engineering*. 43(2): 265-273.

Mayes, D., Oksanen, O., 2002. *ThermoWood handbook*, Finnforest, Finland, 5-15.

Militz, H. Altgen, M., 2014. Processes and properties of thermallymodified wood manufactured in Europe. In T. P. Schultz, B. Goodelland D. D. Nicholas (eds.) *Deterioration and Protection of SustainableBiomaterials*. American Chemical Society(Washington, DC: ACSSymposium Series 1158: pp. 269–285.

Nuopponen, M., Vuorinen, T., Jämsä, S. Viitaniemi, P., 2005. Thermal modifications in softwood studied by FT-IR and UV resonance Raman spectroscopies. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 24(1): 13–26. doi: 10.1081/WCT-120035941

-
- Ozgenç, O., Okan, O.T., Yildiz, U.C., Deniz, I., 2013. Wood surface protection against artificial weathering with vegetable seed oils. *BioResources*, 8(4): 6242-6262.
- Phuong, L. X., Shida, S., Saito, Y., 2007. Effects of heat treatment on brittleness of *Styrax tonkinensis* wood. *Journal of Wood Science*, 53(3): 181–186. doi: 10.1007/s10086-006-0841-0
- Sivrikaya, H., Tesarova, D., Rejabkova, E., Can, A., 2019. Color change and emission of volatile organic compounds from Scots pine exposed to heat and vacuum-heat treatment. *Journal of Building Engineering* 26: 100918.
- Sundqvist, B., Karlsson, O., Westermark, U., 2006. Determination of formic-acid and acetic acid concentrations formed during hydrothermal treatment of birch wood and its relation to colour, strength and hardness. *Wood Science and Technology*, 40(7): 549–561. doi: 10.1007/s00226-006-0071-z
- Sweet, M.S., Winandy, J.E., 1999. Influence of degree of polymerization of cellulose and hemicellulose on strength loss in fire-retardant-treated southern pine. *Holz-forschung*, 53(3): 311–317.
- Temiz, A., Eikenes, M., Yildiz, U.C., Evans, F.G., Jacobsen, B., 2003. Accelerated weathering test for the evaluation of Wood preservative efficacy. The International Research Group on Wood Preservation, 34th annual meeting, IRG/WP 03-20262, Brisbane, Australia.
- Temiz, A., Yildiz, U.C., Aydin, I., Eikenes, M., Alfredsen, G., Çolakoglu, G., 2005. Surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test. *Applied Surface Science*, 250(1): 35-42.
- Tjeerdsmas, B. F., Militz, H., 2005. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood. *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, 63(2): 102–111. doi: 10.1007/s00107-004-0532-8
- Tjeerdsmas, B. F., Boonstra, M., Pizzi, A., Tekely, P., Militz, H., 1998. Characterisation of thermally modified wood: Molecular reasons for wood performance improvement. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 56(3): 149–153. doi: 10.1007/s001070050287
- Weigl, M., Müller, U., Wimmer, R., Hansmann, C., 2012. Ammonia vs. thermally modified timber-Comparison of physical and mechanical properties. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(1), 233-239.
- Willems, W., 2014. Experiences with an industrial system for controlled thermal wood modification in pressurized unsaturated steam. In The International Research Group on Wood Protection, Doc. IRG/WP 14-40678, 11–15 May 2014, St. George, UT, USA. a

Higrotermal yaşlandırmanın, MDF ve yonga levhalarda renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve vida çekme direncini üzerine etkisinin incelenmesi

Investigation of the effect of hygrothermal aging on color change, surface roughness and screw direct withdrawal resistance of MDF and particleboards

Emre BİRİNCİ¹

¹ Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kastamonu

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Emre BİRİNCİ
ebirinci@kastamonu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

16.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

19.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Birinci, E. (2022). Higrotermal yaşlandırmanın, MDF ve yonga levhalarda renk değişimi, yüzey pürüzlülüğü ve vida çekme direncini üzerine etkisinin incelenmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 172-177. DOI: 10.17568/ogmoad.1088764

Öz

Higrotermal yaşlandırma ile ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin uzun süreli kullanım performansının belirlenebilmesi mümkündür. Bu çalışmada higrotermal yaşlandırmanın, MDF ve sunta levhalarda renk, yüzey pürüzlülüğü ve vida çekme direnci üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 50×50 mm boyutlarında hazırlanan test örnekleri, 2 hafta boyunca 65±5% bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta klimatize edilmiştir. Higrotermal yaşlandırma için numuneler saf su ile doldurulmuş 20 °C sıcaklıktaki su banyosunda 30 gün boyunca bekletilmiştir. Numunelerin renk ölçümleri ASTM-D 2244-2 standardına göre Konica Minolta marka spektrofotometre kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü testleri ISO 4287 standardına göre Tokyo Seimitsu Accretech Handysurf E-35 B iğne taramalı portatif yüzey ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Vida çekme direnci testleri TS EN 13446 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Test sonuçlarına göre higrotermal yaşlandırmanın vida çekme direncini düşürücü bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Higrotermal yaşlandırma ile birlikte test örneklerinin kontrol örneklerine göre toplam renk değişimlerinin arttığı, anlaşılmıştır. Higrotermal yaşlandırma testine tabi tutulmuş MDF ve sunta levhaların kontrol örneklerine göre daha düşük vida çekme direncine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Higrotermal yaşlandırma, renk, yüzey pürüzlülüğü, vida çekme direnci

Abstract

It is possible to determine the long-term use performance of wood and wood-based materials with hygrothermal aging. In this study, it was basically aimed to investigate the effect of hygrothermal aging on the color, surface roughness and screw withdrawal resistance of MDF and particleboard. For this purpose, the test specimens prepared in 50×50 mm dimensions were climatized at 65±5% relative humidity and 20±2 °C for 2 weeks. For hygrothermal aging, the samples were kept in a water bath filled with distilled water at 20 °C for 30 days. Color measurements of the samples were carried out using a Konica Minolta brand spectrophotometer according to ASTM-D 2244-2 standard. Surface roughness tests were performed with Tokyo Seimitsu Accretech Handysurf E-35 B needle scanning portable surface measuring device according to ISO 4287 standard. Screw direct withdrawal resistance tests were carried out in accordance with the TS EN 13446 standard. According to the test results, it was determined that hygrothermal aging has a decreasing effect on the screw direct withdrawal resistance. It was understood that the total color changes of the test samples increased with hygrothermal aging compared to the control group. It has been determined that MDF and particleboard boards subjected to hygrothermal aging test have lower screw direct withdrawal resistance than control samples.

Keywords: Hygrothermal aging, Color, Surface roughness, Screw direct withdrawal resistance



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artması, ahşap ve ahşap ürünlerine olan talebin artmasına neden olmuştur. Bu nedenle ormanlar üzerindeki baskı son yıllarda önemli ölçüde artış göstermiştir. Bu baskının azaltılabilmesi için hizmet ömrünü tamamlamış, yakacak odun olarak ayrılmış, üretim artığı olan vb. ahşap malzemelerin yeniden değerlendirilmesi gündeme gelmiştir. Bu maksatla mühendislik ürünü ahşap malzemeler geliştirilmiş ve kullanımı yaygınlaşmıştır. Günümüzde en çok kullanılan mühendislik ürünü ahşap malzemelerin başına MDF (orta yoğunlukta lif levha) ve yonga levhalar gelmektedir.

MDF ve yonga levhalar günümüzde mobilya endüstrisinde en çok kullanılan levha türleridir. Bu levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi, üretilen mobilya vb. ürünlerin kullanım yerlerinde karşılaşılabilecek yüklerle karşı nasıl bir davranış sergileyeceğinin belirlenmesinde önem arz etmektedir (Göker ve ark., 2004; Kasal, 2007).

Mobilya endüstrisinde en yaygın kullanılan bağlantı elemanlarının başında vidalar gelmektedir. Mobilya vb. ürünlerin toplam dayanımının belirlenmesi için MDF ve yonga levhaların vida tutma kapasitelerinin bilinmesi gerektiği literatürde belirtilmektedir (Yörür ve ark., 2017; Tor, 2019).

Piyasada yüzeyi kaplanmamış olarak kullanılan MDF ve yonga levhaların yüzey pürüzlülüğü, renk gibi özelliklerinin bilinmesi, uzun süreli kullanım sırasında rutubet ile birlikte yüzey özelliklerinin değişiminin belirlenmesi ürünün tercih edilme kabiliyetini artırmak açısından önemlidir. Genel olarak yüzey pürüzlülük derecesi, ağaç türü, partikül boyutu, lif / yonga dağılımı gibi hammadde özelliklerinin ve pres parametreleri, reçine içeriği, yüzey yoğunlaştırması ve panellerin zımparalama prosesi dahil üretim değişkenlerinin bir fonksiyonudur. Akustik emisyon, pnömatik, lazer ve kalemi içeren kompozit panellerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için çeşitli yöntemler vardır (Nemli ve ark., 2005; Hızıroğlu ve Kosonkorn, 2006; Davim ve ark., 2009; Şahin ve Arslan, 2011).

Higrotermal yaşlandırma işlemi, MDF ve yonga levhaların uzun süreli kullanım performansının belirlenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Higrotermal yaşlandırma işleminin MDF ve yonga levhalar üzerinde etkilerini belirlemek için literatürde soğuk suda bekletme, kaynatma, termal şok, klima kontrollü oda kullanımı gibi birçok yöntem mevcuttur (Xu ve ark., 2015; Karamanoğlu ve Kaymakçı, 2018).

Bu çalışmada temel olarak higrotermal yaşlandırmanın ticari olarak üretilen ve yüzeyi kaplanmamış MDF ve yonga levhalarda renk, yüzey pürüzlülüğü ve vida çekme direnci üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Levha türü

Çalışma kapsamında Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından üretilen 18 mm kalınlığında ham MDF (0,75 gr/cm³) ve yonga levhalar (0,56 gr/cm³) temin edilmiştir. Yonga levhaların üretiminde %35 oranında karaçam (*Pinus nigra*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) karışımı, %25 meşe (*Quercus ssp.*), %40 kavak (*Populus nigra*) ve kavak kapağından elde edilmiş yonga kullanılmıştır. Levhalar, TS EN 320 ve TS EN 13446 standartlarına göre 50x50 mm boyutlarında hazırlanmıştır. 2 hafta süre ile 65±5% bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta klimatize edilmiştir.

Kesilen levhalar içerisinden kusursuz olan 100 adet MDF ve 100 adet yonga levha numune seçilmiştir. Numunelerin yarısı (50 adet MDF ve 50 adet yonga levha) vida çekme direnci testlerinin uygulanabilmesi için ayrılmıştır. Diğer yarısının ise yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ağırlıkları ve kalınlıkları ölçülmüş numuneler 103±2°C sıcaklıktaki fırında ağırlıkları değişmez hale gelene kadar bekletilmiştir.

2.2. Higrotermal yaşlandırma

Higrotermal yaşlandırma için numuneler saf su ile doldurulmuş 20°C sıcaklıktaki su banyosunda 30 gün boyunca bekletilmiştir. Higrotermal yaşlandırma işlemi ASTM D 570 standardının kısmi modifikasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Higrotermal yaşlandırma işleminin ardından ağırlıkları ve kalınlıkları ölçülmüştür.

Ölçümlerin ardından numuneler 60°C'deki fırında 3 gün süre ile bekletilmiştir. Fırından çıkarılan örnekler 2 hafta süre ile 65±5% bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta iklimlendirme kabini içinde klimatize edilmiştir.

2.3. Yüzey pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü testleri Tokyo Seimitsu Accretch Handysurf E-35 B iğne taramalı portatif yüzey ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Şekil 1a). Test örneklerinin yüzey pürüzlülüğü özelliklerini belirlemek için ISO 4287 (2015) standardına uygun şekilde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler oda sıcaklığında, ölçme hızı 0,5 mm/sn, tarama uzunluğu 12,5 mm ve sınır dalga boyu, $\lambda_c = 0,25$ mm

olacak şekilde yapılmıştır. Her bir numune üzerinde 10 tekrarlı ölçüm gerçekleştirilmiştir.

2.4. Renk ölçümü

Numunelerin renk ölçümleri ASTM D2244 - 02 (2002) standardına göre Konica Minolta marka spektrofotometre kullanılarak higrotermal işlem öncesi ve sonrası aynı nokta üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1b). CIEL*a*b* renk sisteminde; renklerdeki farklılıklar ve bunların yerleri L*, a*, b* renk koordinatlarına göre tespit edilmektedir. Değişimin, rengin hangi tonunda etkili olduğunu belirlemek amacıyla kırmızı renk tonu (+a*), sarı renk tonu (+b*) ve ışıklılık değeri / renk parlaklığı (L*) değerleri birbirinden bağımsız olarak incelenmiş ve toplam renk değişimi Formül 1'e göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Burada , toplam renk değişimini; siyah – beyaz renk değişimini; , kırmızı – yeşil renk değişimini , sarı – mavi renk değişimini ifade etmektedir.



Şekil 1. Tokyo Seimitsu Accretech Handysurf E-35 B iğne taramalı portatif yüzey ölçüm cihazı (a), Konica Minolta spektrofotometre (b).

Figure 1. Tokyo Seimitsu Accretech Handysurf E-35 B needle scanning portable surface measuring instrument (a), Konica Minolta spectrophotometer (b).

2.5. Su alma ve kalınlığına şişme

Higrotermal yaşlandırma testi ile birlikte numunelerin su alma ve kalınlığına şişme değerleri de belirlenmiştir (TS EN 317). Numunelerin ağırlıkları 0,01 gr hassasiyetle, kalınlıkları ise 0,001 mm hassasiyetle Mitutoyo marka dijital mikrometre ile ölçülmüştür. Her levha türü için 10 adet numune test edilmiştir. Numunelerin su alma Formül 2'ye ve kalınlığına şişme oranları Formül 3'e göre hesaplanmıştır.

$$SA = \frac{A_1 - A_0}{A_1} \times 100 \quad (2)$$

Burada SA, su alma oranını (%); A₀, su alma öncesi ağırlığı (gr); A₁, su alma sonrası ağırlığı (gr) ifade etmektedir.

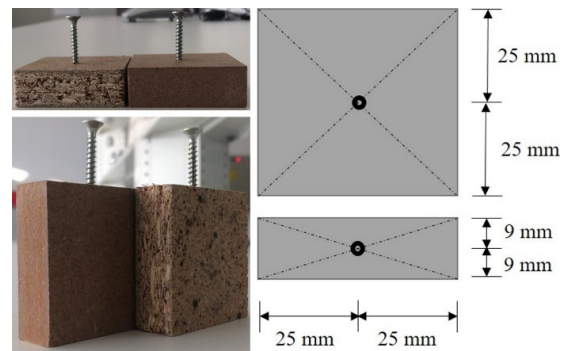
$$K\mathcal{S} = \frac{K_1 - K_0}{K_1} \times 100 \quad (3)$$

Burada KŞ, kalınlığına şişme oranını (%); K₀, su alma öncesi kalınlığı (mm); K₁, su alma sonrası kalınlığı (mm) ifade etmektedir.

2.6. Vida çekme direnci

Vida çekme direnci testleri TS - EN 13446 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Vida çekme direnci testleri Shimadzu AGIC/20/50KN Universal test cihazında gerçekleştirilmiştir. Her grup levha için 15'er adet numune test edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan tüm vidalar paslanmaz çelikten imal edilmiş ve çinko kaplıdır. Vidaların ana çapları 4,0 mm ve uzunlukları 35 mm'dir. Vidalamadan evvel malzeme üzerine tam merkezden olacak şekilde vida çapının %80'i çapında pilot deliği açılmıştır (Şekil 2). Numunelerin hem yüzeyinden hem de kenarında vidalama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için IBM SPSS 23.0 paket programından yararlanılmıştır. Sonuçlar arasındaki farklılıkları belirleyebilmek için eşleştirilmiş t-testi uygulanmıştır.



Şekil 2. Vida çekme direnci numune boyutları
Figure 2. Screw withdrawal resistance sample dimensions

3. Bulgular

Tablo 1'de MDF levhalarda, Tablo 2'de ise yonga levhalarda higrotermal yaşlandırma işleminin vida çekme, yüzey pürüzlülüğü ve renk özellikleri üze-

rine etkisinin incelendiği eşleştirilmiş t-testi sonuçları görülmektedir. Tablo 1 ve Tablo 2’de incelenen tüm özellikler higrotermal yaşlandırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı değişiklik göstermiştir ($p < 0,01$), yalnızca Tablo 1’de incelenen renk değeri “a” üzerinde higrotermal yaşlandırmanın istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi tespit edilememiştir

($p=0,166$).

3.1. Yüzey pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde MDF’lerde Ra %50,65 ve Rz %39,36 artış göstermiştir. Yonga levhalarda ise Ra %3,39 ve Rz %21,78 artış göstermiştir.

Tablo 1. MDF’lerin higrotermal yaşlandırma öncesi ve sonrası özellikleri (t-testi sonuçları)
Table 1. Properties of MDFs before and after hygrothermal aging (t-test results)

Özellik	Higrotermal Yaşlandırma	Ortalama	Standart sapma	t	p
<i>Vida çekme</i>					
Yüzey	Öncesi	1406,2	235,4	8,815	0,000
	Sonrası	640,3	53,8		
Kenar	Öncesi	1044,0	182,6	11,689	0,000
	Sonrası	359,1	41,0		
<i>Yüzey pürüzlülüğü</i>					
Ra (μm)	Öncesi	2,65	0,36	-19,645	0,000
	Sonrası	5,37	0,95		
Rz (μm)	Öncesi	21,21	2,74	-19,631	0,000
	Sonrası	34,98	4,39		
Rsm (μm)	Öncesi	295,97	62,88	-10,562	0,000
	Sonrası	499,12	134,34		
<i>Renk</i>					
ΔE		6,46	1,85	1,167	0,000
L*	Öncesi	52,32	0,88	9,864	0,000
	Sonrası	47,08	2,89		
a*	Öncesi	8,07	0,19	1,419	0,166 ^{ns}
	Sonrası	7,92	0,49		
b*	Öncesi	17,02	1,02	-8,330	0,000
	Sonrası	19,53	0,85		

ns: non-significant (önemsiz) ($p > 0,05$)

Tablo 2. Yonga levhaların higrotermal yaşlandırma öncesi ve sonrası özellikleri (t-testi sonuçları)
Table 2. Properties of particleboards before and after hygrothermal aging (t-test results)

Özellik	Higrotermal Yaşlandırma	Ortalama	Standart sapma	t	p
<i>Vida çekme (N/mm^2)</i>					
Yüzey	Öncesi	856,5	99,7	14,475	0,000
	Sonrası	354,4	31,4		
Kenar	Öncesi	683,7	116,8	13,639	0,000
	Sonrası	225,1	38,2		
<i>Yüzey pürüzlülüğü (μm)</i>					
Ra	Öncesi	9,86	2,28	-9,048	0,000
	Sonrası	14,11	2,36		
Rz	Öncesi	65,64	12,74	-7,536	0,000
	Sonrası	83,92	11,86		
Rsm	Öncesi	648,93	144,80	-5,298	0,000
	Sonrası	782,27	137,02		
<i>Renk</i>					
ΔE		13,16	2,20	1,462	0,000
L*	Öncesi	56,21	1,30	28,336	0,000
	Sonrası	43,38	2,28		
a*	Öncesi	6,52	0,43	-18,535	0,000
	Sonrası	7,94	0,38		
b*	Öncesi	19,60	0,95	-5,518	0,000
	Sonrası	21,14	1,20		

3.2. Renk değişimi

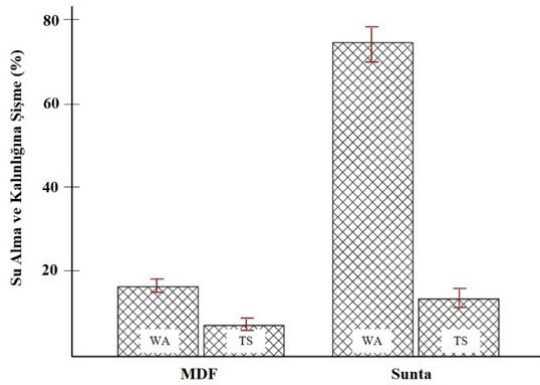
Toplam renk değişimleri incelendiğinde higrotermal yaşlandırma işlemi ile MDF'de %6,46, yonga levhalarda ise %13,16 azalma meydana geldiği ve her iki levhanın renginin koyulaştığı ancak yonga levhaların renginin MDF'ye göre daha çok değiştiği grlmuştur.

3.3. Su alma ve kalınlığına şişme

MDF ve yonga levhaların su alma ve kalınlığına şişme grafikleri Şekil 3'te görülebilmektedir. Yonga levhalar (%72,65) MDF levhalara göre (%16,19) yaklaşık 5 kat daha fazla su tutmuştur. Ayrıca yonga levhalar (%13,32), MDF levhalara göre (%7,21) yaklaşık 2 kat daha fazla kalınlık yönünde şişme eğilimi göstermiştir.

3.4. Vida ekme direnci

Tablo 1 ve 2'deki vida çekme direnci sonuçları incelendiğinde, higrotermal yaşlandırma işleminin MDF levhalarda yüzeyden vida çekme direncini %54,47, kenardan vida çekme direncini ise %65,60 oranında azalttığı ortaya çıkmıştır. Yonga levhalarda ise yüzeyden vida çekme direncini %58,62, kenardan vida çekme direncini ise %67,07 azalttığı bulunmuştur.



Şekil 3. MDF ve yonga levhaların su alma (WA) ve kalınlığına şişme (TS) yüzdeleri
Figure 3. Percentages of water absorption (WA) and thickness swelling (TS) of MDF and particleboards

4. Tartışma ve Sonuç

Ticari olarak üretilmiş olan MDF ve yonga levhaların su alma ve kalınlığına şişme test sonuçlarının literatür ile uyumlu olduğu grlmuştur (Odabaş Serin ve Usta, 2010; İstek ve ark., 2015; Bardak, 2018; Sıradağ ve ark., 2018).

Vida ekme direncindeki azalmanın sebebinin MDF ve yonga levhalarda rutubet ile birlikte yapış-

ma kabiliyetinin düşmesi olduğu düşünülmektedir (Candan ve Akbulut, 2015; Leng ve ark., 2017; Rajak ve Eckelman, 1993; Yrr ve ark., 2020).

Yonga levhalarda MDF'lere göre toplam renk değişiminin daha fazla olmasının nedeninin yonga levhalardaki yonga parçaları içerisindeki ekstraktif maddelerin suda çözünmesi olduğu düşünülmektedir (Şahin ve Arslan, 2011; Battegazzone ve ark., 2018; Karamanoğlu ve Kaymakçı, 2018; zliusoylu ve ark., 2018).

Bu sonuçlara göre higrotermal yaşlandırma işleminin her iki levha türünde de yüzey przsllğn artırııcı bir etki yaptığını göstermektedir. Ayrıca higrotermal yaşlandırma işleminin MDF'lerin yüzey przsllğnu yonga levhalara çok daha fazla etkilediği anlaşılmaktadır. MDF'lerin yüzeylerinin yonga levhalara göre daha pürüzsüz olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun temel nedeninin presleme Şartları, partikül boyutu gibi parametrelerin olduğu bilinmektedir. Hızıroğlu ve Kosonkorn'un (2006) yaptığı çalışma bu sonucumuzu desteklemektedir.

Higrotermal yaşlandırma işleminin MDF ve yonga levhalarda vida çekme direncini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Higrotermal yaşlandırma işlemi ile yonga levhalarda MDF'ye göre daha fazla renk değişimi gerçekleşmiştir. Bu konuda daha kapsamlı araştırmaların yapılması tarafımızdan önerilmektedir.

Açıklama

Bu alışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

ASTM D 2244-02, 2002. Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates. ASTM International, West Conshohocken, USA. <https://www.astm.org/>

ASTM D 570-98, 2018. Standard Test Method for Water Absorption of Plastics. ASTM International, West Conshohocken, USA. <https://www.astm.org/>

Bardak, T., Szen, E., 2018. Yonga Levha ve Lif levhaların su alma davranışlarının dijital görüntü korelasyon (DGK) yöntemi ile karakterize edilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 20(3): 525-534.

Battegazzone, D., Alongi, J., Duraccio, D. Frache, A., 2018. All natural high-density fiber- and particleboards

- from hemp fibers or rice husk particles. *Journal of Polymers and the Environment*, 26: 1652-1660.
- Candan, Z., Akbulut, T., 2015. Physical and mechanical properties of nanoreinforced particleboard composites. *Maderas Ciencia y Tecnologia* 17(2), 314-334.
- Davim, J.P., Clemente, V.C., Silva, S., 2009. Surface roughness aspects in milling MDF (medium density fibreboard). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 40(1-2): 49-55.
- Göker, Y., Akbulut, T., Ayrılmış, N., 2004. Türkiye' de üretilen MDF levhaların teknolojik özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 54(1A): 13-36.
- Hızıroğlu, S., Kosonkorn, P., 2006. Evaluation of surface roughness of Thai medium density fiberboard (MDF). *Building and Environment* 41: 527-533.
- ISO 4287, 2015. Geometrical product specifications (gps) — surface texture: profile method — terms, definitions and surface texture parameters. Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/>
- İstek, A., Muğla, K., Yazıcı, H., 2015. Mobilya üretiminde kullanılan ticari MDF levhaların özellikleri. *Selçuk University Journal of Engineering Sciences*, Özel Sayı-1, UMK-2015: 333-343.
- Kasal, A., 2007. Bazı masif ve kompozit ağaç malzemelerin kavela tutma performanslarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi* 22(3): 387-397.
- Karamanoğlu, M., Kaymakçı, A., 2018. Higrotermal yaşlandırma işleminin ısı işlem görmüş kestane odununun renk ve sertlik özellikleri üzerine etkisi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi* 1(1): 31-37.
- Leng, W., Hunt, J.F., Tajvidi, M., 2017. Screw and nail withdrawal strength and water soak properties of wet-formed cellulose nanofibrils bonded particleboard. *Bio-Resources* 12(4): 7692-7710.
- Nemli, G., Öztürk, İ., Aydın, İ., 2005. Some of the parameters influencing surface roughness of particleboard. *Building and Environment* 40(10): 1337-1340.
- Odabaş Serin, Z., Usta, M., 2010. Melez kavak (*Populus euramericana* I-214) liflerinin suksinik anhidritle modifikasyonu: II. üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen MDF'lerin fiziksel ve mekanik özellikleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 12(18): 61-66.
- Özlüsoy, İ., İstek, A., Can, A., 2018. Silan ve parafin ilavesinin lif levhaların bazı yüzey özellikleri üzerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 20(3): 509-518.
- Rajak, Z.I.B.H.A., Eckelman, C.A., 1993. Edge and face withdrawal strength of large screws in particleboard and medium density fiberboard. *Forest products journal* 43(4): 25.
- Sıradağ, H., İstek, A., Özlüsoy, İ., Mercik, Ş., 2018. Orta yoğunluklu lif levhaların (MDF) bazı özellikleri üzerine tutkal kullanım oranının etkisi. *International Congress on Agriculture And Forestry Research*, Marmaris, 8-10 Nisan, pp. 688-694.
- Şahin, H.T., Arslan, M.B., 2011. Weathering performance of particleboards manufactured from blends of forest residues with Red pine (*Pinus brutia*) wood. *Maderas Ciencia y Tecnologia* 13(3): 337-346.
- Tor, Ö., 2019. Effects of pilot hole diameter on screw-driving torques in medium density fiberboard. *Cerne* 25: 54-59.
- TS EN 317, 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye. <https://www.tse.org.tr/>
- TS EN 320, 2011. Yonga levhalar ve lif levhalar-Vida tutma mukavemetinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye. <https://www.tse.org.tr/>
- TS EN 13446, 2005. Ahşap esaslı levhalar - Bağlayıcıların geri çıkma kapasitesinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye. <https://www.tse.org.tr/>
- Xu, C., Xing, C., Pan, H., Matuana, L.M., Zhou, H., 2015. Hygrothermal aging properties of wood plastic composites made of recycled high density polypropylene as affected by inorganic pigments. *Polymer Engineering and Science* 55(9): 2127-2132.
- Yörür, H., Tor, Ö., Günay, M.N., Birinci, E., 2017. The effects of different variables on the direct screw withdrawal strength in plywood. *Kastamonu University Journal of Faculty of Forestry*, 17(2): 325-333.
- Yörür, H., Birinci, E., Günay, M.N., Tor, Ö., 2020. Effects of factors on direct screw withdrawal resistance in medium density fiberboard and particleboard. *Maderas Ciencia y Tecnologia* 22(3): 375-384.

Anadolu şimşiri (*Buxus sempervirens* L.) gövde odununun bazı teknolojik özelliklerinin araştırılması

Investigation of some technological properties of Anatolian boxwood (*Buxus sempervirens* L.) stem wood

Elif TOPALOĞLU¹
Derya USTAÖMER²
Murat OZTURK²
Nurgül AY²

¹ Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler
Meslek Yüksekokulu, Giresun

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Elif TOPALOĞLU
elif.topaloglu@giresun.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

29.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

10.06.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Topaloğlu, E. , Usta-ömer, D. , Ozturk, M. & Ay, N. (2022). Anadolu şimşiri (*Buxus sempervirens* L.) gövde odununun bazı teknolojik özelliklerinin araştırılması . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 178-185 . DOI: [10.17568/ogmoad.1088765](https://doi.org/10.17568/ogmoad.1088765)



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışmada, Türkiye’de yetişen en sert oduna sahip olan Anadolu şimşiri (*B. sempervirens* L.) gövde odununun anatomik özellikleri, rutubet miktarı, yoğunluk değerleri, liflere paralel basınç direnci, renk parametreleri ve yüzey pürüzlülük değerleri belirlenmiştir. Araştırma materyali Trabzon’un Çaykara ilçesinden alınmıştır. Gövde odunu, gerçekleştirilecek testler için kesilerek deney örnekleri elde edilmiş ve deney örnekleri hava kurusu hale gelinceye kadar iklimlendirme odasında bekletilmiştir. Testler, ilgili standartlara göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Anadolu şimşiri odununun dağınık traheli olduğu, hava kurusu yoğunluk değerinin 0,94 g/cm³ ve “ağır ağaçlar” sınıfında yer aldığı, liflere paralel basınç direncinin 70,64 N/mm² ve “basınç direnci büyük ağaçlar sınıfında” yer aldığı belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülük parametrelerine ait sonuçlara göre şimşir odununun radyal yüzeyinin teğet yüzeyden daha pürüzlü olduğu; renk parametrelerine ait sonuçlara göre teğet yüzeyinin radyal yüzeyden daha açık renkte olduğu ve her iki yüzeyin sarı renk tonunda olduğu belirlenmiştir. Çalışmak için sert bir oduna sahip olan Anadolu şimşiri odunu süs eşyası, alet sapları, kaşık, tarak, tavla pulu, cetvel, müzik aleti parçaları üretiminde, oymacılık, tornacılık ve kakmacılıkta yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemiz ormancılığında odun dışı orman ürünü olarak alternatif tıp alanında ve süs bitkisi olarak peyzaj alanında da değerlendirilen şimşir ağaçlarının korunması ve canlılığını sürdürebilmesi için gerekli çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Anadolu şimşiri, *Buxus sempervirens* L., teknolojik özellikler

Abstract

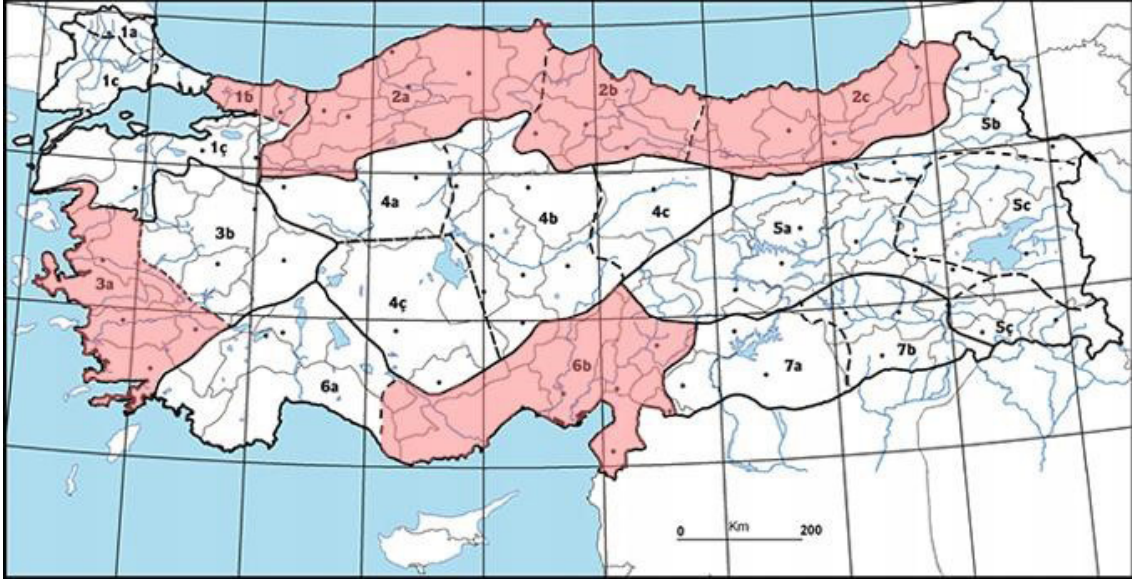
In this study, moisture content, density values, compression strength parallel to grain, color parameters and surface roughness values of Anatolian boxwood (*B. sempervirens* L.) stem wood, which has the hardest wood grown in Turkey, were determined. Research material was obtained from Çaykara district of Trabzon. The stem wood was cut for the tests to be carried out and test samples were obtained and kept in the air-conditioning room until it became air-dry. The tests were carried out according to the relevant standards. When the obtained results are evaluated, it has been determined that Anatolian boxwood has diffuse-porous wood, the air-dry density value is 0.94 g/cm³ and it is in the “heavy woods” class, the compression strength parallel to grain is 70.64 N/mm² and it is in the “the compression strength is great woods” class. According to the results of the surface roughness parameters, the radial surface of the boxwood is rougher than the tangential surface and according to the results of the color parameters, it was determined that the tangential surface was lighter in color than the radial surface and both surfaces were in yellow hue. Anatolian boxwood, which has a hard wood for working, is widely used in the production of ornaments, tool handles, spoons, combs, backgammon stamps, rulers, musical instrument parts, carving, turnery and inlay. It is suggested that necessary studies should be carried out in order to protect and maintain the vitality of boxwood trees, which are also evaluated as a non-wood forest product in the field of alternative medicine and as an ornamental plant in the landscape in the Turkish forestry sector.

Keywords: Anatolian boxwood, *Buxus sempervirens* L., technological properties

1. Giriş

Buxus sempervirens L., Buxaceae (Şimşirgiller) familyasında yer alan *Buxus* (Şimşirler) cinsine ait bir tür olup herdem yeşil, 1-2 metre boyunda çalı ya da 12 metreye kadar boylanabilen bir ağaçtır. Kuzey Afrika, Avrupa, Kafkasya, Hazar Denizi kıyıları, Batı Himalayalar ve Anadolu'da yetişmektedir (Mamıkoğlu, 2017). Şekil 1'de görüldüğü üzere *B. sempervirens* L. Türkiye'de (1b) Çatalca-Kocaeli Bölümü, (2a) Batı Karadeniz Bölümü, (2b) Orta Karadeniz Bölümü, (2c) Doğu Karadeniz Bölümü, (3a) Asıl Ege Bölümü ve (6b) Adana Bölümü'nde doğal olarak yayılış göstermektedir (Mataracı, 2012). Diri odun ve öz odun farklılaşmasının olmaması, yıllık halkaların dar ve az belirgin olması, öz ışınlarının radyal kesit düzleminde koyu renkli olması, odununun sarı renk tonunda olması bu ağaç türünün önemli makroskobik özelliklerinden-

dir (Merev, 2003). Şimşir odunu doğal dayanıklılık özelliklerine göre ticarete kullanılan ağaçlar içerisinde "dayanıklı ağaçlar" sınıfında (Bozkurt ve Erdin, 1990a) ve Brinell-sertlik değerine göre "çok sert" ağaçlar sınıfında yer almaktadır (Kollman ve Côté Jr., 1968). Ayrıca Piqué ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada şimşir ağacının Avrupa'nın en değerli ağaçlarından biri olduğu; odununun çok sert, yoğun, ağır, düzgün lifli ve yarılmaya karşı dirençli olduğu; bu özellikleri ve görünümü, şimşir odununu hem oymacılık için uygun hale getirdiği hem de küçük nesnelere üretimi için en değerli odun türlerinden biri haline getirdiği belirtilmektedir. Gordiyon Kral Mezarı kazılarında bulunan 12 adet mobilyanın yapımında kullanılmış olan ağaç türleri arasında şimşirin de (*B. sempervirens* L.) yer aldığı Aytağ ve Görcelioğlu (1987) tarafından yapılan çalışmayla belirlenmiştir.



Şekil 1. Anadolu şimşirinin (*B. sempervirens* L.) Türkiye'deki doğal yayılış alanları (Mataracı, 2012)
Figure 1. Natural distribution areas of Anatolian boxwood (*B. sempervirens* L.) in Turkey (Mataracı, 2012)

Günümüzde şimşir odununun çok çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Odununun sert ve dayanıklı olması tornacılık için aranan bir malzeme olmasını sağlamaktadır. Ayrıca dokumacılık sanayinde mekik yapımında ve kalıp yapımında; tarak, kaşık, alet sapları, tuzluk, oklava, tavla pulu, havan gibi ev eşyaları üretiminde ve oyuncak, kutu, kolye, bilezik gibi süs eşyaları yapımında kullanılmaktadır (Türkyılmaz, 2005). Bununla birlikte Hiziroğlu (2016), keman üretiminde klavye ve mandalların, yüksek yoğunluklu ve dayanıklı odun türlerinin kullanılmasını gerektirdiğini ve bu nedenle abanoz, gül ağacı ve şimşir ağacının bu parçalar için yaygın olarak kullanıldığını rapor etmiştir. Türkyılmaz (2005), şimşirin kök, gövde,

kabuk ve yapraklarında uçucu yağ ve alkaloidlerin bulunması nedeniyle zaman zaman alternatif tıpta bazı hastalıkların tedavisinde kullanıldığını, park ve bahçelerde süs bitkisi olarak kullanılmak üzere yetiştirilen bir takım varyete ve formlarının bulunduğunu belirtmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'de yetişen ağaç türleri arasında en yüksek yoğunluk değerine sahip olan Anadolu şimşiri ağacı gövde odununun bazı anatomik, fiziksel, mekanik ve yüzey özellikleri araştırılmıştır. Böylece elde edilen sonuçlar temelinde bu ağaç türüne ait araştırılan odun özellikleri konusunda literatürdeki boşluğun doldurulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma materyali, Trabzon'un Çaykara ilçesine bağlı Şahinkaya Mahallesi'nden (40°43'57.8"N 40°13'24.9"E) alınmıştır. Gövde odunu, bir süre iklimlendirme odasında bekletildikten sonra ilgili standartlarda belirtilen boyutlarda kesilerek deney örnekleri hazırlanmıştır. Hazırlanan deney örnekleri, 20±2 °C sıcaklık ve %65±5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında hava kurusu rutubete ulaşmıca kadar bekletilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Anatomik özelliklerin belirlenmesi

Laboratuvara getirilen odun disklerinden 1×1×1 cm büyüklüğünde küp şeklinde odun parçaları çıkarılmıştır. Odun dokularındaki havanın çıkarılması ve kesit alma sırasında dokuların parçalanmasını engellemek amacıyla örnekler saf su içerisinde dibe çökene kadar kaynatılmıştır. Kaynatılmış örnekler 1/1/1 oranında alkol/gliserin/saf su karışımını içerisine alınarak muhafaza edilmiştir. Bu karışıma mantar etkisi olmaması amacıyla bir miktar asit fenik ilave edilmiştir (Merev, 1998; Geçek, 2011).

Kesit alma işlemine uygun hale getirilmiş örneklerden "Reichert" kızaklı mikrotomu yardımı ile 15-20 mikron kalınlığında enine (transversal), boyuna ışınsal (radyal) ve boyuna teğetsel (tanjansiyel) olarak üç yönde kesitler alınmıştır. Elde edilen kesitler 5-10 dk. süre ile sodyum hipokloritte bekletilerek soldurulmuş ve sonra saf su ile yıkanmıştır. Kesitlerin boyama işlemine geçmeden önce ortam pH değerinin dengelemesi için ortama 1-2 damla asetik asit ilave edilerek 1-2 dk. beklenilmiş ve tekrar saf su ile yıkanmıştır. Bu işlemlerin ardından kesitler 5 dk. %50'lik safranin 0 çözeltisi içerisinde bekletilmiştir. Dokularda biriken fazla boyanın çıkarılması için kesitler sırasıyla %70 ve %99'luk alkol serilerinden geçirilmiştir. Kesitler üzerinde standart preparasyon işlemleri gerçekleştirilerek gliserin jelatin içerisinde daimi preparatlar haline getirilmiştir (Ives, 2001). Elde edilen kesitler üzerindeki normal konumlarında ölçümleri gerçekleştirilemeyecek anatomik parametrelerin ölçülebilmesi amacıyla maserasyon (dokuyu çözme) metodlarından Schultze metodu kullanılmış (Normand, 1972) ve odun elemanları serbest hale getirilmiştir. Maserasyon sonucu elde edilen materyal, ölçümler gerçekleştirilinceye kadar saf gliserin içerisinde muhafaza edilmiştir.

2.2.2. Mikro fotoğrafların çekilmesi

Odun örneklerinden elde edilen daimi preparatlara ait mikro fotoğraflar Olympus BX50 araştırma mikroskobuna entegre edilmiş dijital bir kamera yardımı ile çekilmiştir. Elde edilen fotoğraflar üzerinde odun elemanlarına ait trahe radyal çapı, trahe teğetsel çapı, özışını yükseklik ve genişliği ölçülmüş ve 1 mm² deki trahe sayısı, 1mm' deki özışını sayısı belirlenmiştir. Maserasyonla serbest hale getirilen odun elemanları üzerinde trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu, lif genişliği, lif lümen genişliği ölçülmüş ve lif çeper kalınlığı hesaplanmıştır. Ölçüm ve sayımlar Committee on Nomenclature (1989)'a uygun olarak BAB Bs200ProPlus Görüntü İşleme ve Analiz Yazılımı (Bab, 2000) ile gerçekleştirilmiştir.

2.2.3. Rutubet yüzdesi ve yoğunluk değerlerinin belirlenmesi

Odunun yoğunluğu, rutubet yüzdesine göre herhangi bir rutubetteki yoğunluk, tam kuru yoğunluk ve hava kurusu yoğunluk olmak üzere üç farklı halde hesaplanmıştır. Önce 20×20×30 mm boyutlarındaki küçük kusursuz deney örneklerinin boyutları ±0,01 mm duyarlılıkta ölçme yapabilen dijital ölçüm aleti ile ölçülerek hacimleri hesaplanmış ve ağırlıkları ±0,01 g duyarlılıkta teraziye belirlenmiştir. Herhangi bir rutubetteki yoğunluk değerleri Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır (TS ISO 13061-2, 2021).

$$DM = \frac{WM}{VM} \quad (1)$$

Formülde D_M herhangi bir rutubetteki yoğunluk (g/cm³), W_M rutubetli ağırlık (g) ve V_M rutubetli hacim (cm³) değerlerini ifade etmektedir.

Tam kuru yoğunluk değerini belirlemek için 20×20×30 mm boyutlarındaki küçük kusursuz deney örnekleri kurutma fırınında tam kuru (%0 rutubet) hale gelinceye kadar 103±2 °C'de kurutulmuştur. Altı saat aralıkla iki ağırlık ölçümü yapılmıştır. İki ölçüm arasındaki farkın deney örneği ağırlığının %0,5'ine eşit veya daha az olması durumunda örneklerin değişmeyen ağırlığa ulaştıkları kabul edilmiş ve kurutma işlemi sonlandırılmıştır (TS ISO 13061-1, 2021). Daha sonra kurutulan örnekler desikatörde soğutulmuştur. Örneklerin ağırlıkları ve boyutları belirlenerek hacimleri hesaplanmış ve Eşitlik 2 kullanılarak tam kuru yoğunluk değerleri hesaplanmıştır (TS ISO 13061-2, 2021).

$$D0 = \frac{W0}{V0} \quad (2)$$

Formülde D_0 tam kuru yoğunluk (g/cm³), W_0 tam

kuru ağırlık (g) ve V_0 Tam kuru hacim (cm³) değerlerini ifade etmektedir.

Rutubetli ağırlık ve tam kuru haldeki ağırlık değerleri bilinen deney örneklerinin rutubet yüzdesi Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmıştır (TS ISO 13061-1, 2021).

$$M = \frac{WM - W0}{W0} \times 100 \quad (3)$$

Formüde M rutubet yüzdesi (%), W_M rutubetli ağırlık (g), W_0 tam kuru ağırlık (g) değerlerini ifade etmektedir.

Deney anındaki örnek rutubetlerinin %12'den farklı bulunması durumunda Eşitlik 4 kullanılarak %12 rutubetteki yoğunluk değerleri hesaplanmıştır (TS ISO 13061-2, 2021).

$$D12 = DM \times \left(1 - \frac{(1 - K) \times (M - 12)}{100} \right) \quad (4)$$

Formüde D_{12} %12 rutubetteki yoğunluk (g/cm³), D_M herhangi bir rutubetteki yoğunluk (g/cm³), M Örnek rutubeti (%) ve K %1 rutubet miktarı değişmesi için hacmin çekme katsayısı değerlerini ifade etmektedir.

2.2.4. Liflere paralel basınç direncinin belirlenmesi

Liflere paralel basınç direnci deneyi, TS ISO 13061-17 (2019) standardına göre 20×20×30 mm boyutlarındaki deney örnekleri kullanılarak üniversal test cihazında gerçekleştirilmiştir.

2.2.5. Pürüzlülük parametrelerinin belirlenmesi

Deney örneklerinin yüzey pürüzlülük ölçümleri, ISO 21920-2 (2021) standardına göre Mitutoyo SJ-210 yüzey pürüzlülük test cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülük ölçümleri, teğet ve radyal kesitlerde planyalama ve 60 nolu zımpara kâğıdıyla zımparalama işlemi yapıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Her iki kesitte on ikişer ölçüm yapılmıştır. Ölçümler sonucunda R_a (ortalama yüzey pürüzlülüğü), R_q (kuadratik ortalama pürüzlülük) ve R_z (maksimum pürüzlülük) değerleri belirlenmiştir.

2.2.6. Renk parametrelerinin belirlenmesi

Deney örneklerinin renk ölçümleri, CIE L*a*b* renk sistemi esas alınarak Konica Minolta CM-2600d renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. CIELAB renk uzayı bir küp şeklinde düzenlenmiştir. L* eksenini yukarıdan aşağıya doğru çalışır. L* için maksimum değer, mükemmel bir yansıtıcı

difüzörü temsil eden 100'dür. L* için minimum değer, siyahı temsil eden sıfırdır. a* ve b* eksenlerinin belirli sayısal sınırları yoktur. Pozitif a* kırmızıdır. Negatif a* yeşildir. Pozitif b* sarıdır. Negatif b* mavidir (CIELAB, 2008). Renk ölçümleri, teğet ve radyal kesitlerde planyalama işlemi yapıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Teğet ve radyal kesitte dört farklı noktada toplam on altı ölçüm yapılmıştır.

2.2.7. İstatistiksel analiz

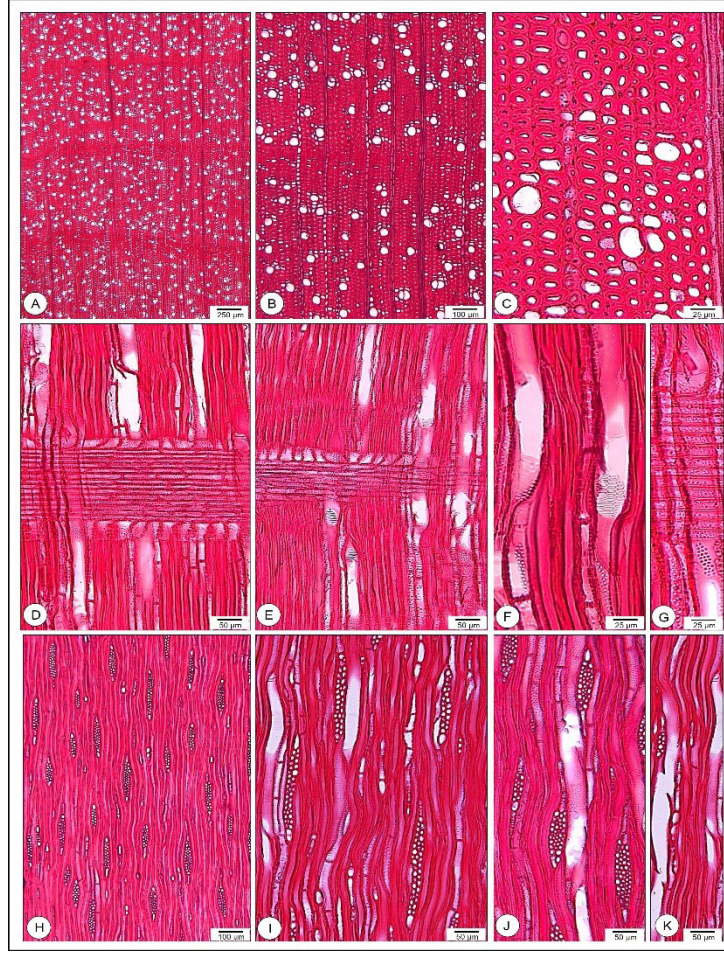
İstatistiksel analiz SPSS 22 istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen verilere ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri ile teğet ve radyal kesitlerin yüzey pürüzlülüğü ve renk parametreleri arasındaki anlamlı farklılıklar 0,05 önem düzeyinde Independent-Samples T Test kullanılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Odun anatomisi özellikleri

Anadolu şimşiri gövde odununun enine, radyal ve teğet kesitlerine ait mikro fotoğraflar Şekil 2'de ve anatomik özelliklerine ait bulgular Tablo 1'de belirtilmiştir. Mikroskobik ölçümler sonucunda elde edilen bulguları şu şekilde özetlemek mümkündür: Enine kesitte yıllık halka sınırı belirgin, odunu dağınık traheli ve traheler yıllık halka içerisinde %98 oranında tek tek dağılmıştır. Boyuna paransim hücreleri apotraheal (teğet yönde kesik zincir şeklinde) ve paratrahealdır (trahelerin çevresinde 1-2 hücre genişliğinde). Lif hücreleri oldukça kalın çeperlidir (Şekil 2. A, B, C). Radyal kesitte yatık ve dikine hücrelerden oluşmuş heteroselüler özışınları, merdiven şeklinde perforasyon tablası (Şekil 2. D,E) ve traheler arası perforasyon tablası merdiven şeklinde olup traheler arası geçitler çeperlere çoğunlukla almaçlı dizilmiştir (Şekil 2. F,G). Teğet kesitte özışınları genellikle 1-2 hücre genişliğinde, heteroselüler heterojen TIP 2B özışınları (Şekil 2. H), biseri özışınları (Şekil 2. I), multiseri özışınları (Şekil 2. J) ve üniseri özışınlarıdır (Şekil 2. K).

Tablo 1'de görüldüğü üzere bu çalışmada belirlenen trahe hücre uzunluğu (525,94 µm) Kastamonu'da yetişen Anadolu şimşirinin trahe hücre uzunluğundan (452,09 µm) daha büyüktür. Trahelerin teğet ve radyal çapları, Bartın ve Kastamonu'da yetişen Anadolu şimşirinin trahe çaplarından daha geniş olmakla birlikte 1 mm²deki trahe sayısı (63 adet) daha azdır. Lif uzunluğu, lif genişliği, lif lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı değerleri, Bartın ve Kastamonu'da yetişen Anadolu şimşirinin bu değerlerinden daha büyüktür. Biseri öz ışını yük-



Şekil 2. Anadolu şimşiri gövde odununun enine, radyal ve teğet kesitlerine ait mikrofotograflar
Figure 2. Microphotographs of transverse, radial and tangential sections of Anatolian boxwood stem wood

Tablo 1. Anadolu şimşiri gövde odununun ölçülen anatomik özelliklerine ait ortalama değerler ve diğer araştırma sonuçları
Table 1. Mean values of anatomical features measured of Anatolian boxwood stem wood and other research results

Anatomik Özellikler	Araştırma sonuçları	Diğer Araştırma Sonuçları			
		Merev (1998) [Doğu Karadeniz]	Akkemik ve Kaya (1998) [Bartın]	Türkyılmaz (2005) [Kastamonu]	
Trahe	Hücre uzunluğu (µm)	525,94*±103,85**	618,53±112,38	-	452,09±113,20
	Teğet çapı (µm)	31,92±4,06	30,28±5,03	25,00±3,46	22,27±2,03
	Radyal çapı (µm)	32,71±3,72	33,93±5,84	25,96±3,60	22,22±2,36
	1 mm ² deki sayısı (adet)	80±11	144±10	135	128±30
Lif	Uzunluğu (µm)	826,72±125,78	-	771,89±182,70	665,57±76,58
	Genişliği (µm)	21,91±2,35	-	17,36±5,64	17,37±3,29
	Lümen genişliği (µm)	8,50±1,22	-	4,80±3,24	4,17±1,33
	Çeper kalınlığı (µm)	6,71±0,92	-	6,24±2,64	6,60±1,39
Öz ışınları	Biseri öz ışını yüksekliği (µm)	183,02±36,86	196,49±69,55	-	286,42±84,46
	Biseri öz ışını genişliği (µm)	19,38±3,00	18,10±2,47	-	20,11±2,60
	1 mm'deki öz ışını sayısı (adet)	6,44±0,81	13±2	17±3	14±1

*Aritmetik ortalama, ** Standart sapma

seklği ve biseri öz ışını genişliği değerleri, Merev (1998) tarafından belirtilen değerlere yakinken Türkyılmaz (2005) tarafından belirlenen değerlerden küçüktür. Bir mm'deki öz ışını sayısının (6 adet), belirtilen diğer araştırma sonuçlarından oldukça küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırma sonucunda elde edilen değerler ile diğer araştırma sonuçları arasındaki farklılıkların ağaçların yetiştirme yerlerinin ve yetiştirme yeri koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim ağacın yetiştiği yerin çevresel faktörleri ile odunun anatomik özellikleri arasındaki ilişki hakkında bir çok araştırma yapılmıştır (Topaloğlu ve ark., 2004). Bozkurt ve Erdin (2000) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre Anadolu şimşiri odununun trahe çapları 50 µm ve daha az olduğu için "çok küçük" trahe sınıfında yer almaktadır. Anadolu şimşiri odununun 1 mm² deki trahe sayısı 41-100 adet arasında olduğu için mm² deki trahe sayısı "orta derecede çok" sınıfında yer almaktadır (Bozkurt ve Erdin, 2000).

3.2. Rutubet yüzdesi ve yoğunluk değerleri

Anadolu şimşiri gövde odununun ölçülen bazı fiziksel özelliklerine ait ortalama değerler Tablo 2'de belirtilmektedir.

Tablo 2. Anadolu şimşiri gövde odununun ölçülen bazı fiziksel özelliklerine ait ortalama değerler
Table 2. Mean values of some physical properties measured of Anatolian boxwood stem wood

Rutubet yüzdesi (%)	Tam kuru yoğunluk (g/cm ³)	Hava kuru yoğunluk (g/cm ³)
12,78* ± 0,32**	0,90 ± 0,03	0,94 ± 0,03

*Aritmetik ortalama, ** Standart sapma

Bu çalışmada deney örneklerinin deney anındaki rutubet yüzdesi %12,78 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, deney anında deney örneklerinin hava kuru rutubette olduğunu doğrulamaktadır. Tam kuru yoğunluk değeri 0,90 g/cm³ ve hava kuru yoğunluk değeri 0,94 g/cm³ olarak hesaplanmıştır. Türkyılmaz (2005) Kastamonu'da yetişen Anadolu şimşiri odununun tam kuru yoğunluk değerini 0,91 g/cm³ ve hava kuru yoğunluk değerini 0,94g/cm³ olarak belirlemiştir. Bozkurt ve Erdin (1990b) tarafından tanımlanan hava kuru (%12-15) yoğunluk sınıflandırmasına göre şimşir gövde odunu "ağır ağaçlar" sınıfında yer almaktadır.

3.3. Liflere paralel basınç direnci

Anadolu şimşiri gövde odununun liflere paralel basınç direnci değeri 70,64±3,49 N/mm² olarak hesaplanmıştır. Bozkurt ve Erdin (1990b) tarafından

tanımlanan sınıflandırmaya göre liflere paralel basınç direnci değeri 55-85 N/mm² olan ağaçlar "liflere paralel basınç direnci büyük ağaçlar" sınıfında yer almaktadır. Bu sonucun odunun yoğunluğu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim odunun lif boyunca basınç direnci yoğunluk ile artmaktadır (Kollman ve Côté Jr., 1968).

3.4. Yüzey pürüzlülük parametreleri

Anadolu şimşiri gövde odununun yüzey pürüzlülük parametrelerine ait ortalama değerler Tablo 3'te belirtilmektedir. Independent-Samples T Testi sonuçlarına göre deney örneklerinin radyal ve teğet kesitlerinin yüzey pürüzlülük parametreleri arasında oldukça önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Anadolu şimşiri gövde odununun yüzey pürüzlülük parametrelerine ait ortalama değerler
Table 3. Mean values of surface roughness parameters of Anatolian boxwood stem wood

Yüzey pürüzlülük parametreleri (µm)	Ölçüm yapılan yüzey		Önem düzeyi (p<0,05)
	Radyal (Z60)	Teğet (Z60)	
Ra	2,21* ± 0,66**	1,42 ± 0,30	0,001
Rq	2,70 ± 0,53	1,84 ± 0,39	0,000
Rz	12,98 ± 1,58	9,90 ± 1,51	0,000

*Aritmetik ortalama, ** Standart sapma

Z60: 60 nolu zımpara kâğıdı ile zımparalanmış yüzeyler
p<0,05: Ortalamalar arasındaki fark anlamlı

Bu sonuçlara göre Anadolu şimşiri gövde odununun radyal yüzeyi teğet yüzeyden daha pürüzlüdür. Yıllık halkaları oluşturan yaz odunu ve ilkbahar odunu tabakaları radyal yüzeylerde dar şeritler halinde, teğet yüzeylerde ise geniş alanlar kaplamaktadır (Kurtoğlu, 2000). Odunun anatomik yapısı ile ilgili olan bu durum her iki kesitteki farklı pürüzlülük değerlerini açıklamaktadır. Bu çalışmada Anadolu şimşiri gövde odununun pürüzlülük parametrelerine ait elde edilen sonuçlar, Topaloğlu ve Ustaömer (2020) tarafından belirtilen Türkiye'de yetişen farklı yapraklı ağaç türlerine ait yüzey pürüzlülük değerlerine ait sonuçlardan daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucu, şimşir odununun trahe çaplarının çok küçük olması ve bu özelliğinin bir sonucu olarak çok ince tekstürlü bir ağaç türü olması ve en büyük yoğunluk değerine sahip olması özellikleri ile açıklamak mümkündür.

3.5. Renk parametreleri

Tablo 4'te Anadolu şimşiri gövde odununun renk parametrelerine ait ortalama değerler belirtilmektedir.

Tablo 4. Anadolu şimşiri gövde odununun renk parametrelerine ait ortalama değerler
Table 4. Mean values of color parameters of Anatolian boxwood stem wood

Renk parametreleri	Ölçüm yapılan yüzey		Önem düzeyi (p<0,05)
	Radyal	Teğet	
L*	61,36* ± 1,70**	72,72 ± 1,22	0,000
a*	11,60 ± 0,69	8,06 ± 0,47	0,000
b*	31,74 ± 1,29	34,59 ± 1,58	0,000

*Aritmetik ortalama, ** Standart sapma
p<0,05: Ortalamalar arasındaki fark anlamlı

CIE L*a*b* renk sistemi ölçeğinde belirtilen L* ışıklılık ölçeği değeri ve b* sarı renk tonu değerinin teğet kesitte radyal kesitten daha büyük ve a* kırmızı renk tonu değerinin radyal kesitte teğet kesitten daha büyük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Independent-Samples T Testi sonuçlarına göre deney örneklerinin radyal ve teğet kesitlerinin renk parametreleri arasında oldukça önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

Nishino ve ark. (1998), radyal ve teğet yüzeyler arasındaki renk farklılığını odunsu hücrelerin dizilişi ve geniş öz ışınlarının varlığı gibi anatomik özelliklerin görünümü farklılaştırmasına bağlamaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre şimşir odununun teğet kesitinin radyal kesitten daha açık renkte olduğu ve radyal kesitinin teğet kesitten daha sarı tonlarda olduğu sonucuna varmak mümkündür. Renk ölçümü yapılan deney örneğinin teğet kesit yüzeyi Şekil 3'te belirtilmektedir.



Şekil 3. Deney örneğinin teğet kesitinden bir görünüş
Figure 3. A view from the tangential section of the test sample

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın sonucunda Anadolu şimşiri gövde odununun dağınık traheli olduğu, trahelerin çaplarının çok küçük olduğu, Türkiye'de yetişen ağaç türleri içerisinde en yüksek yoğunluk değerine sahip olarak ağır ağaçlar sınıfında yer aldığı ve ağaç malzemenin önemli mekanik özelliklerinden liflere paralel basınç direnci değerinin büyük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çok ince tekstürlü bir oduna sahip olduğu için yüzey pürüzlülük değerlerinin oldukça düşük olduğu ve odun renginin sarı tonlarda olduğu tespit edilmiştir.

Anadolu şimşiri gövde odunu günümüzde alışıktığımız kullanım yerlerinin haricinde liflere paralel basınç direncinin büyük olması nedeniyle özellikle kısa direk ve ahşap sütun olarak günümüzde tercih edilen ağaç türlerine alternatif olarak güvenle kullanılabilir. Bunun için öncelikle meşcere bakımının yapılması, biyolojik mücadelenin gerçekleştirilmesi ve şimşir ormanlarının korunması sağlanmalıdır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Akkemik, Ü., Kaya, Z., 1998. Bartın Yöresinde Doğal Yetişen Adi Şimşir (*Buxus sempervirens* L.)'in Morfolojik, Anatomik ve Palinolojik Özellikleri, Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu, 21-23 Eylül 1998, İstanbul.

Aytuğ, B., Görcelioğlu, E., 1987. Gordiyon Kral Mezarında ağaç malzeme ve mobilya buluntuları. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 37 (1): 1-27

Bab, 2000. BAB Bs200Pro Image System Software ISO 9001:2000

Bozkurt, Y., Erdin, N., 1990a. Ticarete kullanılan ağaçlarda önemli bazı makroskopik ve mikroskopik özellikler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 40 (4): 33-54.

Bozkurt, Y., Erdin, N., 1990b. Ticarete kullanılan ağaçlarda fiziksel ve mekanik özellikler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 40 (1): 6-24.

Bozkurt, A., Y., Erdin, N., 2000. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 4263, Fakülte Yayın No: 466, İstanbul.

CIELAB, 2008. CIE L* a* b* color scale. Applications note-insight on color. Hunter Associates Laboratory, Inc. Reston, VA, 4p.

Committee on Nomenclature, 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification, *IAWA Bulletin*, 10: 219-332.

Gerçek, Z., 2011. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Egzotik Gymnospermae (Açık Tohumlular) Taksonlarının Odun Atlası, Trabzon, Türkiye, KTÜ Basımevi.

Hiziroglu, S., 2016. Using wood for violin makers. Food Technology Fact Sheet (FAPC-201), Robert M. Kerr Food & Agricultural Products Center, Oklahoma, USA.

- Ives, E., 2001. A Guide to Wood Microtomy: Making Quality Microslides of Wood Sections, Ipswich, United Kingdom.
- Kollmann, F. F. P., Côté Jr., W. A., 1968. Principles of Wood Science and Technology I Solid Wood, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Kurtoğlu, A., 2000. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri 1. Cilt: Genel Bilgiler, Üniversite yayın no: 4262, Fakülte yayın no: 463, İstanbul.
- Mamıkoğlu, N. G., 2017. Türkiye'nin Ağaçları ve Çalıkları, 7. Basım, Kırmızı Kedi Yayınevi, İstanbul.
- Mataracı, T. 2012. *Buxus*. Bizimbitkiler <http://www.bizimbitkiler.org.tr> (Ziyaret tarihi: 27. 01. 2022).
- Merev, N., 1998. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, Trabzon, Türkiye, KTÜ Basımevi.
- Merev, N., 2003. Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, Trabzon, Türkiye: Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası.
- Normand, D., 1972. Manuel d'identification des bois commerciaux, Tome 1, Généralités, Nogent-sur-Marne, France: Gerdat-Ctft.
- Nishino, Y., Janin, G., Chanson, B., Détienne, P., Gril, J., Thibaut, B., 1998. Colorimetry of wood specimens from French Guiana. *Journal of Wood Science*, 44 (1): 3-8. <https://doi.org/10.1007/BF00521867>
- Piqué, R., Morera, N., Revelles, J., Castells, E., López-Bultó, O., Franch, A., Burjachs, F., 2021. The distribution and use of box (*Buxus sempervirens* L.) in the Northeastern Iberian peninsula during the Holocene. *Environmental Archaeology*, 26 (2): 179-191, <https://doi.org/10.1080/14614103.2018.1515054>
- Topaloğlu, E., Ay, N., Altun, L., 2014. Ekolojik faktörlerin odun özelliklerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi* 10 (1): 84-96.
- Topaloğlu, E., Ustaömer, D., 2020. Bazı meyve ağaçları gövde odunlarının fiziksel, mekanik ve yüzey özelliklerinin araştırılması. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8 (1): 123-136.
- Türkyılmaz, E., 2005. Anadolu Şimşirinin (*Buxus sempervirens* L.) Bazı Morfolojik ve Fiziksel Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- TS ISO 13061-1, 2021. Türk Standartları Enstitüsü. Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi.
- TS ISO 13061-2, 2021. Türk Standartları Enstitüsü. Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 2: Fiziksel ve mekanik deneyler için yoğunluğun belirlenmesi.
- TS ISO 13061-17, 2019. Türk Standartları Enstitüsü. Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Küçük kusursuz odun numuneleri için deney yöntemleri – Bölüm 17: Liflere paralel basınç altında nihai gerilimin belirlenmesi.
- ISO 21920-2:2021. Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Profile — Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Küreselleşme sürecinde odun esaslı levha üretim ve dış ticaret durumunun analizi

Analysis of wood-based panel production and foreign trade situation in the process of globalization

Aytaç AYDIN¹
Sebahattin TİRYAKI¹
Hakan ADANUR¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Aytaç AYDIN
aytac@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

17.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

13.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Aydın, A. , Tiryaki, S. & Adanur, H. (2022). Küreselleşme sürecinde odun esaslı levha üretim ve dış ticaret durumunun analizi. Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 186-192 . DOI: 10.17568/ogmoad.1089273



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Küreselleşme genel olarak teknoloji, haberleşme ve ulaşım gibi alanlarda hızlı gelişme neticesinde ülkelerin ekonomik, siyasi ve sosyal ilişkilerinin gelişmesi ile sonuçlanan bir uluslararası bütünleşme süreci olarak ifade edilebilir. Bu süreçten orman ürünleri sektörü de payını almış ve odun esaslı levha üretim dengeleri değişmiştir. Bu çalışma kapsamında küreselleşme sürecinden geçen ülke ekonomileri içerisinde önemli bir üretim hacmine ulaşan odun esaslı levha üretim ve dış ticaretinin değişim süreci incelenmiştir. Bu amaçla dünya ölçeğinde 2020 yılı itibariyle odun esaslı levha üretim miktarının en yüksek olduğu on ülke (Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Almanya, Kanada, Hindistan, Brezilya, Polonya, Türkiye, Tayland) belirlenmiştir. Bu ülkelere ait son 25 yıllık toplam üretim ve dış ticaret değerleri ile odun esaslı levha olarak tanımlanan kontrplak, yongalevha, OSB, MDF/HDF'nin üretim ve dış ticaret değerleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde 2020 yılı itibariyle üretim miktarı bakımından Türkiye'nin dünya genelinde dokuzuncu sırada yer aldığı en yüksek üretimin ise Çin tarafından yapıldığı belirlenmiştir. Ülkeler düzeyinde üretim ve ihracat miktarının yıllar itibariyle artış içinde olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Odun esaslı levha, üretim, dış ticaret, küreselleşme

Abstract

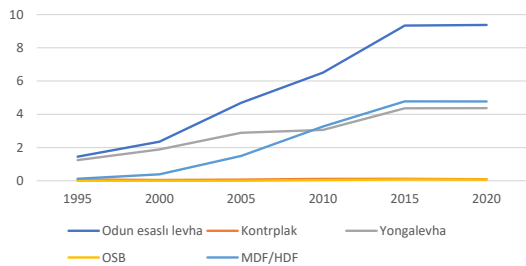
Globalization can be expressed as an international integration process that results in the development of economic, political, and social relations of countries as a result of the rapid development in areas such as technology, communication, and transportation. The forest products sector also took its share from this process and the wood-based panel production balances changed. Within the scope of this study, the change process of wood-based panel production and foreign trade, which has reached a significant production volume in the economies of countries that have gone through the globalization process, has been examined. For this purpose, ten countries (China, United States of America, Russia, Germany, Canada, India, Brazil, Poland, Turkey, Thailand) with the highest wood-based panel production amount as of 2020 on the world scale were determined. The total production and foreign trade values of these countries for the last 25 years and the production and foreign trade values of plywood, particleboard, OSB, and MDF/HDF, which are defined as wood-based panels, were evaluated separately. When the results are examined, it has been determined that Turkey ranks ninth in the world in terms of production amount as of 2020, and the highest production is made by China. It has been observed that the amount of production and export at the level of countries has increased over the years.

Keywords: Wood-based panel, production, foreign trade, globalization

1. Giriş

Küreselleşme ile dünyanın tek bir pazar haline alması sonucunda ülkeler birbirleri ile ekonomik ilişkilerini daha fazla artırmışlardır. Bu sürecin ekonomik sonuçlarına bakıldığında ülkelerin dış ticaret hacimlerinde artış, sermaye akışkanlığında hızlanma ve ekonomik ortaklı kuruluş sayısında yükseliş olduğu belirtilmektedir (Aytekin, 2013).

Küreselleşme sürecinin geldiği aşama incelendiğinde işletmelerin küresel ölçekte herhangi bir kısıtlamadan etkilenmeden tek bir pazar içerisinde hareket edebilme gayretlerinin olduğu görülmektedir (Tağraf, 2002). Türkiye, küreselleşmenin üzerindeki etkilerini, tüm boyutları ile yaşamaktadır. Özellikle ekonomik küreselleşmenin dinamiklerine uyum sağlamak ve dünya ekonomisi ile bütünleşebilmek amacıyla Türkiye ekonomisi, köklü bir yapısal değişim geçirmiştir. Sonuç olarak, korumacı ve ithal ikameci anlayışın hakim olduğu ekonomik yapı, bu dönüşüm süreci ile beraber serbest pazar ve ihracat teşviklerinin ön planda olduğu, dış ticaretin, kurun, faizin ve sermaye hesabının serbestleştirilmiş olduğu bir yapıya kavuşmuştur (Bayar, 2008). Ormanlardan sağlanan birincil ve ikincil ürünleri işleme yoluyla yarı mamule ya da son ürüne dönüştüren orman ürünleri sanayi sektörü de bu süreçten etkilenmiş durumdadır. Küreselleşmenin yoğun etkilerinin görüldüğü son çeyrek yüzyılda Türkiye orman ürünleri alt sektörleri durumundaki mobilya, kağıt ve odun esaslı levha sanayi üretim ve dış ticaretinde önemli değişimler meydana gelmiştir. Özellikle, “odunun veya diğer ligno-selülozik hammaddelerin teknik yollarla yongalanması, liflendirilmesi ve yapıştırıcı ilave edilerek istenilen şekilde kalıplanması ve preslenmesiyle elde edilen malzemeler” (İstek ve ark., 2017) olarak tanımlanan odun esaslı levha (OEL) üretimindeki artış göze çarpmaktadır. Şekil 1’de Türkiye’nin yıllara göre OEL üretimi verilmiştir (FAO, 2021).



Şekil 1. Türkiye odun esaslı levha üretim miktarları (milyon m³) (FAO, 2021)

Figure 1. Amounts of wood-based panel production in Turkey (million m³) (FAO, 2021)

Görüldüğü üzere son yirmi beş yıllık süreçte toplam OEL üretimi sürekli bir artış eğilimi göstermektedir. Bu değişimi destekleyen en önemli alt sektörlerin ise yongalevha ve MDF/HDF (orta ve yüksek yoğunluklu liflevha) üretimindeki büyük artış olduğu görülmektedir. OSB (yönlendirilmiş yongalı levha) ve kontrplak üretiminde ise yıllar itibariyle önemli bir değişim olmadığı söylenebilmektedir. Toplam OEL üretimi 1995 yılında 1,5 milyon m³’ten 2020 yılında 9,4 milyon m³’e ulaşmış durumdadır. Aynı süreçte MDF/HDF sektöründe üretim 0,1 milyon m³’ten 4,8 milyon m³’e ulaşarak Türkiye’yi Avrupa’da birinci, Dünya’da ise üçüncü en büyük üretici konumuna getirmiştir (FAO, 2021).

Üretim miktarındaki bu değişim aynı zamanda dış ticaret miktarlarını da etkilemiş durumdadır. Toplam OEL ihracatı 1995 yılında 0,05 milyon m³’ten 2020 yılında 2,3 milyon m³’e ulaşmış durumdadır. Aynı dönemde ithalat ise 0,5 milyon m³’ten 2020 yılında 0,2 milyon m³’e gerilemiştir (FAO, 2021). Yıllar itibariyle ihracat ve ithalat miktarları arasındaki makas dış ticaret açığını düşürücü yönde etki yapmaya devam etmektedir.

Küreselleşme sürecinde OEL üretim ve dış ticaret değerlerindeki gelişim Türkiye’nin genel üretim sanayi içerisindeki diğer sektörlerden pozitif yönde ayrılan önemli bir güç olduğunu göstermektedir. Kara ve ark. (2019) tarafından endüstriyel ağaç ve ahşap ürünlerinin uluslararası rekabet gücünün incelendiği çalışmada Türkiye’nin özellikle OEL üretiminde çok önemli bir rekabet üstünlüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye OEL dış ticaretinin Avrupa Birliği (AB) ülkeleri ve dünya ölçeğindeki yerinin incelendiği bir çalışmada, Türkiye’nin ihracat noktasında AB ülkeleri içerisinde %3,33 dünyada ise %1,26’sını gerçekleştirdiği, ithalatta AB ülkeleri içerisinde %5,31 dünyada ise %1,85’ini gerçekleştirdiği tespit edilmiştir (Yıldırım ve ark., 2016).

İstek ve ark. (2017) Türkiye’nin odun esaslı levha sektörünü analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda; MDF/HDF, yongalevha ve laminat parke üretiminde Türkiye’nin Dünya’da ön sıralarda yer aldığı, ahşap kaplama, kontrplak ve OSB üretiminde ise talepleri karşılama noktasında yetersiz kaldığı ve dışa bağımlılık oranının yüksek olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, çalışmada Türkiye OEL sektörünün teknolojiyi yakından izlemesi, ürün çeşitliliğine gitmesi ve pazar açısından konunun sektörün güçlü yönleri olarak öne çıktığı, öte yandan ihtiyaç duyulan hammaddenin belli miktarda ithalat yaparak karşılanması ve fiyatlarının yüksek olmasının ise sektörün zayıf yönleri olduğu ifade edilmiştir.

Efe (2020), Türkiye'nin Arap Baharı olarak isimlendirilen süreci yaşayan on ülke ile yaptığı dış ticareti incelediği çalışmasında, toplam 1,8 milyar dolarlık ticaret gerçekleştirdiğini bunun yaklaşık %78'inin İran ve Irak ile yapıldığını, en büyük ihracat ve ithalat ürününün sırasıyla MDF ve kontrplak olduğunu belirlemiştir.

Küreselleşme sürecinde OEL pazarı olan mobilya sektörü de dönüşüme uğramaya devam etmektedir. 2000'li yıllara kadar küçük ölçekli atölye tipi üretimlerin gerçekleştirildiği yapıdan orta ve büyük ölçekle seri üretim yapabilen konuma gelmiştir (Terece ve ark., 2020). Mobilya sektöründeki bu değişim OEL talebini ve dolayısı ile dış ticaretini de etkilemiştir.

Bu çalışma kapsamında küreselleşme sürecinden geçmekte olan Türkiye orman ürünleri sanayi sektörü içerisinde önemli bir üretim hacmine ulaşan odun esaslı levha üretim ve dış ticaretinin değişim sürecinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Küreselleşme sürecinde Türkiye'nin OEL üretim ve dış ticaretinde meydana gelen değişimin incelenmesi amacıyla FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO, www.fao.org)) verileri kullanılmıştır. FAO istatistik sınıflandırmasında OEL kapsamında yer alan toplam OEL, kontrplak, OSB, yongalevha ve MDF/HDF üretim, ithalat ve ihracat istatistikleri 1995-2020 yılları arasında beşer yıllık setler halinde işlenmiştir.

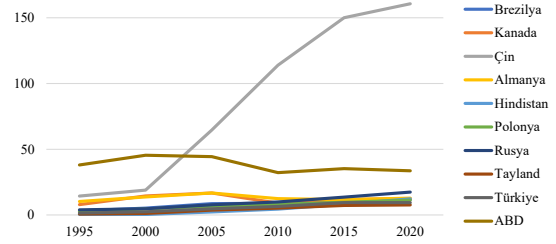
Kıyaslama yapılacak ülkelerin seçiminde ise 2020 yılı itibarıyla belirtilen sektörler bazında en yüksek üretim miktarını gerçekleştiren on ülke esas alınmıştır. Bu ülkeler üretim miktarı (m³) sırasına göre Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Almanya, Kanada, Hindistan, Brezilya, Polonya, Türkiye ve Tayland olarak belirlenmiştir.

Belirlenen ülkeler bazındaki üretim, ithalat ve ihracat verileri FAO veri tabanından çekilerek hesap tabloları haline getirilerek grafiksel çizim ve analizleri yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Odun esaslı levha üretim ve dış ticareti

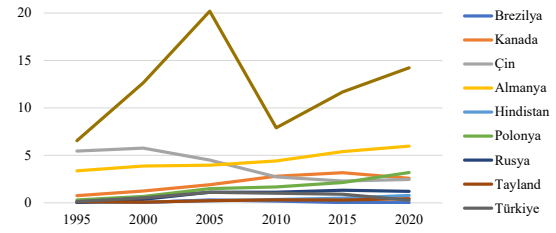
Dünya OEL üretimi içerisinde üretim miktarı yönünden ilk on ülkeye ilişkin verilerin değişim süreci Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Odun esaslı levha üretim miktarları (milyon m³)

Figure 2. Amounts of wood-based panel production (million m³)

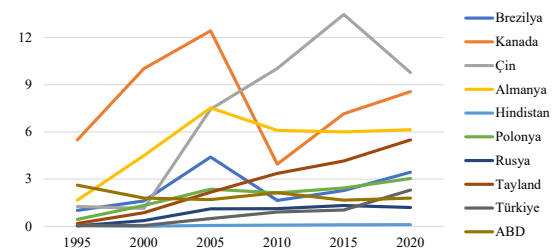
Şekil 2'den de görüleceği üzere dünya OEL üretiminde son yirmi beş yıllık süreçte üretim miktarını en çok artıran ve birinci sıraya yükselen ülke Çin'dir. Bu ülkeler içerisinde üretimini 9,4 milyon m³'e ulaştıran Türkiye ise dünyada dokuzuncu büyük üretici konumuna yükselmiştir. Bahsi geçen ülkelere ait ithalat miktarları Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Odun esaslı levha ithalat miktarları (milyon m³)

Figure 3. Wood-based panel import quantities (million m³)

Şekil 3 incelendiğinde en büyük OEL ithalatçısının ABD olduğu, Türkiye'nin ise yıllar itibarıyla ithalat miktarını azalttığı göze çarpmaktadır. Bu ülkelere ilişkin ihracat miktarları Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Odun esaslı levha ihracat miktarları (milyon m³)

Figure 4. Wood-based panel export quantities (million m³)

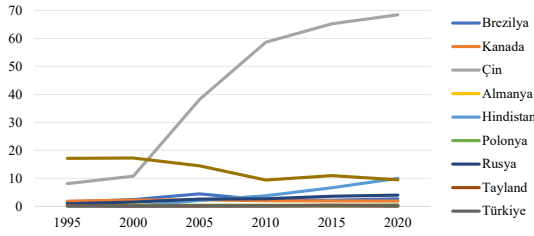
Bu ülkelere ait OEL ihracatındaki değişime bakıldığında yıllar itibarıyla bazı dalgalanmalar olduğu göze çarpmaktadır. Bununla birlikte ihracatını sü-

rekli artırarak öne çıkan ülkenin Çin olduğu Kanada ve Almanya'nın da önemli ihracat merkezleri halini aldığı görülmektedir.

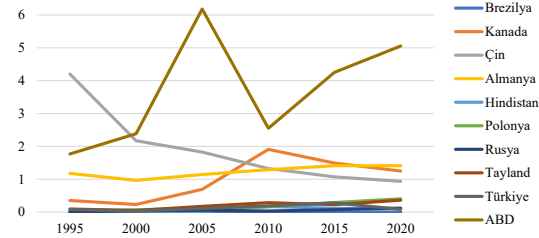
3.2. Kontrplak üretim ve dış ticareti

Kontrplak üretim miktarının ülkeler bazında değişim süreci Şekil 5'te gösterilmiştir.

Şekil 5'te görüldüğü üzere kontrplak üretimini sürekli artıran ve 2020 yılı itibarıyla 68,4 milyon m³'e ulaşan Çin açık ara en büyük üretici konumuna gelmiştir. Türkiye ise kontrplak üretiminden neredeyse vazgeçmiştir ve cüzi bir üretim gerçekleştirdiği görülmektedir. Belirlenen ülkelere ait kontrplak ithalatı miktarları Şekil 6'da görülmektedir.



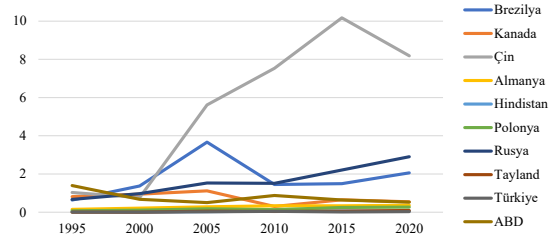
Şekil 5. Kontrplak üretim miktarları (milyon m³)
Figure 5. Plywood production quantities (million m³)



Şekil 6. Kontrplak ithalat miktarları (milyon m³)
Figure 6. Plywood import quantities (million m³)

Şekil 6'dan da anlaşılacağı gibi ABD en önemli kontrplak ithalatçısı konumundadır. Bu alanda ABD'yi Almanya ve Kanada takip etmekte Türkiye'nin ise üretimde olduğu gibi çok az bir ithalat miktarı gerçekleştirdiği anlaşılmaktadır. Bu ülkelere ait ihracat miktarları Şekil 7'de verilmiştir.

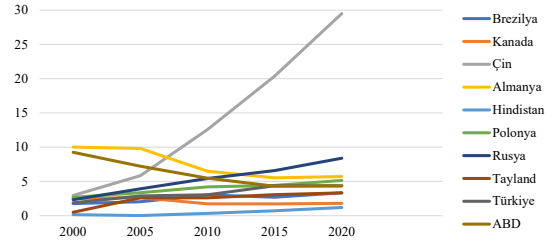
Şekil 7'de görüldüğü gibi kontrplak ihracatında üretime bağlı olarak Çin en büyük ihracatçı konumundadır. Ayrıca Rusya ve Brezilya'nın da bu alanda önemli miktarlara ulaştığı görülmektedir. Türkiye ise üretim miktarının yarısı düzeyinde bir ihracat yaptığı anlaşılmaktadır.



Şekil 7. Kontrplak ihracat miktarları (milyon m³)
Figure 7. Plywood export quantities (million m³)

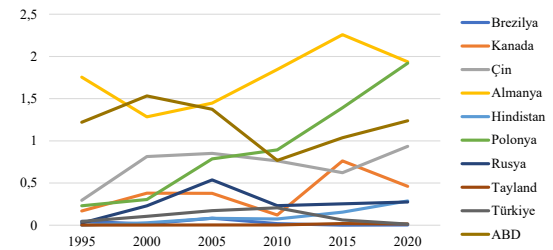
3.3. Yongalevha üretim ve dış ticareti

Belirlenen ülkelere ait yongalevha üretim miktarlarında meydana gelen değişim Şekil 8'de verilmiştir.



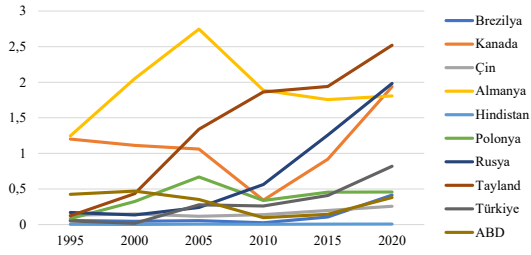
Şekil 8. Yongalevha üretim miktarları (milyon m³)
Figure 8. Particleboard production quantities (million m³)

Şekil 8'den de görüleceği üzere 2000 yılından itibaren Çin yongalevha üretim miktarını çok yüksek düzeyde artırarak diğer ülkelerin önüne geçmiş durumdadır. Türkiye ise bu süreçte yine üretim miktarını artıran ülkeler içerisinde yer almış ve 2020 yılı itibarıyla beşinci büyük üretici konumuna yükselmiştir. Yongalevha ithalat miktarları Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. Yongalevha ithalat miktarları (milyon m³)
Figure 9. Particleboard import quantities (million m³)

Şekil 9'da görüldüğü gibi yongalevha ithalatında Almanya uzun yıllar boyunca, Polonya ise son yıllarda ithalat miktarlarını artırarak diğer ülkelerden ayrılmış durumdadır. İthalat miktarında Türkiye bu sıralamada sonlarda yer almıştır. Şekil 10'da yongalevha ihracat miktarları verilmiştir.

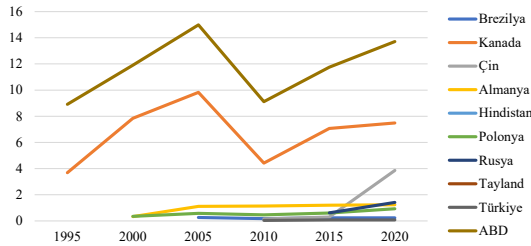


Şekil 10. Yongalevha ihracat miktarları (milyon m³)
Figure 10. Particleboard export quantities (million m³)

Yongalevha ihracatında yıllar itibariyle en büyük artışı Tayland gerçekleştirmiş, Kanada ve Rusya ise artışa devam ederek Almanya'nın ihracat miktarını geçmiş durumdadır. Dengelerdeki bu değişim Türkiye'nin de ihracat rakamlarına yansımış ve bu ülkeler içerisinde beşinci büyük ihracatçı konumuna getirmiştir.

3.4. OSB üretim ve dış ticareti

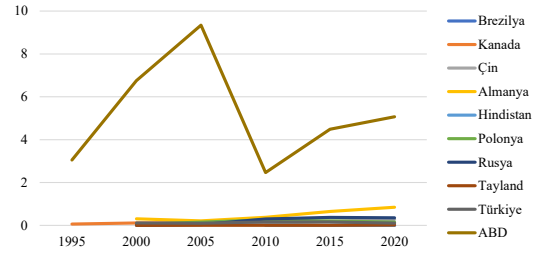
Bahsi geçen ülkeler düzeyinde OSB üretim miktarlarındaki değişim incelenmiş ve Şekil 11'deki sonuçlara ulaşılmıştır.



Şekil 11. OSB üretim miktarları (milyon m³)
Figure 11. OSB production quantities (million m³)

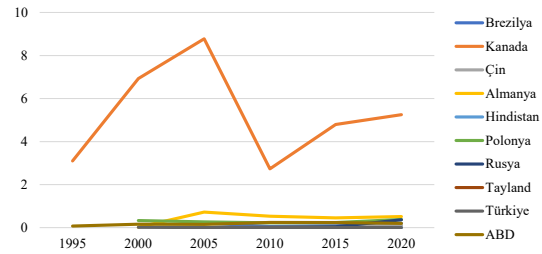
Şekil 11'de görüleceği gibi OSB üretiminde ABD ve Kanada'nın büyük üstünlüğü bulunmaktadır. Ancak 2020 yılı rakamlarına bakıldığında Çin'in de OSB üretiminde bir sıçrama gösterdiği görülmektedir. Türkiye ise OSB üretiminde oldukça geridedir. Şekil 12'de OSB ithalat miktarları görülmektedir.

Şekil 12'de görüldüğü gibi OSB ithalatında ABD diğer ülkelerin çok üzerinde miktarlarda alım yapmakta, Almanya ise ithalat miktarını yıllar itibariyle artırmaktadırlar. Türkiye'nin OSB ithalatı ise üretim miktarının biraz üzerinde olmakla birlikte diğer ülkelere kıyasla oldukça azdır. Belirtilen ülkelere ait OSB ihracat miktarları Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 12. OSB ithalat miktarları (milyon m³)
Figure 12. OSB import quantities (million m³)

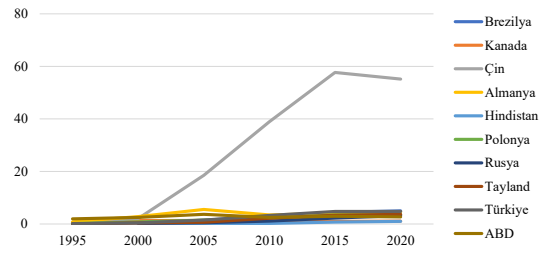
Bu ülkelere ait OSB ihracat miktarları incelendiğinde Kanada'nın açık ara önde olduğu diğer ülkelerin ise benzer ihracat miktarı değerlerine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 13. OSB ihracat miktarları (milyon m³)
Figure 13. OSB export quantities (million m³)

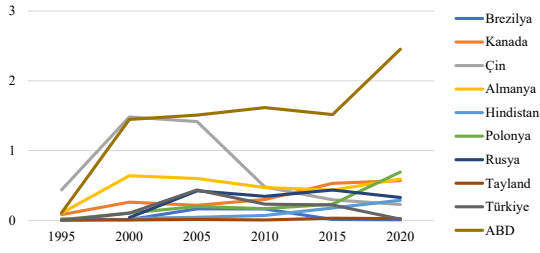
3.5. MDF/HDF üretim ve dış ticareti

Çalışma kapsamındaki ülkelere ait MDF/HDF üretim miktarlarının yıllar itibariyle değişimi Şekil 14'te verilmiştir.



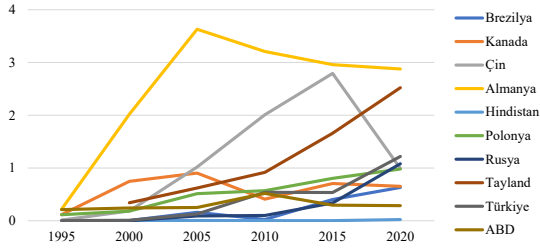
Şekil 14. MDF/HDF üretim miktarları (milyon m³)
Figure 14. MDF/HDF production quantities (million m³)

Şekil 14'de görüldüğü gibi MDF/HDF üretim miktarlarında Çin diğer ülkelere göre büyük üstünlük sağlamış durumdadır. Zaman içerisinde ABD ve Almanya üretim miktarlarında azalma yaşarken, Türkiye 2020 yılı itibariyle üçüncü en büyük üretici konumuna yükselmiş durumdadır. Bu ülkelerin MDF/HDF ithalat miktarları Şekil 15'te görülmektedir.



Şekil 15. MDF/HDF ithalat miktarları (milyon m³)
Figure 15. MDF/HDF import quantities (million m³)

Şekil 15'te görüldüğü üzere MDF/HDF ithalatında ABD başı çekerken, Polonya ve Almanya ise onu takip eder konuma gelmiştir. Bu alanda Türkiye ise cüzi düzeyde bir ithalat gerçekleştirmektedir. Şekil 16'da bu ülkelere ait MDF/HDF ihracat miktarları verilmiştir.



Şekil 16. MDF/HDF ihracat miktarları (milyon m³)
Figure 16. MDF/HDF export quantities (million m³)

Şekil 16'da görüleceği gibi ülkelerin ihracat miktarları yıllar itibariyle sürekli bir değişim göstermektedir. Bununla birlikte Almanya en büyük ihracatçı konumunda iken Çin ise 2020 yılında önemli bir düşüş yaşamış durumdadır. Tayland, Türkiye ve Rusya ise yıllar boyunca ihracat miktarlarını düzenli olarak artıran ülkeler olarak göze çıkmaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada OEL üretim ve dış ticaretinde dünya genelinde söz sahibi konumda bulunan on ülkenin 1995-2020 yılları arasındaki gelişim süreçleri küreselleşme odağında incelenmiştir.

Dünya OEL üretiminde 2020 yılı itibariyle ilk on ülke Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Almanya, Kanada, Hindistan, Brezilya, Polonya, Türkiye ve Tayland olarak görülmektedir (FAO, 2021). Bu sektörde Türkiye son 25 yıllık süreçte yongalevha ve MDF/HDF sanayindeki büyük üretim artışı ile önemli bir gelişme sağlamış durumdadır.

OEL alt sektörlerinden olan kontrplak üretiminde

dünya üretiminin en büyük kısmını Çin (68,4 milyon m³) yapmaktadır. Ülkelerin üretim miktarlarındaki değişim incelendiğinde Çin ve Hindistan dışında kontrplak üretimini artıran başka ülke bulunmamaktadır. Ülkelerin çoğunluğu uzun yıllarca üretim miktarlarında önemli bir değişim yaşamamışken ABD'nin ise kontrplak üretim miktarını azaltan bir yaklaşım içinde olduğu belirlenmiştir. Kontrplak dış ticaret miktarları incelendiğinde ihracat miktarlarında Çin, ithalat miktarlarında ise ABD öne çıkmıştır. Tüm verileri birlikte değerlendirdiğimizde Çin üretim miktarındaki avantajını ihracat olarak kullanırken ABD üretim yerine ithalatı tercih etmiş durumdadır. Brezilya ve Rusya üretimlerini iç piyasa yerini ihracatta kullanarak farklı bir yaklaşım sergilemiştir. Türkiye'nin kontrplak üretim ve dış ticareti incelendiğinde ise iç piyasada kontrplak kullanımının kısıtlı olduğu kanısına varılabilir. Küreselleşme ile ülkelere yüklenen bazı roller olduğu düşünüldüğünde Türkiye'nin kontrplak sektöründe rol almadığı söylenebilir.

Yongalevha sektörünün gelişim sürecine bakıldığında kontrplak sektöründe olduğu gibi Çin 2020 yılında 29,5 milyon m³ üretimle öne çıkmaktadır. Ayrıca 2000 yılında başladığı artış sürecini de çok hızlı bir biçimde devam ettirmektedir. Artış hızı aynı olmasa da Rusya üretim artışını devam ettirerek küresel ölçekte ikinci en büyük üretici konumuna gelmiş durumdadır. Yongalevha üretim miktarı açısından ABD ve Almanya üretimini azaltan bir değişim süreci içerisinde görülmektedir. Almanya, Polonya ve ABD Yongalevha ithalatında öne çıkan ülkelerdir. Yongalevha ihracatında Tayland, Rusya, Kanada ve Almanya diğer ülkelere göre yüksek bir artış miktarı yakalamış durumdadır. Üretim ve dış ticaret miktarları birlikte değerlendirildiğinde büyük miktarda üretime rağmen Çin'in yongalevha üretimini iç piyasasında kullanmakta olduğu, Tayland'ın üretiminin yaklaşık %75'ini ihraç ettiği, Almanya, ABD ve Kanada dışındaki tüm ülkelerin üretim artışı yönünde aksiyon aldığı değerlendirilmektedir. Türkiye'nin yongalevha üretimi ile dış ticareti incelendiğinde beşinci büyük üretici (4,37 milyon m³) ve ihracatçı (0,8 milyon m³) olduğu ayrıca artış eğiliminin devam ettiği, ithalatının ise yok denecek kadar az olduğu (0,01 milyon m³) tespit edilmiştir. Küresel ölçekte Türkiye'nin yongalevha sektöründe öne çıkan ülkelere biri olmaya devam edeceği de söylenebilir.

OSB sektörü OEL içerisinde nispeten daha yeni bir ürün konumundadır. Bu nedenle ülkelerin OSB üretimleri bazı ülkeler dışında çok eskilere dayanmamaktadır. OSB üretim miktarları incelendiğinde ABD (1,37 milyon m³) ve Kanada'nın (0,75 mil-

yon m³) üretim üstünlüğünün uzun yıllardır devam ettiği ve bazı yıllar dışında da devam edeceği görülebilmektedir. Diğer sektörlerde de olduğu gibi son yıllarda Çin'in üretim artışı içerisinde olduğu da söylenebilir. Dış ticaret miktarlarına bakıldığında ise ihracatta Kanada, ithalatta ise ABD büyük farklarla diğer ülkelerden ayrılmaktadır. Türkiye'nin bu ürün grubunda üretim ve ihracat miktarları çok düşük iken, ithalatı ise nispeten daha yüksek durumdadır. Bu bağlamda Türkiye'nin iç piyasa talebinin düşük olduğu ihtiyaç duyulan miktarın ise ithalat yoluyla karşılandığı ve küreselleşme sürecinde bu sektörde aktif rolünün olmadığı da söylenebilir.

OEL grubu içerisinde yer alan bir diğer sektörde MDF/HDF'dir. Belirtilen ülkeler düzeyinde MDF/HDF üretim miktarları incelendiğinde Çin 55,1 milyon m³ ile açık farkla öne çıkmaktadır. Diğer ülkeler ise yaklaşık olarak benzer üretim miktarları gerçekleştirir. Genel eğilime bakıldığında ABD dışında tüm ülkelerin üretim artışının devam ettiği de göze çarpmaktadır. MDF/HDF dış ticaret rakamlarına bakıldığında ABD'nin en büyük ithalatçı olduğu Rusya, Çin, Türkiye ve Tayland'ın ithalat miktarlarının yıllar itibarıyla azalmakta olduğu görülmektedir. İhracat miktarlarında Tayland, Türkiye ve Rusya'nın artış eğiliminde olduğu söylenebilir.

Tüm sektörlerin üretim ve dış ticareti küreselleşmenin etkilerini şiddetli bir biçimde hissetmektedir. Ekonomik sınırların kalktığı günümüzden geriye doğru baktığımızda global ölçekte 2008 ve 2018 ekonomik kriz dönemi ile 2020 Covid-19 pandemisinin OEL üretim ve dış ticaretini ciddi ölçekte etkilediği görülebilmektedir. Bununla birlikte bazı ülkelerin OEL üretimi yerine ihtiyacını ithalat ile giderme yöntemini seçtiği de çalışma sonucu olarak öne çıkmaktadır.

Açıklama

Bu çalışmada, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Aytekin, İ., 2013. Küreselleşme ve ekonomik küreselleşme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 1(2): 123-134.

Bayar, F., 2008. Küreselleşme kavramı ve küreselleşme sürecinde Türkiye. *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi* 32: 25-34.

FAO., 2021. Forestry Production and Trade. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> (Ziyaret tarihi: 07.10.2021).

Efe, F. T., 2020. Arap Baharı'nın Türkiye'de odun esaslı levhaların dış ticaretine etkileri. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi* 3(1): 10-21. DOI:10.33725/mamad.727401

İstek, A., Özlüsoyulu, İ., Kızılkaya, A., 2017. Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 19(1): 132-138. DOI: 10.24011/barofd.297231

Kara, O., Şahin, Ö., Bekar, İ., Kayacan, B., 2019. Endüstriyel ağaç ve ahşap ürünleri sektörünün uluslararası rekabet gücü analizi: Türkiye örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi* 15(1): 15-32.

Tağraf, H. 2002. Küreselleşme süreci ve çokuluslu işletmelerin küreselleşme sürecine etkisi. *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(2): 33-47.

Terece, Z., Edirne, J., Kariptaş, F. S. 2020. Türkiye'de mobilya sektörünün durumu ve 2000'li yıllardan sonra küreselleşme etkisi ile değişimi. *Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1): 159-180.

Yıldırım, İ., Alevli, C., Akyüz, K.C., 2016. Odun esaslı levha sektörünün dış ticaret analizi ve tahmini. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 16(2): 370-382.

Viniltrimetoksisilan ile modifiye edilmiş yongalardan üretilen levhaların bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi

Investigation of some mechanical and physical properties of boards produced from chips modified with vinyltrimethoxysilane

Oktaç GÖNÜLTAŞ¹
Mahmut Ali ERMEYDAN¹
Onur AYKANAT¹

¹ Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Bursa

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Onur AYKANAT
onrayknt@gmail.com

Geliş tarihi (Received)

16.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

23.05.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Gönültaş, O. , Erme-ydan, M. A. & Aykanat, O. (2022). Viniltrimetoksisilan ile modifiye edilmiş yongalardan üretilen levhaların bazı mekanik ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 193-198 . DOI: 10.17568/ogmo-ad.1088893

Öz

Ahşap yüzey modifikasyonu, hem iç hem de dış mekan uygulamalarında yaşam döngüsü boyunca ahşabın direncini artırma konusunda başarılı olduğu ortaya çıkan kapsamlı bir kavramdır. Bu çalışmada, levha üretiminde kullanılan formaldehitin kullanım esnasındaki emisyonunu azaltmak, levhaların mekanik ve fiziksel özelliklerindeki değişimi gözlemek için yongaların kimyasal olarak modifiye edilmesi amaçlanmıştır. Kimyasal modifikasyon işlemi silan bazlı uyumlaştırıcı kimyasal kullanılmıştır. Levhalar orta tabakalarda %7, yüzey tabakalarında %12 üre formaldehit tutkalı, 190°C pres sıcaklığı ve 4 dk pres süresi kullanılarak üretilmiştir. Her bir grup levhadan örnekler elde edilerek fiziksel özellik olarak yoğunluk, su alma ve kalınlık artışı, mekanik özellik olarak eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci standartlara uygun olarak belirlenmiştir. Ayrıca kimyasal olarak modifiye edilen yongaların kimyasal özelliklerini belirlemek için Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) analizi, termal özelliklerini belirlemek için de Termogravimetrik Analiz (TGA) kullanılmıştır. Böylece kimyasal olarak yüzey modifikasyonu yapılan yongaların, yonga levha üretiminde kullanımının levha kalitesine olan etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yonga levha, kimyasal modifikasyon, silan, eğilme direnci, üre formaldehit

Abstract

Wood surface modification is a comprehensive concept that has proven successful in increasing the resistance of wood throughout its lifecycle in both indoor and outdoor applications. In this study, it is aimed to chemically modify the chips in order to reduce the emission of formaldehyde used in particle board production and to observe the changes in the mechanical and physical properties of the boards. The particle boards were produced using 7% urea-formaldehyde in the middle layers and 12% in the surface layers, a press temperature of 190°C and a pressing time of 4 minutes. Samples were prepared from each group, and physical properties such as density, water absorption, and thickness swelling and mechanical properties such as bending resistance, the flexural modulus of elasticity, and tensile strength perpendicular to the surface were determined in accordance with the standards. In addition, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis was applied to determine the chemical properties of the chemically modified chips, and Thermogravimetric Analysis (TGA) was applied to determine their thermal properties. Thus, the effects of using chemically surface modified chips in particle board production on board quality were investigated.

Keywords: Particleboard, chemical modification, silane, bending strength, urea-formaldehyde



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ahşap esaslı panellerin önemli uygulama kısıtlamaları, değişen iklimlerde ve sıvı ile temasta zayıf boyutsal kararlılıklarına atfedilmektedir. Düzlemle paralel olan levhaların şişme ve büzülme davranışı, elyafa paralel olan masif ahşabın davranışı ile uyuşurken, düzleme dik değerler önemli ölçüde daha büyüktür. Ahşap parçacıklarının şişmesi ve büzülmesi ve yapıştırıcıların hidrolizi, uygulamayı düşük nem koşullarıyla sınırlamaktadır. Boyutsal kararlılık, levha yoğunluğu, odun türü, reçine türü, presleme koşulları, parçacık geometrisi hidrofobik maddelerden etkilenir (Hundhausen ve ark., 2009).

Ancak ahşap esaslı paneller: özellikle yonga levhalar, belirli bir miktar su emilimine maruz kaldıktan sonra şişer ve bozulur. Ahşap esaslı panellerdeki bağlayıcı veya matris, kompozitlerin su alımını azaltmaya yardımcı olacağından, suya dayanıklı polimer kullanılarak bu sorun en aza indirilebilir. Formaldehit reçineleri, yonga levha yapımında yaygın olarak kullanılan bağlayıcılar arasındadır (Mohamad Amini ve ark., 2016). Yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek için, sodyum hidroksit (NaOH), silanlı bileşikler ve MAPP gibi kimyasallar eklenerek parçacık modifikasyonlarının yapılmasının geliştirici olacağı düşünülmektedir.

Modifiye yongalar, ahşap esaslı kompozitlerin boyutsal kararlılığını geliştirmek için bir yöntemdir. Boyutsal kararlılık, hidroksil içeriğini azaltmak için odunun kimyasal olarak değiştirilmesiyle elde edilebilmektedir. Silanlar, panel kompozitlerinde ve yapıştırıcı formülasyonlarında yaygın olarak kullanılan verimli birleştirme ajanları olarak kabul edilmektedir. Cam elyaf takviyeli polimer kompozitler ve mineral dolgulu polimer kompozitler gibi inorganik dolgu takviyeli polimer kompozitlerde başarıyla uygulanmıştır. Silanlar ayrıca birçok yapıştırıcı formülasyonunda yapışma artırıcıdır veya daha güçlü yapışma sağlayan alt tabaka astarları olarak kullanılır (Ishak ve ark., 2013).

Azlina Ramlee ve ark. (2021) palmye yağı/şeker kamışı lifi içeren fenolik hibrit kompozit çalışmalarında silanlı bileşik ve hidrojen peroksit ile yüzey modifikasyonu uygulamışlardır. En iyi me-

kanik sonuçlar, silanla muamele edilen numunede elde edilmiştir. Hafezi ve Hosseini (2014), üre formaldehit (UF) tutkalı ile üretilen buğday samanı yonga levhaların yüzey karakteristiği ve fiziksel özelliklerini araştırmışlardır. Silan kullanılan varyasyonlarda fiziksel özelliklerin iyileştiği gözlemlenmiştir.

Radabutra ve ark. (2021), silanlı bileşikler ile ön işlem yapılmış pirinç samanından üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Silanla ön işlem uygulanan varyasyonlarda fiziksel ve mekanik dayanımlarının arttığı gözlemlenmiştir. Selamat ve ark. (2014) yonga levha üretiminde modifiye nişasta kullanmışlardır. Modifiye işlemi yapılan varyasyonlarda fiziksel ve mekanik özelliklerin iyileştiği sonucu elde edilmiştir.

Araştırmamızda %5 ve %10 oranlarında viniltrimetoksisilan (VTMS) ile modifiye edilen yongalardan 60×60 cm boyutunda ve 8 mm levha üretimi yapılmıştır. Levhaların yoğunlukları 0.50 g/cm³ olarak hedeflenmiştir. Üretilen levhalarda fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışma ile ahşap esaslı levha alanında silan bazlı uyumlaştırıcı kimyasallar ilk defa denenmiş, bu ve benzeri kimyasalların kullanımının yeni nesil lif levhaların üretimini gelecekte teşvik edeceği düşünülmektedir.

2. Materyal ve metot

Odun yongaları ve üre formaldehit tutkalı Balıkesir Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından temin edilmiştir. Çam, meşe ve kayın odunlarının yongalarından elde edilen ticari karışım kullanılmıştır. Yonga levha üretiminde yüzey tabakada %50 katı madde oranına sahip UF, orta tabakada ise %65 katı madde oranına sahip UF tutkalı (Tablo 1) ve sertleştirici olarak amonyum klorür kullanılmıştır.

2.1. Yongaların modifiye edilmesi

Yonga levhanın fiziksel özelliklerini iyileştirmek için viniltrimetoksisilan (VTMS) ile modifiye işlemi gerçekleştirilmiştir. Modifikasyon işlemi 5:1 oranında etanol-saf su çözeltisi kullanılmıştır. Bu karışımın içerisine çözeltinin %5'i kadar VTMS ve VTMS'nin %10'u kadar dikümil perok-

Tablo 1. Tutkal özellikleri
Table 1. Properties of adhesive

Numune	Katı madde oranı (%)	pH	Jelleşme zamanı (sn)	Yoğunluk (g/cm ³)	Viskozite (cP)
UF (%50 katı madde)	46,1	5,6	95	1,2	367,1
UF (%65 katı madde)	62,6	8,8	113	1,3	476,3

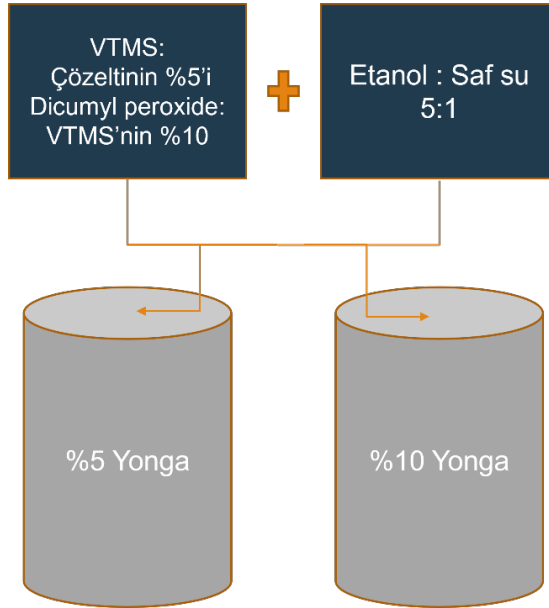
sit kullanılmıştır. Modifiye edilen yongalar çözelti içerisinde 6 saat bekletilmiştir (Şekil 1).

2.2. Yonga levhaların üretimi

Yonga levhaların üretimleri %45 yonga miktarı yüzey tabakada, %55 yonga miktarı orta tabakada olacak şekilde yapılmıştır. Yüzey tabakada %12 (%50 katı madde), orta tabakada %7 (%65 katı madde) üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Yonga levhalar 190 °C sıcaklık ve 70 bar basınçta 4 dakika bekletilerek üretilmiştir. Yonga levhaların kompozisyonları Tablo 2'de ve makroskopik görüntüsü Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Yonga levhaların kompozisyonu
Table 2. Composition of the particle boards

Numune	Üretimde kullanılan modifiye yonga
UF	-
5VT	%5
10VT	%10



Şekil 1. Yongaların modifiye edilmesini gösteren şema
Figure 1. Scheme showing the chips being modified



Şekil 2. Üretilen yonga levha yüzeyinin makroskopik görüntüsü
Figure 2. Macroscopic view of the produced particle board surface

2.3. Fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Yonga levhaların yoğunluk, rutubet, su alma, kalınlığına artış özellikleri belirlenmiştir. Her bir test için 10 örnek kullanılmıştır. Üretilen levhaların rutubet miktarları 50×50 mm boyutlarındaki örnekler ile belirlenmiştir (TS EN 322, 1999).

Yonga levhaların su alma ve kalınlık artışı özellikleri (TS EN 317, 1999) ve yoğunlukları (TS EN 323,1999) 50×50 mm örneklerden belirlenmiştir.

2.4. Mekanik özelliklerinin belirlenmesi

Mekanik testler SHIMADZU AG-IC üniversal test cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Yonga levhaların yüzeye dik çekme direnci 50×50 mm boyutunda numunelerle 2,5 mm/dk yükleme hızında (TS EN 319, 1999) ve eğilme dayanımları 210×50 mm boyutunda numunelerle 10 mm/dk yükleme hızında (TS EN 310, 1999) standartlara uygun olarak belirlenmiştir. Her bir test için 10 örnek kullanılmıştır.

2.5. FTIR analizi

Üretilen yonga levhaların kimyasal yapısını incelemek için FT-IR spektroskopisi yapılmıştır. FT-IR spektrumları için üniversal ATR detektörü olan Bruker marka cihaz kullanılmıştır. Ölçümler 4000-400 cm⁻¹ dalga boyları arasında 4 cm⁻¹ çözünürlükte yapılmıştır.

2.6. TGA analizi

Üretilen levhaların termal kararlılığını belirlemek için TGA analizi yapılmıştır. TGA analizleri 30-800°C sıcaklıklarında 10°C/dk ısıtma hızında gerçekleştirilmiştir.

2.7. İstatistiksel analiz

Yonga levha örneklerinin, fiziksel ve mekanik özellikleri SPSS 18.0 programı kullanılarak One-Way Anova testi yapılmış, homojenlik grupları Duncan homojenlik grupları olarak belirtilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Levhaların fiziksel özelliklerine ait bulgular

Levhaların su alma ve kalınlık artışı (Tablo 3) değerleri %5 modifiye yonga içeren 5VT varyasyonunda kontrol örneği olan UF numunelerine göre benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3. Yonga levhaların su alma ve kalınlık artışı özellikleri
Table 3. Water absorption and thickness increase the properties of particle boards

		Kontrol	5VT	10VT
Su alma (%)	2 saat	133.9 (6.8)* AA	135.9(5.1)BB**	120.5 (6.3) BB
	24 saat	151.1 (3.1) AA	152.3 (1.2) BB	136.1 (7.5) BB
Kalınlık artışı (%)	2 saat	37.3 (3.9) AA	37.1 (3.6) AA	35.1 (6.4) AA
	24 saat	40.3 (4.5) AA	40.1 (2.8) AA	37.9 (2.5) AA

*Standart sapma değerlerini göstermektedir, ** Duncan homojenlik gruplarını göstermektedir.

%10 modifiye yonga içeren 10VT varyasyonunda su alma değerlerinde ise fark edilebilir oranda düşüş elde edilmiştir. Paralel olarak kalınlık artışı değerleri de 10VT örneklerinde 24 saat sonunda bir miktar düştüğü gözlenmiştir. 5VT numunelerinin yoğunluk değerine (Tablo 4) baktığımızda diğer varyasyonlardan düşük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle 10VT levhalarına göre daha düşük fiziksel

özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4'te gösterildiği üzere, kontrol, 5VT ve 10VT örneklerinin yoğunluk rutubet değerleri istatistik olarak benzerdir. Diğer yandan 5VT örneklerinin yoğunluk değerinin kontrol ve 10VT örneklerinden düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun üretim yöntemiyle ilgili olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4. Yonga levhaların rutubet ve yoğunluk değerleri
Table 4. Moisture and density values of particle boards

	Kontrol	5VT	10VT
Rutubet (%)	5.84 (0.1)* AA	6.22 (0.5) AB**	6.11 (0.4) BB
Yoğunluk (g/cm ³)	0.47 (0.1) AA	0.42 (0.2) BB	0.48 (0.1) BB

*Standart sapma değerlerini göstermektedir, ** Duncan homojenlik gruplarını göstermektedir.

3.2. Levhaların mekanik özelliklerine ait bulgular

Levhaların mekanik özellikleri Tablo 5'te verilmiştir. Kontrol örneği UF ve 5VT levhalarında yüzeye dik çekme ve eğilme dayanımlarında benzer sonuçlar elde edilmiş, istatistik olarak bir fark görülmemiştir. 10VT levha örneğinde ise yüzeye dik çekme direnci 0.73 N/mm² olarak belirlenmiştir.

%10 modifiye yonga içeren 10VT levha örneklerinde silanli bileşiklerin iç yapışma direncine katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Han ve ark. (1999) çalışmalarında, silanli bileşiklerle muamele edilmiş örneklerde temas açısını düşürdüğü ve yapışmaya olumlu katkı verdiği sonucunu elde etmişlerdir. Kontrol ve modifiye örnekler arasında eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet değerleri açısından istatistik bir fark görülmemiştir.

Tablo 5. Yonga levhaların mekanik özellikleri
Table 5. Mechanical properties of particle boards

	Kontrol	5VT	10VT
Yüzeye dik çekme dayanımı [N/mm ²]	0.40 (0.18)* AA	0.45 (0.07) AA**	0.73 (0.35) BB
Eğilme dayanımı [N/mm ²]	3.08 (0.84) AA	2.70 (1.03) AA	2.81 (1.14) AA
Elastikiyet modülü [N/mm ²]	595.18 AA (134.09)	550.37 AA (162.37)	569.53 AA (234.29)

*Standart sapma değerlerini göstermektedir, ** Duncan homojenlik gruplarını göstermektedir.

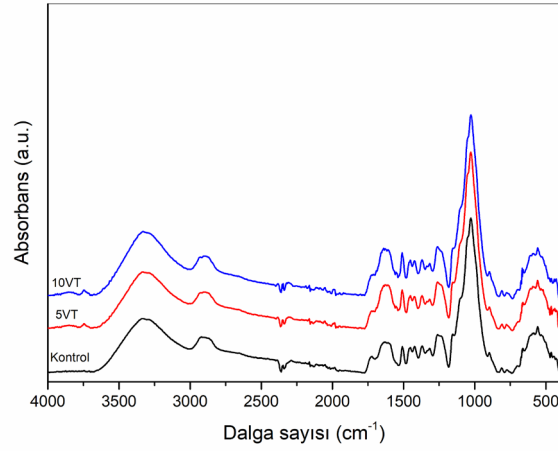
3.3. FTIR analizine ait bulgular

Şekil 3'de levhaların FTIR analizi grafiği gösterilmektedir.

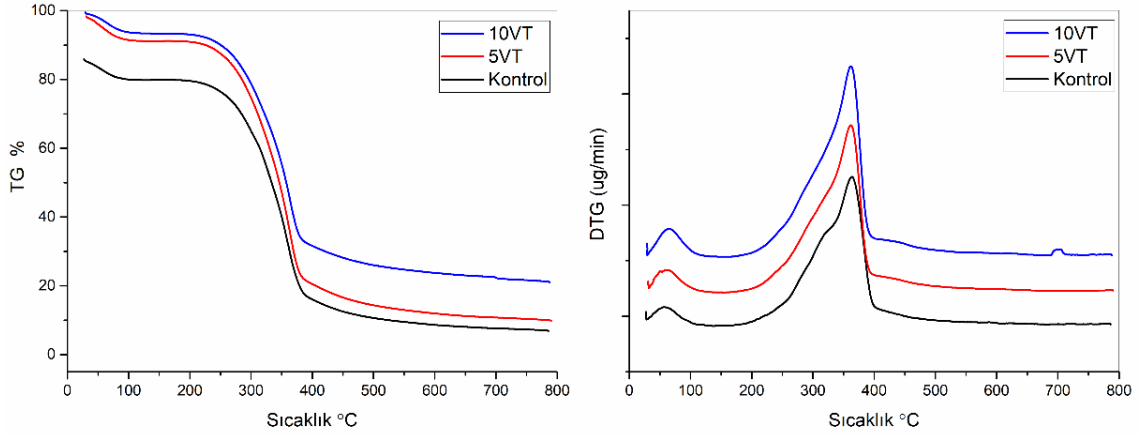
Yongaların modifiye edilmesi işleminde kullanılan VTMS dolayısıyla 2900 cm⁻¹ ve 2980 cm⁻¹'de Si-CH grubundaki C-H gerilme titreşimi görülmektedir. Ayrıca 3600 cm⁻¹ Si-OH pikinin belirlediği özellikle 10VT örneğinde fark edilmektedir (Shi ve ark., 2021). VTMS oranı arttıkça bu piklerin daha belirgin hale geldiği görülmektedir.

3.4. TGA analizine ait bulgular

Şekil 4'te levhaların TGA analiz grafiği gösterilmektedir. TGA sonuçlarına bakıldığında bozunmanın 200°C sıcaklıklarda başladığı ve 350-400 °C sıcaklık arasında maksimum bozunma hızına ulaştığı görülmektedir. Modifiye yonga içeren varyasyonlarda kalıntı miktarlarının referansa göre daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Yonga levhaların FTIR grafiği
Figure 3. FTIR graph of particle boards



Şekil 4. Yonga levhaların TGA grafiği
Figure 4. TGA graph of particle boards

4. Sonuçlar

Bu çalışmada viniltrimetoksisilan kullanılarak modifiye edilen yongalarla üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre %10 modifiye yonga içeren levhaların yüzeye dik çekme dayanımlarının kayda değer oranda arttığı, kontrole kıyasla eğilme dayanımlarının benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Diğer yandan ise yine %10 modifiye yonga içeren levhaların su alma ve şişme özelliklerinin iyileştiği gözlemlenmiştir. Modifiye yonga işleminin farklı süre, çözelti oranları ve modifiye yonga miktarları araştırılarak daha iyi sonuçlar elde etmek mümkün olacağı düşünülmektedir.

Sonuçta kimyasal modifikasyon işlemlerinin gelecekte uzun ömürlü ahşap malzeme üretiminde kritik öneme sahip olabileceği düşüncesinden hareketle, çalışmanın sonuçlarının önemli olduğu dü-

şünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 2244 Sanayi Doktora Programı çatısı altında 118C102 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında sağlanan finansman ile yürütülmüştür.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Azlina Ramlee, N., Jawaid, M., Abdul Karim Yama-

-
- ni, S., Syams Zainudin, E., Alamery, S. 2021. Effect of surface treatment on mechanical, physical and morphological properties of oil palm/bagasse fiber reinforced phenolic hybrid composites for wall thermal insulation application. *Construction and Building Materials*, 276, 122239.
- Hafezi, S. M., Hosseini, K. D. 2014. Surface characteristics and physical properties of wheat straw particleboard with UF resin. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 11(2), 168–173.
- Han, G., Umemura, K., Kawai, S. *et al.* (1999). Improvement mechanism of bondability in UF-bonded reed and wheat straw boards by silane coupling agent and extraction treatments. *J Wood Sci* 45, 299–305.
- Hundhausen, U., Militz, H., Mai, C. 2009. Use of alkyl ketene dimer (AKD) for surface modification of particleboard chips. *European Journal of Wood and Wood Products*, 67(1), 37–45.
- Ishak, A., A. Karim, S. R., Samsi, H. W. 2013. Mechanical and physical properties of particle board made from silaned and NaOH modified Kelampayan (Neolamarckia cadamba) particles. *Advanced Materials Research*, 812, 169–174.
- Mohamad Amini, M. H., Hashim, R., Sulaiman, N. S., Hiziroglu, S., Sulaiman, O., Mohamed, M., Abu Bakar, M. B. 2016. Effect of urea formaldehyde addition to the dimensional stability of particle Board made using glutardialdehyde modified corn starch as binder with FT-IR Analysis. *Materials Science Forum*, 840, 108–111.
- Radabutra, S., Khemthong, P., Saengsuwan, S. 2021. Effect of silane coupling agent pretreatment on the properties of rice straw particleboard bonded with prevulcanized natural rubber latex. *Journal of Rubber Research*, 24(1), 157–163.
- Selamat, M. E., Sulaiman, O., Hashim, R., Hiziroglu, S., Nadhari, W. N. A. W., Sulaiman, N. S., Razali, M. Z. 2014. Measurement of some particleboard properties bonded with modified carboxymethyl starch of oil palm trunk. *Measurement*, 53, 251–259.
- Shi, X., Pan, Y., Wang, Y., Jia, Z., Chen, T., Gong, J., Jiang, J. 2021. Synergistic effects of graphene and ammonium polyphosphate modified with vinyltrimethoxysilane on the properties of high-impact polystyrene composites. *Polymers*, 13(6).
- TS EN 322, 1999. Ahşap esaslı levhalar-Rutubet miktarının tayini.
- TS EN 317, 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini.
- TS EN 323,1999. Ahşap esaslı levhalar-Birim hacim ağırlığının tayini.
- TS EN 319, 1999. Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini.
- TS EN 310, 1999. Ahşap esaslı levhalar-Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini.

Bazı ağaç türlerinde mikrodalga uygulamasının verniklerin parlaklık direnci üzerine etkisi

The effect of microwave treatment on the gloss resistance of varnishes in some tree species

Çiğdem KASA¹
Özlem BOZDOĞAN BALÇIK¹
Turgay ÖZDEMİR¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Özlem BOZDOĞAN BALÇIK
ozlembalcik@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)
18.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)
06.07.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)
Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Kasa, Ç. , Bozdoğan Balçık, Ö. & Özdemir, T. (2022). Bazı ağaç türlerinde mikrodalga uygulamasının verniklerin parlaklık direnci üzerine etkisi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 199-206 . DOI: 10.17568/ogmoad.1088908

Öz

Bu çalışmada ülkemizde ticari önemi olan ağaç türleri odunların da mikrodalga işlemi ile verniklerin parlaklık özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Odun ile yüzey işlem maddeleri arasındaki etkileşimin belirlenmesi, odun özelliklerinin iyileştirilmesi ve farklı kullanım yerleri için uygunluklarının belirlenerek ortaya konulması oldukça önemlidir. Bu amaçla 3 farklı ağaç türü; yapraklı ağaç türlerinden doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve sakallı kızılgağaç (*Alnus glutinosa* subsp. Barbata.) ile iğne yapraklı ağaç türlerinden doğu ladini (*Picea orientalis*) ve vernik türlerinden selülozik vernik, poliüretan vernik kullanılmıştır. Selülozik vernik için liflere paralel ve liflere dik yönde parlaklık değerleri incelendiğinde kayın odunu en düşük parlaklık değerine sahipken, en yüksek parlaklık ise kızılgağaç odununda belirlenmiştir. Poliüretan vernik için ağaç türleri hem liflere dik hem de liflere paralel yönde parlaklık üzerine ele alındığında bir fark bulunamamıştır. İşlem türü olarak poliüretan vernik için 90 s'lik mikrodalga olumsuz etki göstermiştir. Ağaç türlerinde parlaklık değerlerinde 90 s'lik mikrodalga uygulamasının parlaklık değerlerini azalttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak; mikrodalga uygulaması verniklerin parlaklık özelliklerini etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Parlaklık, Doğu kayını, Doğu ladini, Sakallı kızılgağaç, Vernik

Abstract

In this study, the effects of microwave treatment on the gloss properties of varnishes of wood species, which are commercially important in our country, were investigated. It is very important to determine the interaction between wood and surface treatment agents, to improve wood properties and to determine their suitability for different usage areas. For this purpose, 3 different tree species, which are leafy tree species eastern beech (*Fagus orientalis*) and bearded alder (*Alnus glutinosa* subsp. Barbata) and coniferous eastern spruce (*Picea orientalis*), and cellulosic varnish from varnish species, polyurethane varnish was used. When the gloss values parallel to the fibers and perpendicular to the fibers are examined for cellulosic varnish, beech wood has the lowest gloss value while the highest gloss is determined in alder wood. For polyurethane varnish, no difference was found when wood species were considered on gloss in both perpendicular and parallel directions to the fibers. As a process type, 90 seconds microwave showed a negative effect for polyurethane varnish. It was determined that 90 seconds of microwave application decreased the brightness values in tree species. As a result; It was determined that microwave application affects the gloss properties of varnishes.

Keywords: Gloss, Eastern beech, Eastern spruce, Bearded alder, Varnish



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Günümüze kadar ağaç malzeme üst yüzey işlemleri için, çok sayıda yüzey işleme malzemesi ve kullanım yöntemi geliştirilmiştir. Mobilya endüstrisi alanında kullanılan çeşitli ağaç malzeme türleri de göz önünde bulunursa, üst yüzey işlemlerinin oldukça karmaşık ve güç olduğu kolaylıkla anlaşılabilir. Yüzey işlemlerinde kullanılan malzemelerin (ağaç malzemeler, boya-vernük v.b.) hangi amaç için kullanılacağı bilinmelidir. Aksi takdirde bu malzemelerin seçimi zor veya çok güç olacaktır. Tam açıklık getirilmemiş durumlarda, bu malzemelerle beraber vernük veya boyanın sağlandığı kaynaklardan bilgi alınması uygun olacaktır. Çalışmanın ana teması mikrodalga uygulamasının vernüklerin parlaklık özellikleri üzerine etkilerinin araştırılmasını teşkil etmektedir.

Mikrodalga işleme kurutma, empenye edilebilirliğini artırma, geçirgenliği artırma ve fiziksel özellikleri iyileştirme gibi alanlarda son yıllarda yaygın olarak araştırmalara konu olmuştur (Hansson ve Antti, 2003; Hansson, 2007; Torgovnikov ve Vinden, 2010; Beikricher ve ark. 2013; Terziev ve Daniel 2013; Hermoso ve Vega, 2016). Mikrodalga muamele işleme, çeşitli odun türlerinin koruyucu madde nüfuzunda iyileştirmeler meydana getirecek geçirgenliği arttıran yenilikçi bir yöntemdir (Samani ve ark., 2019). Mikrodalga muamele ile yapılan çalışmalarda rutubet, mikrodalga enerji yoğunluğu ve odun türü gibi faktörlere bağlı olarak mekanik ve fiziksel özelliklerde değişimler olduğu yönündedir (Torgovnikov ve Vinden 2009; 2010, Samani ve ark. 2019, Hermoso ve Vega 2016).

Mikrodalgalar, 300 MHz ile 300 GHz arasındaki frekanslarda elektromanyetik enerjiden oluşur. MW enerji absorpsiyonu, polarize moleküllerin rastgele titreşimini üreterek sıcaklıkta bir artışa neden olur. Yüksek dielektrik geçirgenlikleri göz önüne alındığında su molekülleri önemli ölçüde etkilenmesine rağmen, ahşaptaki diğer polar moleküller (selüloz, hemiselüloz ve lignin) de etkilenbilir (Hansson ve Antii 2003). Üretilen ısı, etkilenen hücre tipine (traheidler, lifler) bağlı olarak farklı şekillerde emilir. Basınç, ince duvarlı hücrelerde kırılmalara ve mikro deliklerin oluşmasına neden olarak ahşabın geçirgenliğini arttırır.

Ağaç türlerinin vernüklenilebilme özelliklerinin belirlenmesinin amacı; odun ile yüzey işlem maddeleri arasındaki etkileşimin tespit edilmesi, odun özelliklerinin iyileştirilmesi ve farklı kullanım yerleri için uygunluklarının belirlenerek ortaya konulmasıdır.

2. Materyal

2.1. Deney materyali

Çalışmada deney materyali olarak 3 ağaç türü, 2 vernük türü ve mikrodalga kullanılmıştır.

2.1.1. Ağaç malzeme

Yapraklı ağaç türlerinden doğu kayını (*Fagus orientalis*), sakallı kızılbaş (*Alnus glutinosa* subsp. Barbata); iğne yapraklı ağaç türlerinden ise doğu ladini (*Picea orientalis*) kullanılmıştır. Her bir ağaç türünden 15'er adet olmak üzere toplam 45 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır.

2.2. Vernük çeşitleri

Vernük çeşidi olarak selülozik ve poliüretan vernük olarak iki farklı vernük kullanılmıştır.

2.2.1. Deneme Metodu

Mikrodalga uygulaması yöntemi uygulanmıştır.

2.2.1.1. Mikrodalga uygulaması

Çalışmada hazırlanan örnekler 4 grup olarak tasnif edilmiştir. İlk grup kontrol örneği olarak alınmış, diğer gruplar ise 30 s, 60 s ve 90 s süresince mikrodalga işleme için fırında mikrodalga uygulamasına tabii tutulmuşlardır.

Rastgele örnekleme yöntemi ile elde edilen keresteler 20 ± 2 °C sıcaklık ve 65 ± 5 bağıl nem koşullarındaki iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve rutubetlerinin yaklaşık %12 olması sağlanmıştır.

İklimlendirme işlemleri tamamlanan parçalar planya, kalınlık ve daire testere makinalarında işlenerek 1.300x100x20 mm (uzunluk x genişlik x kalınlık) ölçülerine getirilmiştir. Parçalar daire testere makinasında işleme tabii tutularak enine yönde 3 eşit parça olacak şekilde kesilmiş ve her bir parçadan 3'er adet olmak üzere 400x100x20 mm (uzunluk x genişlik x kalınlık) boyutlarında deney parçaları elde edilmiştir.

Her bir örnek grubu tekrar zımpara etkisini araştırmak amacıyla 3 gruba ayrılmış ve bu gruplardan biri kalınlık makinasına tabii tutulmuş, diğer iki gruptan biri kalibre zımpara misinasında 80'lik zımparaya, son grupta 180'lik zımparaya tabii tutulmuştur.

Deneylerde kullanılacak vernüğün uygulama koşulları ve karışım miktarı üretici firma önerilerine göre yapılmıştır. Bu amaçla; vernük türünün viskozitesi (DIN Cup / 4 mm /20 °C'ye göre) 2 s ve

Tablo1. Ağaç türlerine ait önemli bazı fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikler (Anşin, 2001)
Table1. Some important physical, mechanical and chemical properties of wood species

Ağaç türü	Tam kuru yoğunluk (g/cm ³)	Hava kurusu yoğunluk (g/cm ³)	Hacim ağırlık değeri (g/cm ³)	Radyal daralma (%)	Teğet daralma (%)	Hacmen daralma (%)
<i>Fagus orientalis</i>	0,64	0,66	0,53	5	11,4	16,21
<i>Alnus glutinosa</i> subs.	0,49	0,53	0,44	4,4	7,3	12,6
<i>Picea orientalis</i>	0,401	0,425	0,358	3,4	6,16	10,22

karışım miktarı ise Tablo 2' deki gibi seçilmiştir.

Ağaç malzemelere ait fiziksel mekanik ve kimyasal özellikleri Tablo 1'te verilmiştir.

Parçalara verniğin uygulanmasında iğne uç çapı 1,8 mm olan alttan depolu püskürtme tabancası kullanılmış ve uygulamadaki hava basıncı 3 atm. olarak seçilmiştir. Uygulamada; püskürtme tabancası parça yüzeylerine dik ve uzaklığı 25-30 cm olacak şekilde paralel hareket ettirilerek vernik kalınlıklarının eşit olmasına özen gösterilmiştir. Örnek parçaların verniklenmesi endüstriyel uygulamalara göre birim alana 120 ±5 g/m² olacak şekilde 2 kat dolgu vernikleme ve 1 kat son vernikleme olarak gerçekleştirilmiştir.

Her iki dolgu vernikleme uygulaması sonrası örnek parçalar kurutulmuş ve zımparalama işlemlerinde titreşimli el zımpara makinesinden yararlanılmıştır. Bu amaçla 1. Kat dolgu vernik uygulaması sonrası 220 no'lu, 2. Kat dolgu vernik uygulaması sonrası ise 400 no'lu alüminyum oksitli kâğıt zımpara bantları kullanılmıştır. Vernik uygulamaları sonrası; selülozik ve poliüretan vernikli parçalar 12 saat süre ile 20 ±2 °C derece sıcaklık ve %65±5 bağıl nem koşullarında kurumaya bırakılmıştır.

Uygulamalar atölye ortamında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ortamın tozsuz olmasına özen gösterilmiş, aşırı hava akımı, sıcaklık ve bağıl nemden kaçınılmıştır. Böylece tüm işlemleri tamamlanan bu parçalardan standart boyutlarda deney örnekleri elde edilmiştir.

2.3. Parlaklık testi

Vernikli yüzeylerin ışığı yansıtma kabiliyetlerinden yararlanılarak TS EN ISO 2813 belirtilen esaslar çerçevesinde ölçümleri parlaklık ölçüm cihazı (Gloss-metre) ile yapılmıştır (Şekil 1).

Yüzey parlaklık ölçüm cihazı gloss-metre, bir ışık kaynağından birbirine paralel veya yaklaşan ışık demetini deney alanına yönelten mercek ile mercek fotosel alıcı penceresinin oluşturduğu alıcıdan meydana gelmektedir. Boya ve vernik katmanlarının parlaklığı tespit edilirken, 20° mat katmanların, 60° hem mat hem de parlak katmanların, 85°

ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını belirlemek için kullanılmaktadır.

Şekil 1. Yüzey parlaklık ölçüm cihazı
Figure 1. Surface gloss meter



Vernik uygulamasından sonra tam kuruması sağlanan deney örnekleri TS EN ISO 2813 standardında belirtilen esaslar çerçevesinde 23±2 °C sıcaklık ve %50±5 bağıl nem şartlarında 16 saat süreyle kondisyonlanarak ölçümlere hazır hale getirilmiştir. 60°±2 parlaklık seviyesinde test edilerek, elde edilen değerler, parlaklık derecesi 100 olarak kabul edilen siyah kalibrasyon cam paneline göre değerlendirilmiştir. Ölçümler her bir yüzey için liflere paralel ve dik olacak şekilde selülozik ve poliüretan vernik uygulanmış bütün örnekler üzerinde, denemeler öncesi ve denemeler sonrası ölçülerek bu değerlerin aritmetik ortalamaları için ayrı ayrı yapılmıştır.

Kullanılan verniklerin karışım miktarları Tablo 2'de verilmiştir.

2.4. İstatistik yöntemler

Özelliklere ait aritmetik ortalama (\bar{X}), standart sapma (S) ve varyansı (V) hesaplanmıştır. Ağaç türleri, vernik çeşitleri, kesit şekli ve pürüzlülük özelliklerinin karşılaştırılmasında farklılık olup olmadığını belirlemek için varyans analizi kullanılmıştır. Farklılık oluşturduğu durumlarda Duncan-testi ile homojenlik grupları belirlenmiştir.

Varyans analizinde, F_{hesap} ve F_{tablo} değerleri belirlenmiş, F_{hesap} değerlerinin %5'den büyük olması

Tablo 2. Vernik çeşitleri ve karışım miktarları
Table 2. Varnish types and mixture amounts

Vernik çeşitleri	Vernik (Kısım)	Sertleştirici (Kısım)	İnceltici (Kısım)
Selülozik dolgu vernik	100	0	80
Selülozik son kat mat vernik	100	0	80
Poliüretan dolgu verniği	100	50	20
Poliüretan son kat mat vernik	100	25	80

durumunda (B.D), %5-%1 arasında (*), %1- %0,1 arasında (**) ve %0,1' den küçük olması durumunda (***) işaretleri ile açıklanmıştır.

3. Bulgular

Bu bölümde vernik çeşitleri için parlaklık değerleri verilmiştir.

3.1. Selülozik vernik için parlaklık değerleri

Selülozik vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri belirlenip Tablo 3'te verilmiştir.

3.1.1. Ağaç türü ve işlem türünün etkisi

Liflere paralel yönde parlaklık

Selülozik vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, liflere paralel yönde parlaklık üzerine ağaç türü, işlem türü ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin %0,1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre selülozik vernikte liflere paralel yönde parlaklık üzerine etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tukey testi sonuçlarına göre işlem türünün etkisinin 3 farklı grupta toplandığı, en düşük liflere paralel parlaklık değerlerinin 90 saniyelik mikrodalga uygulamasından sonra gerçekleştiği görülmektedir. Ağaç türünün etkisinin ise 3 farklı grupta olduğu, en düşük parlaklık değerinin kayın odununda belirlenmiştir.

Liflere dik yönde parlaklık

Selülozik vernikte liflere dik parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, liflere dik yönde parlaklık üzerine ağaç türü, işlem türü ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin %0,1 yanılma olasılığı ile etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre selülozik vernikte liflere dik yönde parlaklık üzerine

etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tukey testi sonuçlarına göre işlem türünün etkisinin 5 farklı grupta toplandığı, en düşük liflere dik parlaklık değerlerinin 90 saniyelik mikrodalga uygulamasından sonra gerçekleştiği görülmektedir. Ağaç türünün etkisinin ise 3 farklı grupta olduğu, en düşük parlaklık değerinin Kayın odununda belirlenmiştir.

3.2. Poliüretan vernik için parlaklık değerleri

Poliüretan vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri belirlenip Tablo 6'da verilmiştir.

3.2.1. Ağaç türü ve işlem türünün etkisi

Liflere paralel yönde parlaklık

Poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine ağaç türünün %5 yanılma olasılığı ile etkisinin olmadığı, işlem türünün ise %0,1 yanılma olasılığı ile etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ağaç türü ve işlem türünün karşılıklı etkileşimlerinin ise %1 yanılma olasılığı ile etkisinin olduğu belirlenmiştir. Buna göre poliüretan vernikte liflere paralel yönde parlaklık üzerine etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tukey testi sonuçlarına göre, poliüretan vernikte liflere paralel yönde parlaklık üzerine ağaç türünün etkisinin olmadığı, işlem türünün ise 4 farklı grupta toplandığı belirlenmiştir. En düşük parlaklık değerlerinin 90 dakikalık mikrodalga uygulamasında olduğu görülmektedir.

Liflere dik yönde parlaklık

Poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine etkileri araştırılan grupların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, poliüretan vernikte liflere paralel parlaklık üzerine ağaç türünün

%5 yanılma olasılığı ile etkisinin olmadığı, işlem türünün ise %0,1 yanılma olasılığı ile etkisinin olduğu belirlenmiştir. Ağaç türü ve işlem türünün karşılıklı etkileşimlerinin ise %1 yanılma olasılığı ile etkisinin olduğu belirlenmiştir. Buna göre poliüretan vernikte liflere paralel yönde parlaklık üzerine etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tukey testi sonuçlarına göre, poliüretan vernikte liflere dik yönde parlaklık üzerine ağaç türünün et-

kisinin olmadığı, işlem türünün ise 3 farklı grupta toplandığı belirlenmiştir. En düşük parlaklık değerlerinin 90 dakikalık mikrodalga uygulamasında olduğu görülmektedir.

Selülozik vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri belirlenip Tablo 3’te verilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; işlem türü ve ağaç türünün etkisinin araştırılması amacıyla varyans analizi ve tukey testi yapılmıştır.

Tablo 3. Selülozik vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri
Table 3. The gloss values of the samples of the cellulosic varnish type

Ağaç türü	İşlem türü	Liflere paralel		Liflere dik	
		\bar{x}	S	\bar{x}	S
Ladin	Kontrol	84,92	6,34	88,64	4,10
	MD30	89,70	2,20	85,04	1,31
	MD60	94,22	4,08	90,18	4,10
	MD90	82,30	6,48	73,58	7,30
Kızılağaç	Kontrol	91,52	4,33	81,90	3,72
	MD30	88,68	4,68	86,70	4,15
	MD60	90,64	3,83	86,90	2,39
	MD90	90,18	1,70	84,94	2,97
Kayın	Kontrol	93,88	3,18	89,40	4,24
	MD30	95,10	1,46	90,26	2,02
	MD60	63,70	0,80	60,50	1,31
	MD90	60,82	0,34	62,96	1,06

Gruplar arasındaki farklar tukey testi ile tespit edilerek tablo 4’te verilmiştir. Tablo 4’te görüldüğü üzere, selülozik vernikte liflere paralel yönde ağaç

türünün etkisi görülmemişken, işlem türünün etkisi vardır. Örnekler 3 grup altında toplanmıştır.

Tablo 4. Selülozik vernikte etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları
Table 4. Tukey test results of groups with effects on cellulosic varnish

Kaynak	Zımpara farkı	N	Alt küme		
			1	2	3
İşlem türünün etkisi	MD90	15	77,7667		
	MD60	15		82,8533	
	Kontrol	15			90,1067
	MD30	15			91,1600
Ağaç türünün etkisi	Kayın	35	78,8514		
	Ladin	35		87,3029	
	Kızılağaç	35			90,5943

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; işlem türü ve ağaç türünün etkisinin araştırılması amacıyla varyans analizi ve tukey testi yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklar tukey testi ile tespit edilerek tablo 5’te verilmiştir. Tablo 5’te görüldüğü üzere, selülozik vernikte liflere dik yönde ağaç türünün etkisi görülmemişken, işlem türünün etkisi vardır. Örnekler 5 grup altında toplanmıştır.

Poliüretan vernik türüne ait örneklerin parlaklık

değerleri belirlenip Tablo 6’da verilmiştir.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; işlem türü ve ağaç türünün etkisinin araştırılması amacıyla varyans analizi ve tukey testi yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklar tukey testi ile tespit edilerek tablo 7’de verilmiştir. Tablo 7’de görüldüğü üzere, poliüretan vernikte liflere paralel yönde ağaç türünün etkisi görülmemişken, işlem türünün etkisi vardır. Örnekler 4 grup altında toplanmıştır.

Tablo 5. Selülozik vernikte etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları
Table 5. Tukey test results of groups with effects on cellulosic varnish

Kaynak	Zımpara farkı	N	Alt küme				
			1	2	3	4	5
İşlem türünün etkisi	MD90	15	3,8267				
	MD60	15		79,1933	79,1933		
	Kontrol	15				86,6467	86,6467
	MD30	15					87,3333
Ağaç türünün etkisi	Kayın	35	76,1171				
	Ladin	35		83,3514			
	Kızılağaç	35			86,8286		

Tablo 6. Poliüretan vernik türüne ait örneklerin parlaklık değerleri
Table 6. The gloss values of the samples of the polyurethane varnish type

Ağaç türü	İşlem türü	Liflere paralel		Liflere dik	
		\bar{x}	S	\bar{x}	S
Ladin	Kontrol	37,22	2,49	36,80	2,42
	MD30	36,12	3,11	36,32	1,91
	MD60	42,80	3,97	39,98	2,08
	MD90	35,74	1,74	33,64	0,82
Kızılağaç	Kontrol	38,82	2,75	36,48	3,46
	MD30	37,24	0,77	38,06	1,87
	MD60	41,58	3,82	42,74	2,75
	MD90	37,34	1,59	36,10	1,19
Kayın	Kontrol	41,86	4,38	39,90	3,87
	MD30	41,38	1,99	39,92	0,48
	MD60	39,92	3,33	41,42	3,47
	MD90	33,34	0,46	33,40	0,93

Tablo 7. Poliüretan vernik için etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları
Table 7. Tukey test results of groups with effects for polyurethane varnish

Kaynak	Zımpara farkı	N	Alt küme			
			1	2	3	4
İşlem türünün etkisi	MD90	15	35,4733			
	MD30	15	38,2467	38,2467		
	Kontrol	15		39,3000	39,3000	
	MD60	15			41,4333	41,4333
Ağaç türünün etkisi	Kızılağaç	35	38,3143			
	Kayın	35	38,7400			
	Ladin	35	38,8257			

Tablo 8. Poliüretan vernik için etkileri olan grupların yapılan Tukey testi sonuçları
Table 8. Tukey test results of groups with effects for polyurethane varnish

Kaynak	Zımpara farkı	N	Alt küme		
			1	2	3
İşlem türünün etkisi	MD90	15	34,3800		
	Kontrol	15		37,7267	
	MD30	15		38,1000	
	MD60	15			41,3800
Ağaç türünün etkisi	Ladin	35	37,3343		
	Kızılağaç	35	37,8486		
	Kayın	35	38,0886		

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; işlem türü ve ağaç türünün etkisinin araştırılması amacıyla varyans analizi ve tukey testi yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklar tukey testi ile tespit edilerek Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 8'de görüldüğü üzere, poliüretan vernikte liflere dik yönde ağaç türünün etkisi görülmemişken, işlem türünün etkisi vardır. Örnekler 3 grup altında toplanmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

4.1. Selülozik vernikte mikrodalga yönteminin parlaklık üzerine etkisi

Selülozik vernik uygulanmış ağaç türlerinde mikrodalga yönteminin liflere paralel ve dik yöndeki parlaklık değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Selülozik vernik için istatistiksel olarak liflere paralel yönde parlaklık değerleri ele alındığında en düşük değer ladin 90 s mikrodalga işleminde bulunmuştur. Kızılağaç odununda en düşük parlaklık değeri 30 s'lik mikrodalga işleminde bulunmuştur. Kayın odunun-

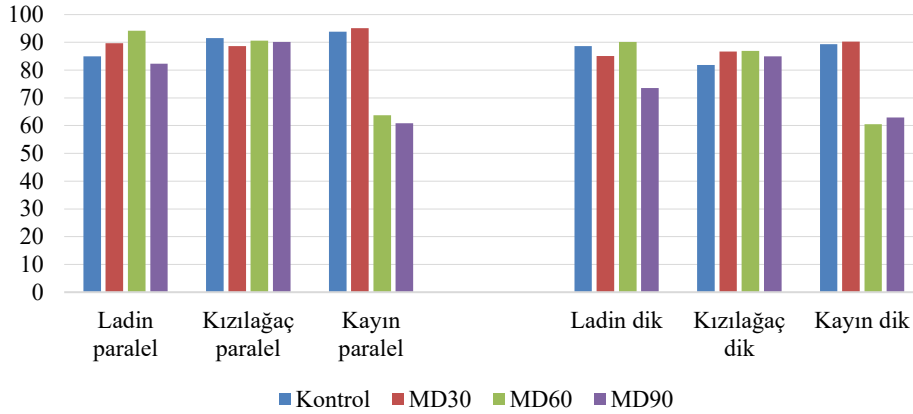
da ise liflere paralel yönde parlaklık değeri en yüksek 30 s mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 60 ve 90 s mikrodalga işleminde tespit edilmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında liflere paralel yönde parlaklık değeri en düşük kayın odununda çıkarken, en yüksek ise kızılğaç odunu örnekleri çıkmıştır. Selülozik vernik için liflere paralel yönde parlaklık değerleri ele alındığında ladin odunu için en düşük 90 s mikrodalga işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için en düşük 90 s mikrodalga işleminde elde edilirken, en yüksek 60 s mikrodalga işleminde bulunmuştur.

Kayın odununda ise liflere dik yönde parlaklık değeri en yüksek 30 s mikrodalga işleminde bulunurken en düşük ise 60 ve 90 s mikrodalga işleminde tespit edilmiştir.

Ağaç türleri ele alındığında liflere dik yönde parlaklık değeri en düşük kayın odununda çıkarken, en yüksek ise kızılğaç odunu örnekleri çıkmıştır.

Şekil 2. Selülozik vernikte liflere paralel ve dik yönde parlaklık değerleri
Figure 2. Gloss values in cellulosic varnish parallel and perpendicular to the fibers



4.2. Poliüretan vernikte mikrodalga yönteminin parlaklık üzerine etkisi

Poliüretan vernik uygulanmış örneklerde mikrodalga işleminin liflere paralel ve dik parlaklık değerleri Şekil 3'te verilmiştir.

Poliüretan vernik için liflere paralel yönde parlaklık değerleri ele alındığında ladin odunu için en düşük parlaklık değeri 90 s mikrodalga işleminde bulunmuştur. Kızılağaç için 30 s mikrodalga işleminde çıkarken en yüksek işleminde bulunmuştur. Kayın odununda ise liflere paralel yönde parlaklık değeri en yüksek 90 s mikrodalga işleminde bulunmuştur.

Selülozik vernikte liflere paralel yönde parlaklık değerlerinde işlem türünün etkisi göz önüne alındığı zaman 90 s mikrodalga işlemi ile en düşük

parlaklık değeri elde edilirken, en yüksek ise 30 sn. mikrodalga işlemi ile elde edilmiştir. Ağaç türünün etkisinde ise kayın odunu ile en düşük parlaklık değeri elde edilirken en yüksek parlaklık değeri kızılğaç odununda elde edilmiştir.

Selülozik vernikte liflere dik yönde parlaklık değerinde işlem türünün etkisi 90 s mikrodalga işlemi ile en düşük değer elde edilirken, en yüksek ise 30 s mikrodalga işlemi ile elde edilmiştir. Ağaç türünün etkisinde ise kayın odunu ile en düşük parlaklık değeri elde edilirken en yüksek parlaklık değeri kızılğaç odununda elde edilmiştir.

Poliüretan vernikte liflere paralel yönde parlaklık değerinde işlem türünün etkisi ele alındığında en düşük değer 90 s mikrodalga işlemi ile edilmiştir. En yüksek parlaklık değeri ise 60 s mikrodalga iş-

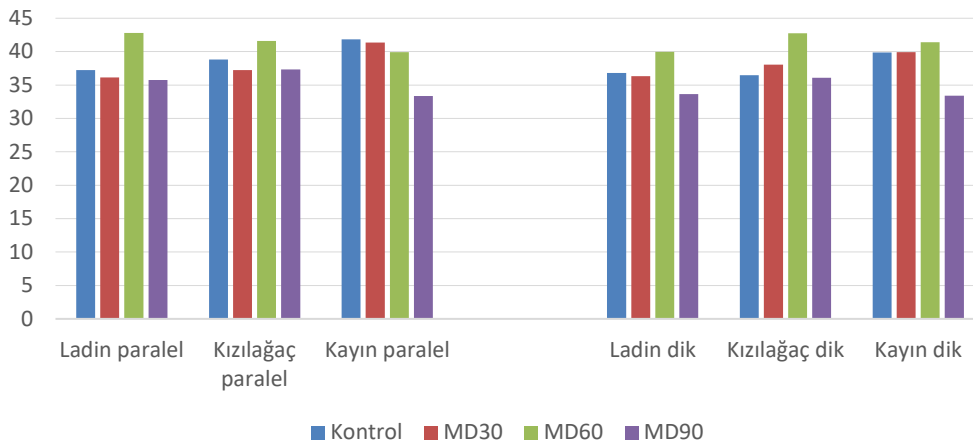
lemi elde edilmiştir. Ağaç türlerinin arasında belirgin bir farklılık elde edilememiştir. Poliüretan vernikte liflere dik yönde parlaklık değerlerinde işlem türünün etkisi 90 s mikrodalga ile en düşük değer, 60 s mikrodalga işlemi ile en yüksek değer elde edilmiştir. Ağaç türünün etkisi ele alındığında yine belirgin bir farklılık olmamasına rağmen çok az bir fark ile kayın) odununda elde edilmiştir.

Ülkemizin kalkınmasında önemli bir yer edinen mobilya ve doğrama endüstrisinin ana kaynağını

oluşturan ağaç malzemenin verniklenebilme özelliklerinin belirlenmesi ile bu alandaki önemli bir boşluğun doldurulacağını vurgulamak yerinde olacaktır.

Bu çalışmada; ülkemizde özellikle mobilya ve doğrama endüstrisinde kullanılan ana hammadde-lerinin yaygın olan türleri seçilmiştir. Bu nedenle yapraklı ağaç türlerinden doğu kayını, sakallı kızılbaş; iğne yapraklı ağaç türlerinden ise doğu ladini seçilmiştir.

Şekil 3. Poliüretan vernikte liflere paralel ve dik yönde parlaklık değerleri
Figure 3. Gloss values in polyurethane varnish parallel and perpendicular to the fibers



Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Anşın R., 2001, Tohumlu bitkiler, Trabzon

Beikricher, W., Lux, C., Flach, M., 2013. Mechanical properties of *Picea abies* after vacuum and atmospheric microwave drying, *Pro Lingo*, 9(4), 642-649.

Hansson, L., Antti, A.L., 2003. The effect of microwave drying on Norway spruce woods strength: a comparison with conventional drying, *Journal of Materials Processing Technology*, 141(1), 41-50.

Hansson L., 2007. Microwave treatment of wood", Ph. D. Thesis, Luleå University of Technology Division of Wood Physics, Sweden,.

Hermoso, E., Vega, A., 2016. Effect of microwave treatment on the impregnability mechanical properties of *Eucalyptus globulus* wood, *Maderas: Ciencia y Tecnología*, 18(1), 55-64

Mahlberg, R., 1987. Adhesion of paint on wood substrate.

part 1. effect of substrate factors, technical research centre of Finland, (476) 1-55.

Rischbieth, J. R., Bussell, K. R., 1957. The paint-holding properties of Australian woods, *Journal of the Oil & Colour Chemists*, (40), 306-320.

Samani, A., Ganguly, S., Kanyal, R., Tripathi, S., 2019. Effect of microwave pretreatment on preservative retention and treatability of *Melia composita* wood, *Journal of Forest Science*, 65(10), 391-396.

Terziev, N., Daniel, G., 2013. Application of high frequency treatments for improved permeability of Norway spruce (*Picea abies* karst.) wood, in: *Wood: The Best Material for Mankind*, J. Kúdela and M. Babiak (eds.) Arbora Publishers, Slovakia, pp. 43-48.

Torelli, N., 1996. Mexican Tropical Hardwoods: Attempt to End-use-Grouping, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 54, 213-216.

Torgovnikov, G., Vinden, P., 2009. High-intensity microwave wood modification for increasing permeability, *Forest Products Journal*, 59(4), 84-92.

Torgovnikov, G., Vinden, P., 2010. Microwave wood modification technology and its applications, *Forest Products Journal*, 60(2), 173-182.

TS EN ISO 2813, 2014. Paints and varnishes - Determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization.

Ahşap malzemede aktif anti-bakteriyel özelliklerin defne ve kekik ekstraktları ile artırılması

Increasing the active anti-bacterial properties of wood material with laurel and thyme extracts

Osman Emre ÖZKAN¹

¹ Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kastamonu

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Osman Emre ÖZKAN
oeozkan@hotmail.com

Geliş tarihi (Received)

16.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

18.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Özkan, O. E. (2022). Ahşap malzemede aktif anti-bakteriyel özelliklerin defne ve kekik ekstraktları ile artırılması. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 207-211. DOI: 10.17568/ogmoad.1089123



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Ahşap ürünler gün geçtikçe hayatımıza daha çok girmekle birlikte temas edilen ahşap yüzeylerin hijyenik olarak güvenli olup olmadığı ile ilgili bazı soru işaretlerini de beraberinde getirmektedir. Ahşap malzemenin pasif ve aktif olmak üzere iki farklı anti-bakteriyel özelliğinden bahsedilebilir. Burada, pasif anti-bakteriyel özellik ahşabın doğası gereği olan porozif yapısı ve higroskopisiteden kaynaklanmaktadır. Ancak, ahşabın aktif anti-bakteriyel özelliği ise odun içeriğinde bulunan ekstraktif maddeler ile ilişkilidir. Bu çalışmanın amacı, hijyenik açıdan hassas alanlarda kullanılmak üzere defne (*Laurus nobilis*) ve kekik (*Origanum onites*) ekstraktları ile muamele edilmiş odunların anti-bakteriyel özelliklerinin direk difüzyon yöntemi ile incelenmesidir. Deneyleri gerçekleştirmek için 10 farklı bakteri suşu kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan ahşap diskler aktif anti-bakteriyel özellikleri düşük kavak (*Populus tremula*) ağacından hazırlandıktan sonra otoklav ile sterilize edilmiştir. Bakteri suşları 0,5 McFarland'da hazırlanarak sürüntü sürme yöntemiyle Mueller-Hinton agar petri kaplarına aşılanmıştır. Daha sonra odun diskleri doğrudan aşılanmış agar üzerine yerleştirilmiştir. 37 °C'de 24 saat inkübasyondan sonra, disklerin etrafındaki agar üzerindeki inhibisyon bölgesi mm olarak not edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kavak odununa uygulanan kekik ekstraktlarının bakteriyel büyümeyi azalttığı tespit edilmiştir. Böylece, anti-bakteriyel özelliği düşük olan ağaç türlerinin kekik ekstraktları ile muamele edilerek hijyenik açıdan hassas alanlarda kullanımının olumlu sonuçlar vereceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Anti-bakteriyel, kavak, defne, kekik, ekstrakt

Abstract

Wooden products come into our lives more and more day by day, but they also bring some question marks about whether the wooden surfaces that are in contact with are hygienically safe. Two different anti-bacterial properties of wood material, passive and active, can be mentioned. The passive antibacterial property is due to the inherent porosity and hygroscopicity of the wood. However, the active antibacterial property of wood is related to the extractive substances in the wood. The aim of this study is to investigate the antibacterial properties of woods treated with laurel (*Laurus nobilis*) and thyme (*Origanum onites*) extracts for use in hygienically sensitive areas by direct diffusion method. Ten different bacterial strains were used to perform the experiments. The wooden discs used in the experiments were sterilized by autoclave after they were prepared from poplar (*Populus tremula*) wood with low active anti-bacterial properties. Bacterial strains prepared with 0.5 McFarland concentration were inoculated on Mueller-Hinton agar Petri dishes by swabbing method. The wood discs were then placed directly on the inoculated agar surface. After 24 hours of incubation at 37 °C, the zone of inhibition on the agar around the discs was measured in mm. As a result, it was determined that thyme extracts applied to poplar wood reduced bacterial growth. Thus, it has been determined that the use of wood species with low antibacterial properties by treating them with thyme extracts will give positive results in hygienically sensitive areas.

Key Words: Anti-bacterial, poplar, laurel, thyme, extract

1. Giriş

Sağlık alanları ve gıda işletmeleri gibi hijyenik olarak hassas olan yerlerde kullanılan malzemelerin yüzeylerinden zararlı mikroorganizmaların kontaminasyon (bulaşma) yoluyla taşınması sorunu ile her gün karşı karşıya kalınmaktadır. Bu bağlamda yüzey hijyeni, çevresel kontaminasyonun ve enfeksiyonun önlenmesinde önemli bir unsurdur (Munir ve ark., 2019a).

Küresel bir sorun olarak gıda kaynaklı hastalıkların çevresel gelişime ve sağlığa olumsuz etkileri bulunmaktadır. Tüketiciler, toksik (zehirli) kimyasal bileşiklerin yerine alternatif olarak doğal koruyucular için gün geçtikçe artan bir talepte bulunmaktadırlar. Anti-mikrobiyal bileşiklere sahip bitki özleri, biyokontrol veya biyokoruyucu olarak hizmet etme potansiyellerinden dolayı iyice karakterize edilmelidir. Gıda kaynaklı patojenlerden korunma ve kontrolünde kullanılan anti-mikrobiyal özelliklere sahip bitki özlerine odaklanan kapsamlı araştırmaların yapılması gerekmektedir (Al-Huqail ve ark., 2019). Bu çalışmada, anti-bakteriyel özellikleri daha önce birçok araştırmada tespit edilen kekik ve defne bitki ekstraktları kullanılmıştır.

Ahşap kesme tahtaları ile plastik kesme levhalarının hijyenik olarak karşılaştırıldığı çalışmalarda farklı inkübasyon (kuluçka evresi) sürelerinden sonra, ahşap kesme tahtalarında bakteri üremesinin azaldığını ancak plastik kesme levhalarında böyle bir azalmanın gözlemlenmediği bildirilmiştir. Ayrıca, ahşap kesme levhalarında görülen bu olumlu özelliğin ağaç türüne göre değiştiği gözlemlenmiştir (Ak ve ark., 1994; Schönwälder ve ark., 2002). Örneğin, sarıçam (Milling ve ark., 2005a; Milling ve ark., 2005b; Vainio-Kaila ve ark., 2011, 2013), Avrupa melezi (Kavian-Jahromi ve ark., 2015) ve meşe (Ak ve ark., 1994; Chen ve ark., 2020) odunlarının çeşitli bakteri türlerine karşı anti-bakteriyel özelliklere sahip olduğu daha önce yapılan çalışmalarda gösterilmiştir.

Ahşabın anti-bakteriyel özelliklerinin, ahşabın kimyasal bileşimi ile porozitesinden (gözeneklilik) kaynaklanan yüzeyinin kurutma etkisinin bir kombinasyonu olduğu öne sürülmüştür (Milling ve ark., 2005a). Ayrıca, ahşabın neminin bakterilerin dehidrasyonunda önemli bir rol oynadığını gösterilmiştir. Buradan, ahşap ne kadar kuru olursa, pasif anti-mikrobiyal etki o kadar iyi denilebilir (Laireiter ve ark., 2014).

Ahşapta anti-bakteriyel özellik pasif ve aktif olarak ikiye ayrılabilir. Ancak, bu terimler literatürde farklılaştırılmamıştır. Ahşabın pasif anti-bakteriyel özellikleri higroskopisite ve buna bağlı olarak

bakterilerin dehidrasyonu gibi pasif etkilere bağlıdır (Laireiter ve ark., 2014). Ancak, bazı araştırmacılar ahşabın mikroorganizmaların büyümesini doğrudan engelleyen bazı anti-bakteriyel özellikteki maddeleri içerebileceğini göstermiştir (Johnston ve ark., 2001; Välimaa ve ark., 2007; Özkan ve ark., 2015).

Hijyenik açıdan hassas yerlerde kullanılan ahşap malzemenin anti-bakteriyel olması istenilen bir özelliktir. Meşe ve çam odunlarında anti-bakteriyel özellik yüksek bulunurken kayın ve kavak gibi odunlarda anti-bakteriyel özellik daha düşük çıkmaktadır. Genellikle odunda anti-bakteriyel özellik odun içeriğindeki ekstraktif maddelerden ileri gelmektedir. Ekstraktif madde oranı yüksek meşe ve çam odunlarında anti-bakteriyel özellik gözlemlenirken ekstraktif oranı da az olan kayın ve kavak odunlarında anti-bakteriyel özellik düşük çıkmaktadır (Munir ve ark. 2021).

Anti-bakteriyel özelliğe sahip olmayan odun türlerinin hijyenik açıdan hassas yerlerde kullanılması kontaminasyon riskini artırmaktadır. Hijyenik açıdan hassas olan yerler olarak toplu olarak bulunan alanlarda kullanılan ahşap malzemeler (merdiven tutamakları, kapı kolları, vb.) gıda ile temas eden ahşap ürünler, ahşap oyuncaklar ve ahşap hayvan barınakları sayılabilir. Bu gibi kullanım yerlerinde her zaman için ekstraktif oranı yüksek ahşap malzeme kullanılması söz konusu olamamaktadır. Dahası, genellikle piyasada kullanılan bazı odunların aktif anti-bakteriyel özelliklerinin düşük veya hiç olmadığı gözlemlenmiştir (Tomičić ve ark. 2020; Munir ve ark., 2021). Bundan dolayı, anti-bakteriyel özellikleri iyileştirilmiş ahşap malzemenin üretilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Ahşabın hijyenik özellikleri genellikle organik olması, porozif yapısı ve higroskopik özelliklerinden dolayı yanlış anlaşılmaktadır. Aslında, ahşabın organik doğasının onu çevre dostu kılması, ahşabın absorpsiyon potansiyelinin mikroplar için kuruma koşullarına neden olabilmesi ve ekstraktif maddelerin varlığından dolayı zararlı mikroorganizmaları öldürebilmesi veya inhibe edebilmesi ahşabın hijyenik açıdan olumlu özellikleri olarak sayılabilir. Bunun yanında, yaygın olarak kullanılan bazı ağaç türlerinin anti-mikrobiyal aktiviteye sahip oldukları ve hijyenik açıdan önemli yerlerde güvenilir bir malzeme olarak kullanıldıkları görülmüştür. Ancak, ahşabın binaların iç kısımlarında yer alacak hijyenik yüzey uygulamalarında kullanılmasında bilgi boşluğu bulunmaktadır. Bu nedenle, hijyenik bir yüzey malzemesi olarak ahşabın anti-mikrobiyal özelliklerinin güvenliğini doğrulamak ya da içinde bulunan aktif anti-mikrobiyal bileşiklerin tanımlamak için ileri araştırmaların yapılması

sı gerekmektedir (Munir, 2019a; Munir, 2019b).

Bu çalışmanın amacı, hijyenik açıdan hassas alanlarda kullanılmak üzere defne ve kekik ekstraktları ile muamele edilmiş titrek kavak odununun anti-bakteriyel özelliklerinin direk difüzyon yöntemi ile incelenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Odun örnekleri

Odun diskleri titrek kavak (*Populus tremula*) ve meşe (*Qercus* ssp.) odunlarının çürüksüz, budaksız, çatlaksız ve reaksiyon odunu bulunmayan has tasız kısımlarından elde edilmiştir.

2.1.2. Bitki örnekleri

Bitki materyallerinin toplanması (2021, haziran-ağustos) ve tanımlanması Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dr. Öğr. Üyesi Kerim Güney tarafından gerçekleştirilmiştir. Yaş olan kekik ve defne bitkileri oda şartlarında (+20 °C) kurutulmuşlardır. Kurutulmuş defne (*Laurus nobilis*) ve kekik (*Origanum onites*) bitki materyalleri baharat değirmeninde öğütülerek küçük boyutlara (1-2 mm) getirilmiştir.

2.1.3. Bakteri Suşları

Deneyleri gerçekleştirmek için kullanılan bakteri suşları, Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı kültür koleksiyonundan temin edilen *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella kentucky*, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Listeria innocua*, *Salmonella typhimurium* SL1344, *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* DSMZ 1971 ve *Escherichia coli* ATCC 25922'dir.

2.1.4. Kimyasal madde

Steril plastik petri kapları Fıratmed firmasından, Mueller-Hinton agar Merck firmasından temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Ekstraktların eldesi

Kekik ve defne ekstraktları uçucu yağ üretimi sırasında kullanılan bitki materyalinin 6 saat 100 °C'de kaynatılması sonucu elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar öncelikle kaba süzgeçten geçirilmiştir. Daha sonra santrifüj cihazında 4000 rpm 'de 10 dk. süre ile çözünmeyen askıdaki maddeler çöktürül-

müştür. Son aşama olarak, süzme işlemi filtre kağıdında ve vakum altında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sıvı ekstraktlar 70 °C'de etüvde tamamen kuruyana kadar bekletilmiştir. Kurutulan ekstraktlar -18 °C'deki dondurucuda daha sonra deneylerde kullanılmak üzere saklanmıştır.

2.2.2. Direk difüzyon metodu

10 x 10 mm boyutlarında kavak odunu çıtalarından 9 mm kalınlığında kavelalar hazırlandıktan sonra bu kavelalardan 2,5 mm kalınlığında ahşap diskler kesilmiş ve otoklav ile sterilize edilmiştir (Munir, 2019). Steril edilen ahşap disklere 40 mg/ml konsantrasyonda hazırlanan ekstrakt çözeltileri mikro pipet yardımı ile 100, 200 ve 300 µl olmak üzere emdirilmiştir. Ayrıca, daha önce aktif anti-bakteriyel özelliği literatürde tespit edilen meşe odunu pozitif kontrol olarak kullanılmıştır.

Mueller-hinton agar besi yeri otoklavda steril edildikten sonra steril plastik petri kaplarına 20 ml olarak dökülmüştür. Hazırlanan bu petri kapları 24 saat süre ile 37 °C'de etüvde bekletilerek kontaminasyon olup olmadığı gözlemlenmiştir. Kontaminasyon oluşan petri kapları deneylerde kullanılmamıştır.

Bakteri suşları 0,5 McFarland'a ayarlanarak sürüntü sürme yöntemiyle daha önce Mueller-Hinton agar dökülen petri kaplarına aşılansmıştır. Daha sonra, negatif kontrol, pozitif kontrol ve ekstrakt emdirilmiş odun diskleri doğrudan aşılansmış agar üzerine yerleştirilmiştir. 37 °C'de 24 saat inkübasyondan sonra, disklerin etrafındaki agar üzerindeki inhibisyon bölgeleri mm olarak not edilmiştir (Munir, 2019b). Deneyler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Direk difüzyon yöntemine göre yapılan deney sonucunda elde edilen inhibisyon bölgeleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Deney sonuçlarına göre, negatif kontrol olarak kullanılan ekstrakt uygulanmamış kavak odunları herhangi bir anti-bakteriyel etki gösteremezken pozitif kontrol olarak kullanılan meşe odunları ve kekik ekstraktları emdirilmiş kavak odunları anti-bakteriyel etki göstermiştir. Sonuç olarak, negatif kontrol olarak kullanılan kavak odunu anti-bakteriyel etkinlik gösteremezken meşe odunu 10 mm ile 16 mm arasında inhibisyon bölgeleri ile anti-bakteriyel etkinlik göstermiştir. Bunun sebebi olarak, kavak odununda düşük ekstraktif madde içeriğinin bulunmasına karşı meşe odununda daha yüksek ekstraktif madde içeriğinin olmasından

Tablo 1. Kekik ve defne bitkilerinin bakterilere karşı gösterdikleri inhibisyon bölgeleri
Table 1. Inhibition zones of thyme and laurel plants against bacteria

Mikroorganizmalar	Kontrol		Kekik (<i>Origanum onites</i>)			Defne (<i>Laurus nobilis</i>)		
	Pozitif	Negatif	100 µl	200 µl	300 µl	100 µl	200 µl	300 µl
<i>Enterobacter aerogenes</i>	13	-	10	12	13	-	-	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	11	-	11	15	17	-	-	-
<i>Salmonella kentucky</i>	15	-	11	14	15	-	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	10	-	10	12	14	-	-	-
<i>Listeria innocua</i>	12	-	11	14	17	-	-	-
<i>Salmonella typhimurium</i>	14	-	14	18	20	-	-	-
<i>Enterococcus faecium</i>	14	-	15	19	22	-	-	-
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	13	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	16	-	10	15	17	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	11	-	11	14	16	-	-	-

kaynaklandığı söylenebilir. Benzer şekilde, daha önce yapılan çalışmalarda yüksek ekstrakt içeren odunlarda anti-bakteriyel özelliklerin düşük ekstrakt içeriğine sahip odunlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Schönwälder ve ark., 2002).

Anti-bakteriyel test sonuçlarına göre 100 µl, 200 µl ve 300 µl kekik ekstraktı emdirilmiş kavak odunu *Enterobacter aerogenes* bakterisine karşı sırası ile 10 mm, 12 mm ve 13 mm; *Pseudomonas fluorescens* bakterisine karşı sırası ile 11 mm, 15 mm ve 17 mm; *Salmonella kentucky* bakterisine karşı sırası ile 11 mm, 14 mm ve 15 mm; *Enterococcus faecalis* bakterisine karşı sırası ile 10 mm, 12 mm ve 14 mm; *Listeria innocua* bakterisine karşı sırası ile 11 mm, 14 mm ve 17 mm; *Salmonella typhimurium* bakterisine karşı sırası ile 14 mm, 18 mm ve 20 mm; *Bacillus subtilis* bakterisine karşı sırası ile 10 mm, 15 mm ve 17 mm; *Escherichia coli* bak-

terisine karşı sırası ile 11 mm, 14 mm ve 16 mm inhibisyon bölgesi oluşturarak anti-bakteriyel etki göstermiştir. En yüksek anti-bakteriyel etkinlik ise *Enterococcus faecium* bakterisine karşı 100 µl, 200 µl ve 300 µl kekik ekstraktı için inhibisyon bölgeleri sırası ile 15 mm, 19 mm ve 22 mm olarak tespit edilmiştir.

Özet olarak kekik ekstraktı uygulanmış kavak odunları, *Staphylococcus epidermidis* hariç diğer bütün bakterilere karşı anti-bakteriyel etki göstermiştir. Kekik ekstraktlarının gösterdiği anti-bakteriyel etkinliğin aksine defne ekstraktları deneylerde kullanılan farklı bakteri suşlarına karşı herhangi bir etkinlik gösterememiştir (Şekil 1). Bunun sebebi olarak, defne ekstraktlarında görülen suda çözünme probleminin bu duruma sebebiyet verebileceği düşünülmektedir.



Şekil 1. Direk difüzyon deneyi inhibisyon bölgeleri karşılaştırılması
Figure 1. Comparison of inhibition zones in direct diffusion experiment

4. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, aktif anti-bakteriyel özelliklerinin düşük olduğu bilinen titrek kavak odununa uygulanan kekik ekstraktının bakteriyel büyümeyi azalttığı tespit edilmiştir. Böylece, doğal olarak aktif anti-bakteriyel özelliğe sahip olmayan ağaç

türlerinin hijyenik açıdan hassas alanlarda kullanılmasının değerlendirilmesi mümkün olmuştur.

Teşekkür

Bu çalışmada, bitki materyallerinin temini konusunda yardımlarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Kerim

Güney'e, araştırma altyapısını sunmasından dolayı Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesine ve Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarına teşekkür ederim.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Ak, N. O., Cliver, D. O., Kaspar, C. W. 1994. Cutting boards of plastic and wood contaminated experimentally with bacteria. *Journal of Food Protection* 57(1): 16-22.

Al-Huqail, A. A., Behiry, S. I., Salem, M. Z., Ali, H. M., Siddiqui, M. H., Salem, A. Z. 2019. Antifungal, antibacterial, and antioxidant activities of *Acacia saligna* (Labill.) HL Wendl. flower extract: HPLC analysis of phenolic and flavonoid compounds. *Molecules* 24(4): 700.

Chen, J. C., Munir, M. T., Aviat, F., Lepelletier, D., Le Pape, P., Dubreil, L., Irle, M., Federighi, M., Belloncle, C., Eveillard, M., Pailhoriès, H. 2020. Survival of bacterial strains on wood (*Quercus petraea*) compared to polycarbonate, aluminum and stainless steel. *Antibiotics* 9(11): 804.

Johnston, W. H., Karchesy, J. J., Constantine, G. H., Gragig, A. M. 2001. Antimicrobial activity of some Pacific northwest woods against anaerobic bacteria and yeast. *Phytotherapy Research* 15: 586-588.

Kavian-Jahromi, N., Schagerl, L., Dürschmied, B., Enzinger, S., Schnabl, C., Schnabel, T., Petutschnigg, A. 2015. Comparison of the antibacterial effects of sapwood and heartwood of the larch tree focusing on the use in hygiene sensitive areas. *European Journal of Wood and Wood Products* 73(6): 841-844. DOI: 10.1007/s00107-015-0935-8

Laireiter, C. M., Schnabel, T., Köck, A., Stalzer, P., Petutschnigg, A., Oostingh, G. J., Hell, M. 2014. Active anti-microbial effects of larch and pine wood on four bacterial strains. *BioResources* 9(1): 273-281.

Milling, A., Kehr, R., Wulf, A., Smalla, K. 2005a. Survival of bacteria on wood and plastic particles: Dependence on wood species and environmental conditions. *Holzforschung* 59(1): 72-81. DOI: 10.1515/HF.2005.012

Milling, A., Smalla, K., Kehr, R., Wulf, A. 2005b. The

use of wood in practice—A hygienic risk? *Holz Roh Werkst* 63(6): 463-472. DOI: 10.1007/s00107-005-0064-x

Munir, M. T., Aviat, F., Pailhories, H., Eveillard, M., Irle, M., Federighi, M., Belloncle, C. 2019b. Direct screening method to assess antimicrobial behavior of untreated wood. *European Journal of Wood and Wood Products* 77(2): 319-322.

Munir, M. T., Pailhoriès, H., Aviat, F., Lepelletier, D., Pape, P. L., Dubreil, L., Irle, M., Buchner, J., Eveillard, M., Federighi, M., Belloncle, C. 2021. Hygienic perspectives of wood in healthcare buildings. *Hygiene* 1(1): 12-23.

Munir, M. T., Pailhories, H., Eveillard, M., Aviat, F., Lepelletier, D., Belloncle, C., Federighi, M. 2019a. Antimicrobial characteristics of untreated wood: Towards a hygienic environment. *Health* 11(02): 152-170.

Özkan, O. E., Zengin, G., Akça, M., Baloğlu, M. C., Olgun, Ç., Altuner, E. M., Ateş, S., Aktümsek, A., Vurdu, H. 2015. DNA protection, antioxidant, antibacterial and enzyme inhibition activities of heartwood and sapwood extracts from juniper and olive woods. *RSC advances* 5(89): 72950-72958.

Schönwälder, A., Kehr, R., Wulf, A., Smalla, K. 2002. Wooden boards affecting the survival of bacteria? *Holz als Roh-und Werkstoff* 60: 249-257.

Tomičić, R., Tomičić, Z., Thaler, N., Humar, M., Raspor, P. 2020. Factors influencing adhesion of bacteria *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* and yeast *Pichia membranifaciens* to wooden surfaces. *Wood Science and Technology* 54(6): 1663-1676.

Vainio-Kaila, T., Kyyhkynen, A., Viitaniemi, P., Siitonen, A. 2011. Pine heartwood and glass surfaces: Easy method to test the fate of bacterial contamination. *European Journal of Wood and Wood Products* 69(3): 391-395. DOI: 10.1007/s00107-010-0453-7

Vainio-Kaila, T., Rautkari, L., Nordström, K., Närhi, M., Natri, O., Kairi, M. 2013. Effect of extractives and thermal modification on antibacterial properties of Scots pine and Norway spruce. *International Wood Products Journal* 4(4): 248-252.

Välilä, A. L., Honkalampi-Hämäläinen, U., Pietarinen, S., Willför, S., Holmbom, B., von Wright, A. 2007. Antimicrobial and cytotoxic knotwood extracts and related pure compounds and their effects on food-associated microorganisms. *International Journal of Food Microbiology* 115: 235-243.

Nano seryum-oksit ile muamele edilen odunun hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrasında renk ve yüzey kimyasındaki değişimi

Color change and surface chemistry of nano cerium-oxide treated wood after accelerated weathering

Uğur ÖZKAN¹

Sebnem Sevil ARPACI²

Eylem DİZMAN TOMAK²

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Orman Fakültesi, Isparta

² Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Bursa

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Uğur ÖZKAN

ugurozkan@isparta.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

17.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

27.06.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL

sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Özkan, U. , Arpacı, S. S. & Dizman Tomak, E. (2022). Nano seryum-oksit ile muamele edilen odunun hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrasında renk ve yüzey kimyasındaki değişimi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 212-223 . DOI: 10.17568/ogmoad.1089235



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Doğal biyolojik polimer olan ahşap malzemenin, diğer yapı malzemelerine kıyasla önemli avantajları bulunmaktadır. Ancak ahşap malzeme, dış ortam koşullarında dayanıklı bir yapıya sahip olmadığı için mutlaka empenye edilerek veya çeşitli üst yüzey işlemleri yapılarak kullanılmalıdır. Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) örnekleri %0,1; %0,2; %0,5; %0,7; %1; %2; %3; %4 ve %5 konsantrasyonda nano seryum oksit (CeO_2) ile muamele edilmiş ve örneklerin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrasında renk değişimi ile yüzey kimyasındaki değişim araştırılmıştır. Hızlandırılmış yaşlandırma testine maruz bırakılan örneklerde başlangıçtan sonra 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168 saatte renk ve yüzey kimyasındaki değişim belirlenmiştir. Seryum oksidin etkinliği aynı konsantrasyon değerlerinde hazırlanan Tanalith-E çözeltilisi ile muamele edilen örnekler ile kıyaslanmıştır. Böylece, seryum oksidin dış ortama maruz kalan ahşap malzemenin yüzey özelliklerinin iyileştirilmesinde, referans maddeye kıyasla kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, seryum oksit ve Tanalith-E ile muamele edilen örneklerde kontrol örneklerine kıyasla yüzey özellikleri korunmuştur. Araştırılan yüzey özelliklerindeki değişim en fazla, yaşlandırma testinin ilk saatlerinde gözlenmiş, seryum oksidin bakır bazlı empenye maddesine (Tanalith-E) benzer sonuçlar verdiği bulunmuştur.

Anahtar kelime: Nano seryum oksit (CeO_2), hızlandırılmış yaşlandırma, renk değişimi, sarıçam, yüzey kimyası

Abstract

Wood as a natural biological polymer has significant advantages compared to other building materials. However, it has to be impregnated or surface coated since it does not have a resistant structure in outdoor conditions. In this study, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) samples were treated with nano cerium oxide (CeO_2) at 0.1%, 0.2%, 0.5%, 0.7%, 1%, 2%, 3%, 4% and 5% concentrations, and then were exposed to accelerated weathering. Color changes and surface chemistry were determined after 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 48, 72, 96, 120, 144 and 168 hours of weathering period. Tanalith-E was used as a reference chemical at the same concentration levels. The efficiency of cerium oxide treated samples was compared with the samples treated with Tanalith-E. Thus, the potential of cerium oxide to improve the surface properties of wood exposed to outdoor conditions, instead of a reference chemical, was evaluated. As a result of the study, the surface properties of the samples treated with cerium oxide and Tanalith-E were better protected in comparison to the control samples. Initial weathering periods had a greater impact on surface properties. It was found that cerium oxide showed similar results to the copper-based wood preservative.

Keywords: Nano cerium oxide (CeO_2), accelerated weathering, color changes, *Pinus sylvestris*, surface chemistry

1. Giriş

Ahşap, doğada en çok bulunan ve yapısal olarak binaların iç ve dış uygulamalarında en çok tercih edilen malzemedir. Kolay işlenebilmesi, iyi ısı yalıtımını göstermesi, yenilenebilir olması, çevre dostu ve işleme maliyetlerinin az olması ve yüksek taşıma gücüne sahip olması gibi özellikleri tercih edilmesindeki en büyük etkenlerdendir. Bu sayede uzun yıllar değerini kaybetmeden kullanılmaktadır. Ancak ahşap malzemenin bu avantajlarının yanı sıra bazı önemli dezavantajları da bulunmaktadır. Ahşabın, dış ortam koşullarında mantar ve böcek gibi biyotik zararlılar ile rutubet, dış hava koşulları, ultraviyole (UV) ışığı, kuvvetli asit ve bazlar gibi abiyotik zararlılara karşı dayanıklı bir yapısının olmamasından dolayı (Bozkurt ve ark., 1993; Yıldız, 2005; Tomak, 2011), ahşabın renginde, kimyasal ve fiziksel yapısında ve bütünlüğünde değişim meydana gelmektedir. Böylelikle malzemenin hizmet ömrü azalmaktadır (Feist ve Hon, 1984; Williams, 2005; Kılıç ve Hafızoğlu, 2007). Fotodegradasyon (Güneş ışınları nedeniyle meydana gelen bozunma) olayında bu faktörler arasında en önemli etkinin UV tarafından olduğu bildirilmiştir (Feist ve Hon, 1984; Anderson ve ark., 1991; Temiz ve ark., 2005, 2007; Zhang ve ark., 2009).

Ahşap malzeme dış ortam koşullarında kullanıldığında kimyasal yapısındaki kromoforik gruplar UV ışınlarını absorbe ederek ve kimyasal bağları kopararak fotodegradasyon olayını gerçekleştirmektedir (Kartal, 1992; Temiz, 2005). Bu gruplar karbonil, karboksil, peroksit, kinon, hidroperoksit, konjuge çifte bağlar, asetil vb. gibi gruplar olup ahşabın fotodegradasyonunda önemli ölçüde etkilidir. Ahşabın yapısındaki bileşenlerden (selüloz, hemiselüloz, lignin) fotodegradasyon sonucunda etkilenen en fazla lignin olup (%80-90), UV'nin etkisi sonucu serbest radikaller oluşturmaktadır. Bunun sonucunda ise yüzey kimyasında birtakım değişiklikler meydana gelmektedir (Derbyshire ve Miller, 1981). Lignin UV ışınının emilimini yaparak serbest radikaller oluşturmakta ve bu radikallerin etkisiyle moleküler yapı ayrılarak oksitlenmiş radikaller oluşmaktadır. Aynı zamanda bu radikaller selülozun yapısındaki oksijenin ayrılmasına sebep olmaktadır. Ahşap malzemedeki UV degradasyonu (bozunma) sonucu metoksil ve lignin içeriğinde bir azalma, karboksil ve asidite oranında bir artış ortaya çıkmaktadır. Ultraviyole etkisiyle odunun yüzeyinde renk değişimleri, koyulaşmalar, açıklıklar ve çatlaklar meydana gelmektedir. Degradasyonun oluşması ise hücre çeperi bağlarının dayanımı yüzeye yakın olan yerlerde kaybedilmesiyle meydana gelmektedir (Feist ve Hon, 1984).

Ultraviyole ışınları foto-fiziksel bozunmaya ve foto-kimyasal reaksiyonlara neden olmaktadır. UV'ye karşı koruma sağlamak veya bunları engellemek için, UV ışınları absorbe ederek zararı daha az olan ısı enerjisine dönüştüren materyaller (organik UV koruyucular) ya da uyarılmış duruma geçmeleri için gerekli olan bant aralığında enerjiyi doğrudan absorbe ederek ve ışığı saçarak/yansıtarak etki gösteren materyaller (inorganik UV koruyucular) kullanılabilir. Günümüzde çoğunlukla kullanılan organik UV absorplayıcılar 2-(2-hidroksifenil)-benzotriazol (BTZ) ve 2-hidroksifenil-s-triazin (HPT) türevleri iken inorganik UV absorplayıcılar titanyum dioksit, çinko oksit ve seryum oksit partikülleridir. Organik UV absorplayıcıların kullanıldığı durumlarda foto-kimyasal degradasyon gibi kimyasal bozulmalardan dolayı ve migrasyon, evaporasyon gibi fiziksel kayıplardan dolayı UV'ye karşı koruma etkinliği zamanla kaybedilebilir (Decker ve ark., 1995). İnorganik UV absorplayıcılar ise foto-degradasyona ve fiziksel kayıplara karşı kararlıdır, uzun süre boyunca etkin kalmaları sayesinde organik UV absorplayıcılara kıyasla büyük avantaja sahiptirler (Gençer, 2014). Seryum oksit (CeO₂), düşük fotokatalitik etkiye sahip olduğundan dolayı organik matrislerde yüzey modifikasyonuna gerek duyulmadan kullanılabilir ve UV absorplayıcı olarak titanyum oksit ve çinko oksitten daha iyi bir aday olarak gösterilmektedir. Ahşap malzemedeki, 10-20 nm aralığında partikül boyutuna sahip CeO₂ nano partikülleri kullanılarak yüzeye UV koruyucu özellik kazandırılmaktadır (Mosher ve ark., 2006).

Bu çalışmanın amacı, nano seryum oksit (CeO₂) ile muamele edilen odunun hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrasında renk ve yüzey kimyasındaki değişimin araştırılmasıdır. Nano seryum oksit ile muamele edilen sarıçam örneklerinde UV ile yüzey bozunmasının önlenmesi konusunda bazı umut verici sonuçlar elde edilmiş ve referans madde olarak seçilen Tanalith-E kimyasalına alternatif bir madde olabileceği görülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Örnek hazırlama

Odun kusurları içermeyen, herhangi bir budak ve çatlak bulundurmayan 11 x 75 x 152 mm boyutundaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L) örnekleri, 180'lik kum zımpara kağıdı ile hafifçe zımparalanmış, ardından numaralandırılarak 2 hafta boyunca 20°C ve %65 bağıl nemde kondisyonlanmıştır.

2.2. Emprenye maddeleri

Nano seryum oksit (CeO_2) ve Tanalith-E emprenye maddesi kullanılmıştır. Nano seryum oksit, BYK firmasından (Feza Kimya, İstanbul, Türkiye) tedarik edilmiştir. Malzeme 1,013 g/ml yoğunlukta olup içerisinde %23 uçucu özelliği bulunmayan madde vardır. Nano seryum oksit, 10nm partikül boyutunda ve %18 nano partikül içermektedir. Çözücüsü su olan nano seryum oksitin, ultraviyole ışınlar karşısı iyi bir koruyucu olması nedeniyle çeşitli alanlarda katkı maddesi olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (URL-1). Tanalith-E ise Bursa ilinde faaliyet gösteren bir emprenye firmasından stok-çözeltili olarak alınmıştır.

2.3. Muamele işlemi

Seryum oksit ve Tanalith-E çözeltileri için 9 farklı konsantrasyonda %0.1, %0.2, %0.5, %0.7, %1, %2, %3, %4 ve %5 çözeltiler hazırlanmıştır. Çözeltilerin hazırlanmasında saf su kullanılmıştır. Tanalith-E için bu konsantrasyonlara ek olarak stok çözeltili konsantrasyonu olan %100 konsantrasyon da kullanılmıştır. Hazırlanan çözeltiler, zımparalanmış üst yüzeylere her konsantrasyon grubu için farklı fırçalar kullanılarak toplam 3 kat sürülecek şekilde uygulanmıştır. Yüzeylere sürülen çözeltilerin diğer bir uygulamaya kadar yaş kalmaması için her kat sonunda 4-6 saat beklenmiş ve harcanan çözeltili 200 g/m² olmuştur. Daha sonra bütün örnekler yapılacak testler öncesinde %65 bağıl nem ve 20°C sıcaklıkta 14 gün iklimlendirme dolabında kondisyonlanmıştır.

2.4. Hızlandırılmış yapay yaşlandırma testi

Hızlandırılmış yapay yaşlandırma testi UV cihazında (Atlas Marka) ASTM G154-12a standartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Yaşlandırma testi standarttaki 1 numaralı prosedüre göre gerçekleştirilmiştir. Örnekler düzgün bir şekilde cihaza yerleştirilmeden önce üst yüzeyin UV ışığına denk gelecek kısmı çizilmiş ve boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Örnekler yüksek sıcaklıklarda, UV ışığına ve çeşitli nem döngülerine 168 saat boyunca maruz kalmıştır. Dış ortam koşulları için kullanılan 340nm lambalar, 0,89 W/m² /nm ışınımında, 60(±3)°C sıcaklıkta 8 saat ultraviyole ışık (UV) ve ardından 50(±3)°C sıcaklıkta 4 saat kondenzasyon döngüsünde gerçekleştirilmiştir (Arpacı, 2020).

Örnek yüzeylerindeki renk değişimlerinin ölçümü için 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 saatte örnekler cihazdan alınmış daha sonra örnek yüzeyindeki su damlaları dikkatli bir şekilde peçete ile silinmiş ve örnek yüzeylerinde renk

ölçümleri yapılmıştır. İlgili işlemlerin ardından örnekler tekrar UV Atlas test cihazına yerleştirilmiştir. Hızlandırılmış yapay yaşlandırma testinde belli aralıklarla örneklerin yüzeyinde ölçüm yapılacağından tahribatsız muayene/test yöntemleri esas alınmıştır. Test sonrasında örnekler güneş ışığı görmeyen bir alanda muhafaza edilmiştir.

2.5. Renk ölçümü

Renk ölçümü Konica-Minolta 2600d cihazı kullanılarak, CIE L*, a* ve b* renk parametrelerinin hesaplanması ile gerçekleştirilmiştir. Açık renk değerlerini L*, kromatik koordinatları a* ve b* belirtmektedir (+a* kırmızı renk için, -a* yeşil renk için, +b* sarı renk için, -b* mavi renk için). Örnek yüzeylerinde oluşan renk farklılıklarını belirlemek için örneklerin ultraviyole ışıklara maruz kalan yüzeylerinde belli aralıklarla aynı yüzey alanından ölçümler gerçekleştirilmiştir. Hızlandırılmış yapay yaşlandırma testi öncesinde aynı yüzey alanından ölçümler alınmış ve bu ölçümler ultraviyole ışıkları sebebiyle meydana gelen renk farklılıkları için başlangıç kabul edilmiştir. Her bir örnekten 5 farklı bölgeye ait ölçüm alınmış ve bunların ortalamaları hesaplanmıştır (Yazıcı, 2019).

Toplam renk değişimi (ΔE^*) denklemler yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\Delta L^* = L_s^* - L_i^*$$

$$\Delta a^* = a_s^* - a_i^*$$

$$\Delta b^* = b_s^* - b_i^*$$

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}) / 2$$

Formüller, ΔL^* , Δa^* , Δb^* başlangıç (i) ve test sonrasında (s) meydana gelen renk değişikliklerini (ΔE^*) ifade etmektedir (Ustaömer, 2008).

2.6. FTIR analizi

Her bir örnek gruplarının FTIR analizleri, Bruker Optics Tensor 37 cihazı ile gerçekleştirilmiştir. ATR ünitesi ile odun yüzeyinden alınan ölçümler aynı yüzey alanından minimum 2 ölçüm olarak yapılmıştır. Dalga boyu aralığı 400-4000 cm⁻¹ olarak esas alınmıştır ve 4 cm⁻¹ resolasyonda spektrum alınacak şekilde yapılmıştır.

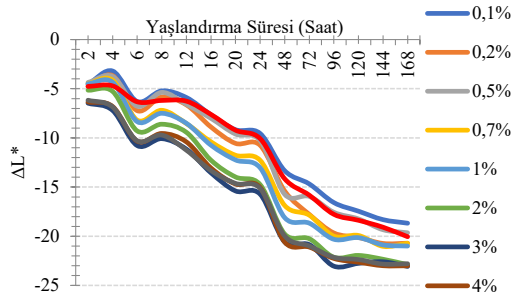
2.7. İstatistiksel analiz

Verilerin testleri IBM SPSS Statistics 22 programı kapsamında %95 güven düzeyinde yapılmıştır. Konsantrasyon grupları ile kontrol grupları arasındaki renk farklılık değerleri istatistiksel açıdan incelendiğinde aralarında anlamlı bir fark olup olmadığı basit varyans analizi (BVA) ile belirlenmiştir. Analizin anlamlı çıkması sonucunda ortalama değerler “Duncan” homojenlik grupları ile kıyaslanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Örneklerin renk değişimlerine ilişkin bulgular

Laboratuvar ortamında yapay yaşlandırma testine bırakılan seryum oksit ve Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam örneklerinin renk parametreleri (ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE^*) Şekil 1 ile Şekil 8’ de verilmiştir. 168 saat boyunca hızlandırılmış yapay yaşlandırma testine maruz bırakılan seryum oksit ile muamele edilmiş sarıçam test örneklerinde ΔL^* değerlerine bakıldığında zamanla tüm grupların koyulaştığı görülmektedir. Özellikle 6. ve 48. saatte keskin bir azalış olmakla beraber bu saatlerde ligninin önemli ölçüde bozunduğu düşünülmüştür. 48. saatten sonra koyulaşmanın yavaşladığı ve daha stabil olduğu görülmektedir. %2, %3, %4 ve %5 konsantrasyon gruplarının birbirine yakın değerler verdiğini, başlangıçta %2 konsantrasyon grubunun farklı değerler verdiğini ancak 24. saatte diğer gruplarla birleştiği görülmektedir (Şekil 1).

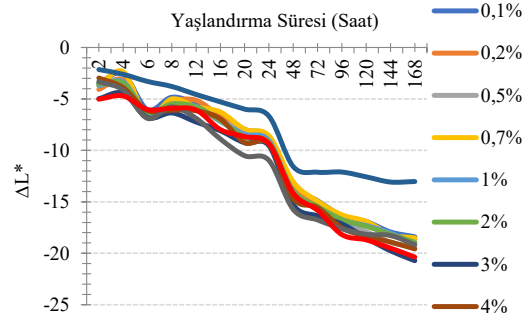


Şekil 1. CeO_2 'li örneklerin ΔL^* değerleri
Figure 1. ΔL^* values of the samples with CeO_2

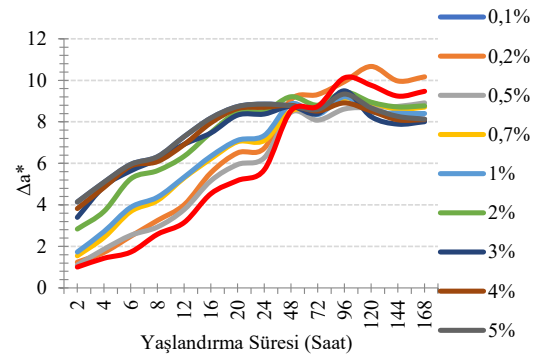
168 saat boyunca hızlandırılmış yapay yaşlandırma testine maruz bırakılan Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam test örneklerinin ΔL^* değerlerine bakıldığında ise stok çözelti olarak değerlendirilen %100 konsantrasyon grubunun en az koyulaşma gösterdiği görülmektedir. 6. ve 48. saatte tüm konsantrasyon gruplarında keskin bir koyulaşma görülürken, %100 konsantrasyon grubunun 6. saatte stabil bir koyulaşma ancak 48. saatte aynı şekilde keskin bir koyulaşma verdiği görülmektedir. %4 ve %5 konsantrasyon gruplarının 168. saat sonunda benzer değerler verdiği görülmektedir (Şekil 2).

Seryum oksit ile muamele edilen örneklerin Δa^* değerleri incelendiğinde, bütün konsantrasyon gruplarının 48. saate kadar kontrol grubundan daha fazla kırmızılaştığı ancak 48. saatten sonra 168. saate kadar %0,2 konsantrasyon grubu hariç diğer konsantrasyon gruplarının kontrol grubundan daha az kırmızılaşma gösterdiği görülmektedir. En fazla kırmızılaşma gösteren konsantrasyon grubunun %0,2 ve kontrol grubu olduğu görülmektedir. En

az kırmızılaşmanın ise %3, %4 ve %5 konsantrasyon grupları olduğu görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 2. Tanalith-E'li örneklerin ΔL^* değerleri
Figure 2. ΔL^* values of samples with Tanalith-E



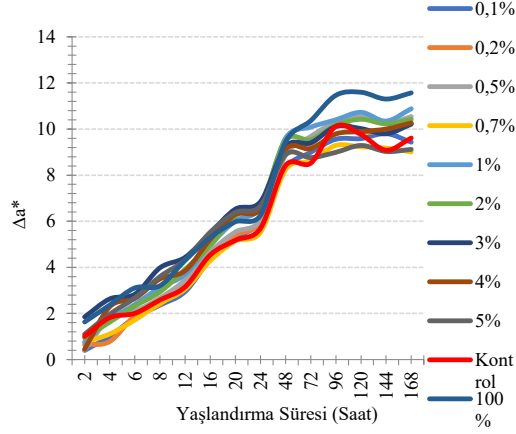
Şekil 3. CeO_2 'li örneklerin Δa^* değerleri
Figure 3. Δa^* values of the samples with CeO_2

Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam test örneklerinin Δa^* değerleri incelendiğinde ise en fazla kırmızılaşma gösterilen konsantrasyon grubunun %100 olduğu görülmektedir. En az kırmızılaşma ise %0,7 konsantrasyon grubunda gözlenmiştir. Diğer konsantrasyon gruplarının kontrol grubu ile hemen hemen aynı değerler verdiği ancak istatistiksel açıdan kontrol grubundan daha fazla kırmızılaştığı görülmektedir (Şekil 4).

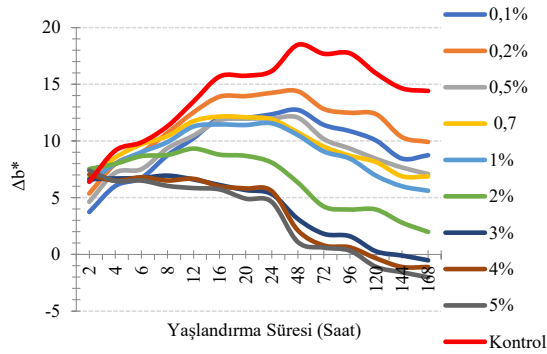
Seryum oksit ile muamele edilen sarıçam örneklerinin Δb^* değerleri incelendiğinde test boyunca %3, %4 ve %5 konsantrasyon grupları hariç geri kalan grupların sarılaşma eğilimi gösterdiği ve %3, %4 ve %5 konsantrasyon gruplarının 120. saatten sonra mavileşme eğilimi gösterdiği görülmektedir. %0,7 ve %1 konsantrasyon grupları ile %3, %4 ve %5 konsantrasyon gruplarının kendi içinde benzer değerler verdiği görülmektedir (Şekil 5).

Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam test örneklerinin Δb^* değerleri incelendiğinde ise en fazla sararma gösteren grubun kontrol grubu olduğu

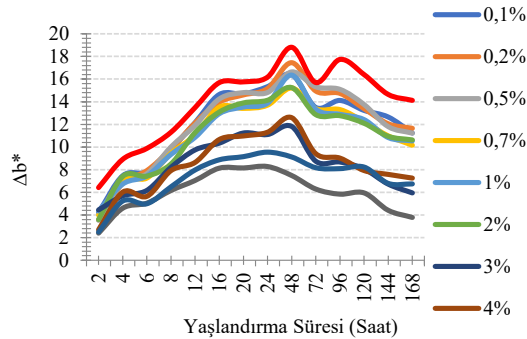
görülmektedir. Bütün konsantrasyon grupları kontrol grubu ile kıyaslandığında daha az sararma göstermiştir. En az sararmayı %5 konsantrasyon grubu göstermiş olup, en fazla sararma gösteren konsantrasyon grubunun %0,1 ve %0,2 olduğu görülmüştür (Şekil 6).



Şekil 4. Tanalith-E'li örneklerin Δa^* değerleri
Figure 4. Δa^* values of samples with Tanalith-E



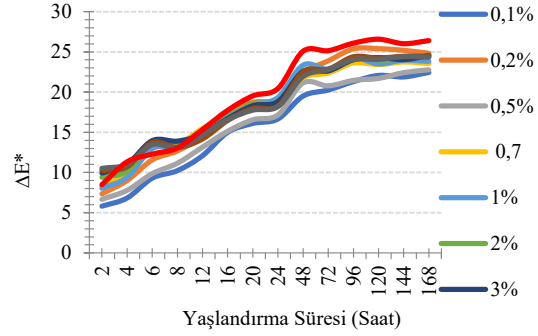
Şekil 5. CeO_2 'li örneklerin Δb^* değerleri
Figure 5. Δb^* values of the samples with CeO_2



Şekil 6. Tanalith-E'li örneklerin Δb^* değerleri
Figure 6. Δb^* values of samples with Tanalith-E

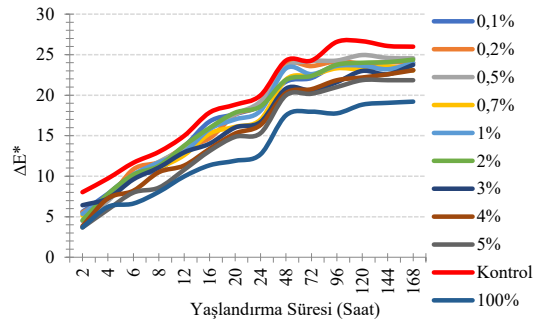
Seryum oksit ile muamele edilen sarıçam örneklerinin ΔE^* değerleri incelendiğinde kontrol grubunun 168. saat sonunda en fazla renk değişimi

değeri verdiği görülmektedir. Kontrolle kıyasla tüm konsantrasyon gruplarının daha az renk değişikliği gösterdiği görülmektedir. %0,1 ve %0,5 konsantrasyon gruplarının toplam renk değişimi en azdır. Ancak 2 saat ve 168 saatteki toplam renk değişimi kıyaslandığında yani renk değişim değerlerindeki başlangıç ile sonuç değerlerindeki stabilite incelendiğinde bunun en az %3, %4 ve %5 konsantrasyon gruplarında olduğu görülmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. CeO_2 'li örneklerin ΔE^* değerleri
Figure 7. ΔE^* values of the samples with CeO_2

Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam test örneklerinin ΔE^* değerleri incelendiğinde ise 168. saat sonunda en fazla renk değişimine uğrayan grup kontrol grubu olmakla beraber, bütün konsantrasyon gruplarının kontrol grubundan daha az renk değiştirdiği görülmektedir. En az renk değişimine uğrayan konsantrasyon grubunun ise stok çözelti olan %100 konsantrasyon grubu olduğu görülmektedir. %100 konsantrasyon grubundan sonra en az renk değişimine uğrayan grubun %5 konsantrasyon grubu olduğu anlaşılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Tanalith-E'li örneklerin ΔE^* değerleri
Figure 8. ΔE^* values of samples with Tanalith-E

Seryum oksit ve Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam örneklerinin 168 saat sonundaki toplam renk değişimi değerlerine Basit Varyans Analizi (BVA) yapılmış ve gruplar arasında %95 güven düzeyi ile anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Konsantrasyonların homojenlik grupları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Seryum Oksit ve Tanalith-E ile Muamele Edilen Sarıçam Örneklerinin Homojenlik Grupları
Table 1. Homogeneity Groups of Scots Pine Samples Treated with Cerium Oxide and Tanalith-E

168 saat ΔE^*	Duncan Homojenlik grupları	
	Seryum Oksit	Tanalith-E
%0,1	22,44 ^d	23,08 ^{bc}
%0,2	24,83 ^b	23,99 ^b
%0,5	22,77 ^{cd}	24,56 ^{ab}
%0,7	23,55 ^{bcd}	23,05 ^{bc}
%1	23,82 ^{bc}	23,99 ^b
%2	24,61 ^b	24,38 ^{ab}
%3	24,54 ^b	23,74 ^b
%4	24,46 ^b	23,08 ^{bc}
%5	24,33 ^b	21,85 ^c
Kontrol	25,98 ^a	25,98 ^a
%100	-	19,20 ^d

Seryum oksit ile muamele edilen sarıçam örneklerinin, 168. saat sonunda ΔE^* değerleri incelendiğinde en az renk değişiminin %0,1 ve %0,5 konsantrasyonda olduğu görülmektedir. Genel olarak konsantrasyon grupları arasında çok bir fark olmadığı gözükse de istatistiksel olarak fark olduğu görülmektedir. Aynı şekilde kontrol grubuyla kıyaslandığında, kontrol grubunun en fazla renk değişimine uğradığı görülmektedir. %0,2, %1, %2, %3, %4 ve %5 konsantrasyon gruplarının aynı grup altında toplandığı ve istatistiksel açıdan benzer değerler verdiği görülmektedir. En çok tercih edilen inorganik UV absorplayiciler titanyum dioksit, çinko oksit ve seryum oksit partikülleridir. Yarı iletken nanopartikül olan CeO_2 , dolu valans bandları ile boş iletkenlik bandlarına sahiptir ve UV absorplayici özellik göstermektedirler, ayrıca foto-aktiflerdir. İnorganik UV absorplayiciler UV ışınımı absorbe edip dönüşümlü olarak uyarılmış hale geçerler ve malzemeyi UV'ye karşı korurlar (Gençer, 2014). Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam örneklerinin, 168. saat sonunda ΔE^* değerleri incelendiğinde en az renk değişimine uğrayan

konsantrasyon grubunun stok çözelti olan %100 konsantrasyon grubu olduğu görülmektedir. Daha sonra en az renk değişimine uğrayanın %5 konsantrasyon grubu olduğunu görmeye beraber diğer grupların, benzer değerler verdiği görülmektedir. 168. saat sonunda kontrol grubunun en fazla renk değişimine uğradığı görülmektedir. Buna takiben aynı grup altında toplanan %0,5 ve %2 konsantrasyon gruplarının kontrol grubuna en yakın değerleri verdikleri ve aralarında istatistiksel açıdan bir fark olmadığı görülmektedir. Örneklerde meydana gelen renk değişikliği lignin ve diğer bileşenlerin bozunması sonucu meydana gelen eşleşmiş keton aldehit ve kinonların karbonil gruplarına bağlanabilir (Temiz, 2005). Tanalith-E odundaki delignifikasyonu ve karbonil grupların yapısını etkileyerek odunun fotodegradasyonunu yavaşlatır. Bakır içeren emprenye maddeleri ile odun bileşenleri arasında bir kompleks oluşur ve bu fotodegradasyon olayında önemli bir rol oynayan serbest fenolik gruplarla etkileşime girer ve fotodegradasyona karşı daha kararlı yüzeyler elde edilir (Temiz, 2005).

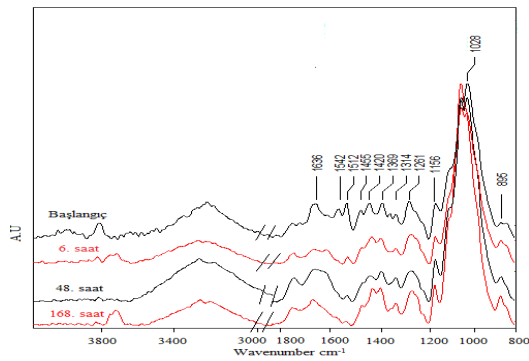
3.2. Örneklerin FTIR analizlerine ilişkin bulgular

Seryum oksit ile muamele edilen sarıçam örneklerinin çeşitli konsantrasyonlardaki FTIR grafikleri Şekil 9 ile Şekil 17' de, kontrol örneklerinin FTIR grafikleri Şekil 18'de verilmiştir.

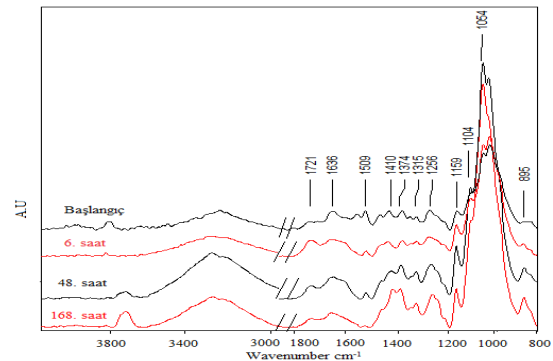
Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam örneklerinin çeşitli konsantrasyonlardaki FTIR grafikleri Şekil 19 ila Şekil 28' de verilmiştir.

Örnek gruplarının FTIR spektralarında, renk ölçüm değerlerinde değişimin en kritik olduğu satırlere yer verilmiştir. 1800-800 cm^{-1} fingerprint bölgesi olup, odun bileşenlerinde meydana gelebilecek değişimlerin gözlemlenebileceği band aralığıdır.

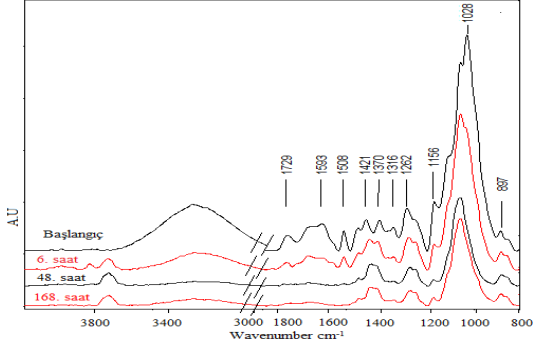
UV ışınlarına karşı en hassas odun bileşeni olan



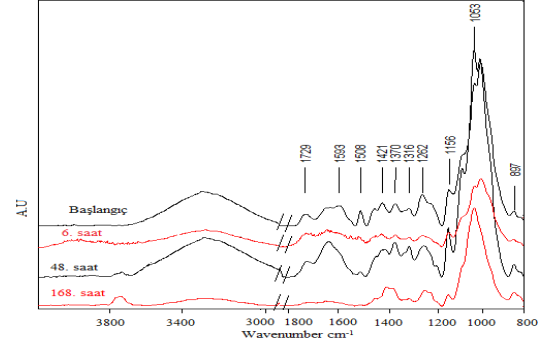
Şekil 9. %0,1 CeO_2 'li örnekler
Figure 9. Samples with 0.1% CeO_2



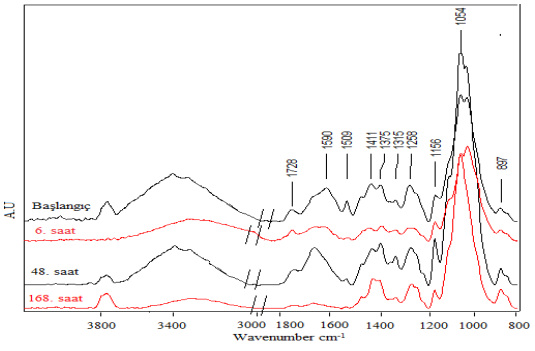
Şekil 10. %0,2 CeO_2 'li örnekler
Figure 10. Samples with 0.2% CeO_2



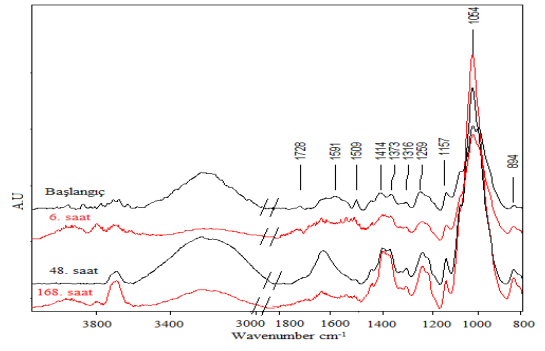
Şekil 11. %0,5 CeO₂'li örnekler
Figure 11. Samples with 0.5% CeO₂



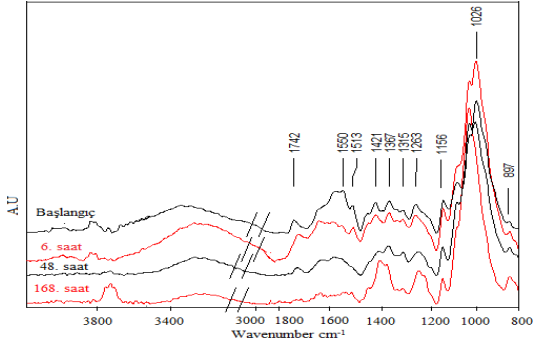
Şekil 12. %0,7 CeO₂'li örnekler
Figure 12. Samples with 0.7% CeO₂



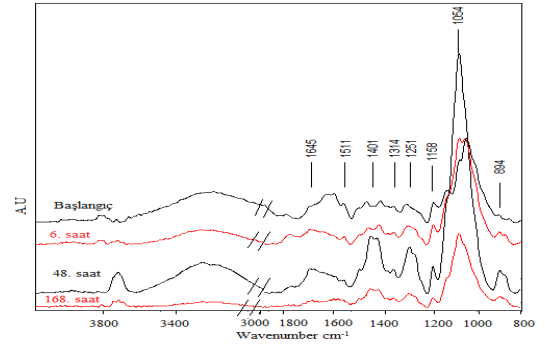
Şekil 13. %1 CeO₂'li örnekler
Figure 13. Samples with 1% CeO₂



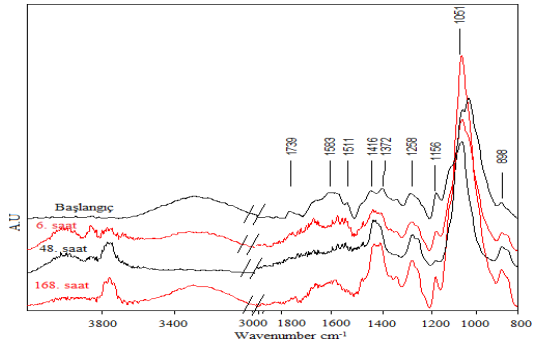
Şekil 14. %2 CeO₂'li örnekler
Figure 14. Samples with 2% CeO₂



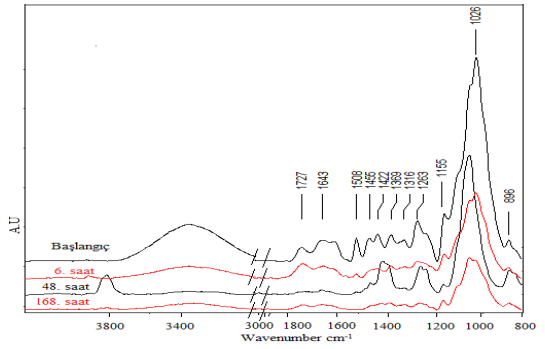
Şekil 15. %3 CeO₂'li örnekler
Figure 15. Samples with 3% CeO₂



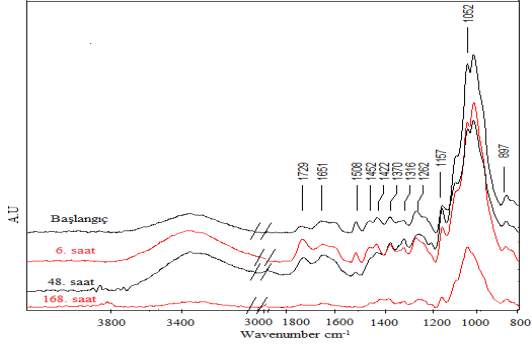
Şekil 16. %4 CeO₂'li örnekler
Figure 16. Samples with 4% CeO₂



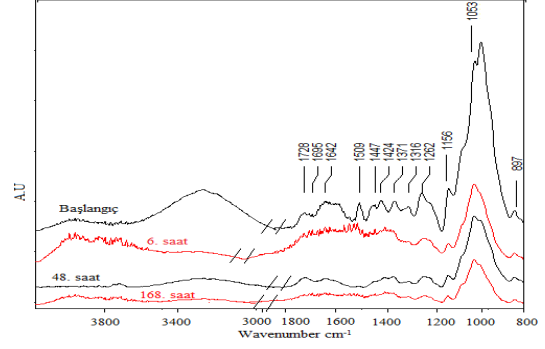
Şekil 17. %5 CeO₂'li örnekler
Figure 17. Samples with 5% CeO₂



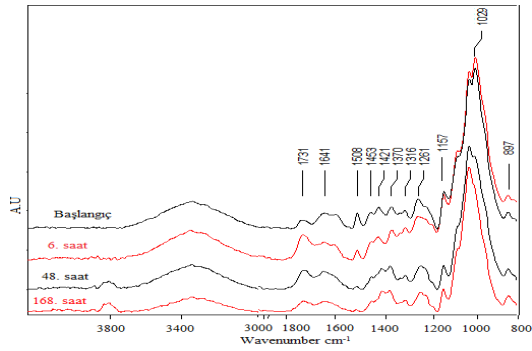
Şekil 18. Kontrol örnekleri
Figure 18. Control samples



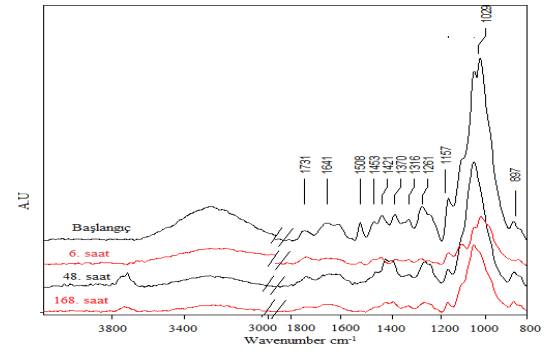
Şekil 19. %0,1 Tanalith-E'li örnekler
Figure 19. Samples with 0.1% Tanalith-E



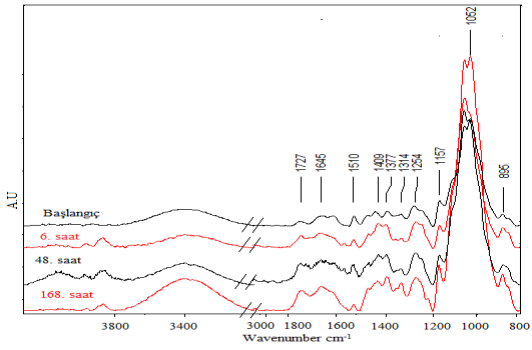
Şekil 20. %0,2 Tanalith-E'li örnekler
Figure 20. Samples with 0.2% Tanalith-E



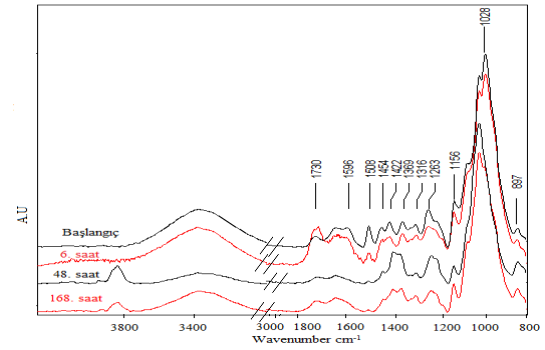
Şekil 21. %0,5 Tanalith-E'li örnekler
Figure 21. Samples with 0.5% Tanalith-E



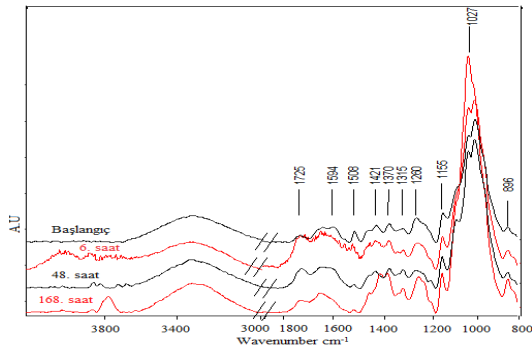
Şekil 22. %0,7 Tanalith-E'li örnekler
Figure 22. Samples with 0.7% Tanalith-E



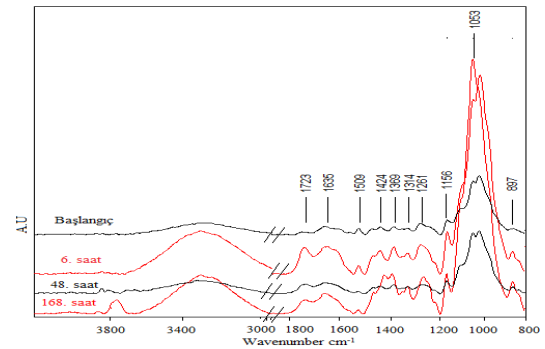
Şekil 23. %1 Tanalith-E'li örnekler
Figure 23. Samples with 1% Tanalith-E



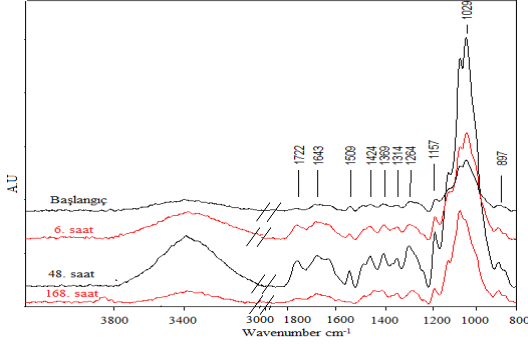
Şekil 24. %2 Tanalith-E'li örnekler
Figure 24. Samples with 2% Tanalith-E



Şekil 25. %3 Tanalith-E'li örnekler
Figure 25. Samples with 3% Tanalith-E



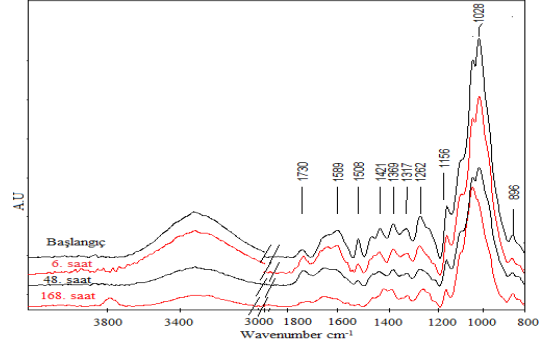
Şekil 26. %4 Tanalith-E'li örnekler
Figure 26. Samples with 4% Tanalith-E



Şekil 27. %5 Tanalith-E'li örnekler
Figure 27. Samples with 5% Tanalith-E

lignin olup, 1510-1500 cm^{-1} dalga boyu aralığında görülebilmektedir (Anderson ve ark., 1991; Co-gulet ve ark., 2016). Laboratuvarında yapay yaşlandırma testine bırakılan sarıçam test örneklerinde belirtilen dalga boyu aralığında kabul edilen pik hızlandırılmış yaşlandırma test süresi arttıkça azalmakta ve nihayetinde 168. saat sonunda gözden kaybolmakta, bu da ligninin yüzeyde büyük oranda bozulduğunu göstermektedir. Seryum oksit ile muamele edilen örneklerde konsantrasyon artışının lignin pikindeki etkisi çok net gözlenmemiştir. Tanalith-E ile emprenye edilen örneklerde konsantrasyon artışının özellikle %1 ve üstü konsantrasyonlarda lignin pikindeki değişim daha net olarak görülmüştür. 1160-1030 cm^{-1} band aralığında olan selüloz ve hemiselülozun kuvvetli pikin değişime uğramadığı hatta arttığı görülmektedir. Bununla birlikte yaşlandırma zamanına bağlı olarak 1460 ve 1267 cm^{-1} deki piklerinin de azaldığı söylenebilir.

Yapay yaşlandırma sonucunda genel olarak örneklerin yüzeyinde ligninin bozulduğu, selüloz ve hemiselülozca daha zengin yüzeyler oluştuğu görülmüştür. Test örneklerindeki bozunma kontrol örneklerine kıyasla nispeten daha az görülmüştür.



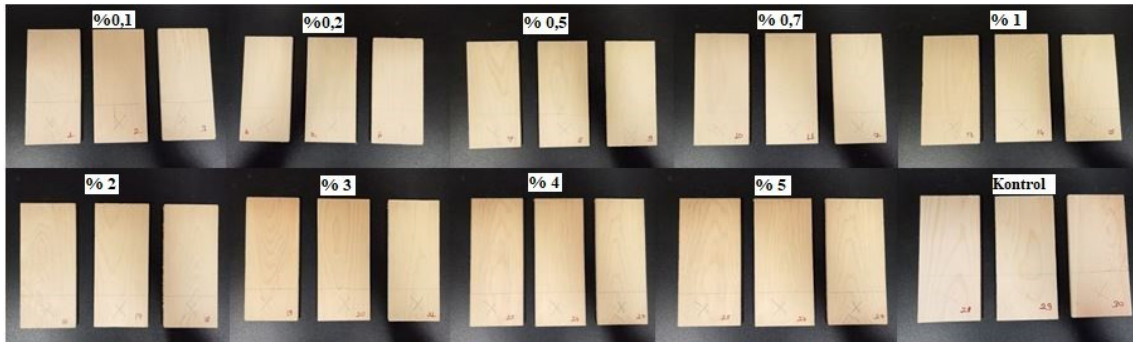
Şekil 28. %100 Tanalith-E'li örnekler
Figure 28. Samples with 100% Tanalith-E

3.3. Seryum oksit ve Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam örneklerinin yaşlandırma testi boyunca görüntüleri

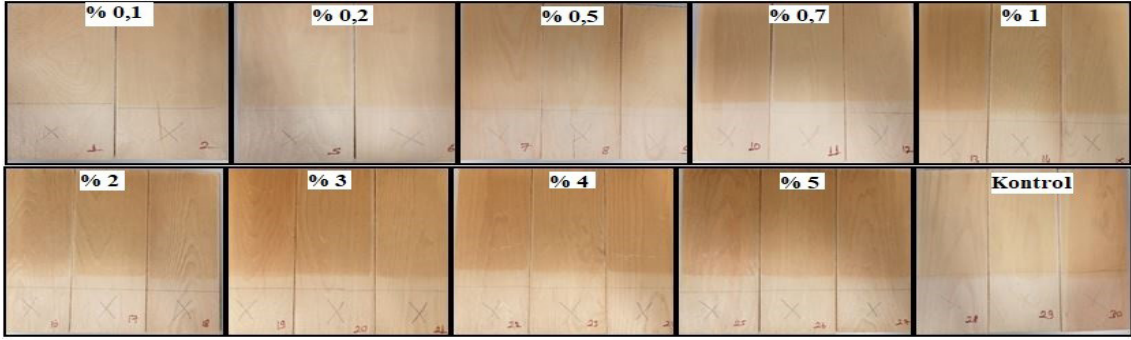
Seryum oksit ile muamele edilen sarıçam örneklerinin yaşlandırma test süresince görüntüleri Şekil 29 ila Şekil 32'de gösterilmiştir. Tanalith-E ile muamele edilen sarıçam örneklerinin yaşlandırma test süresince görüntüleri Şekil 33 ila Şekil 36'da gösterilmiştir.

Seryum oksit ile muamele edilen örneklerin gözlemlenebilir renk değişimi konsantrasyon arttıkça daha fazla olmuştur. Ancak daha önce de ifade edildiği gibi 2 saatlik renk değişimi ile 168 saatlik renk değişimi arasındaki fark incelendiğinde seryum oksidin konsantrasyon değeri arttıkça daha iyi renk stabilitesi sağlandığı görülmüştür.

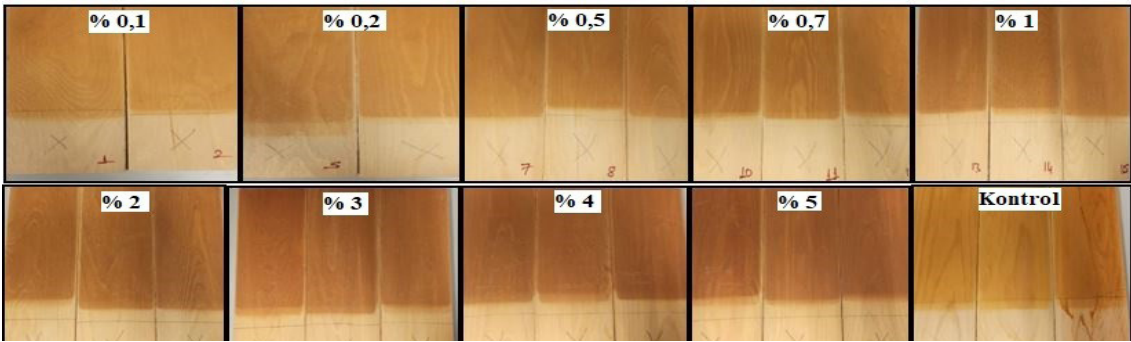
Tanalith-E ile muamele edilen örneklerin gözlemlenebilir renk değişimi üzerinde konsantrasyon artışının etkisi çok belirgin değildir. Test süresi arttıkça örneklerin daha koyu renk aldığı görülmüştür. Test süresi boyunca tüm örneklerde herhangi bir çatlak oluşumu görülmemiştir.



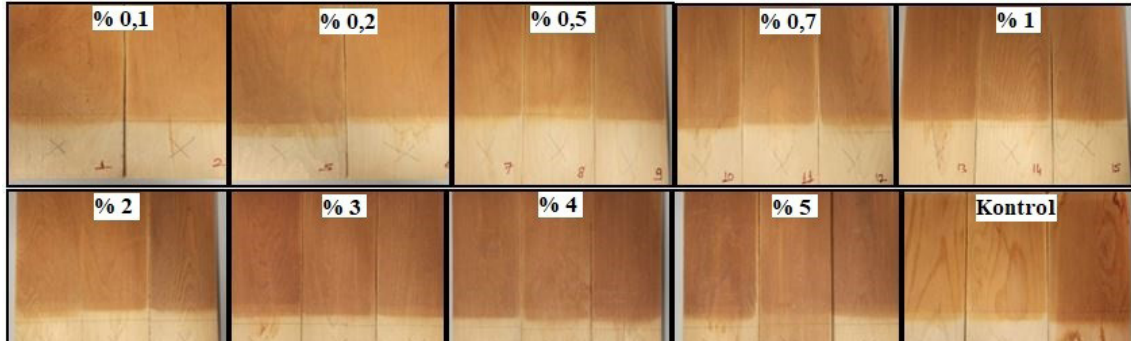
Şekil 29. Seryum oksit ile muamele edilen örneklerin hızlandırılmış yaşlandırma testi öncesi görüntüleri
Figure 29. Pictures of cerium oxide treated samples before accelerated weathering



Şekil 30. Seryum oksit ile muamele edilen örneklerin 6 saatlik yaşlandırma testi sonrası görüntüleri
Figure 30. Pictures of cerium oxide treated samples after accelerated weathering for 6 hours



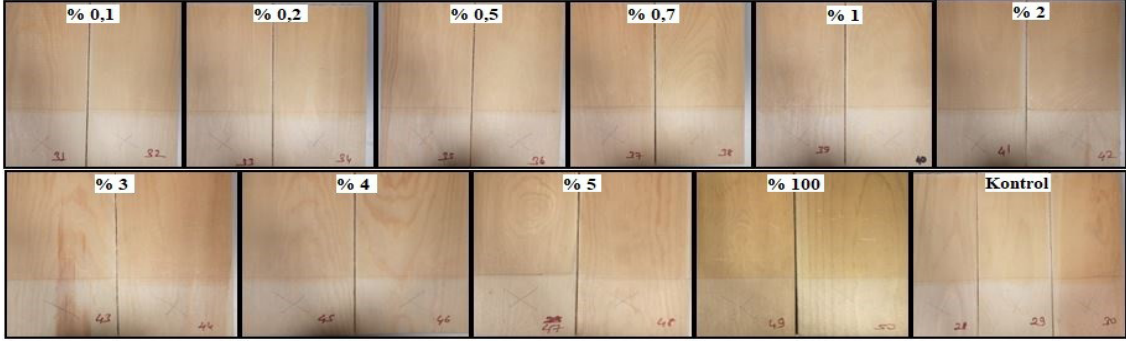
Şekil 31. Seryum oksit ile muamele edilen örneklerin 48 saatlik yaşlandırma testi sonrası görüntüleri
Figure 31. Pictures of cerium oxide treated samples after accelerated weathering for 48 hours



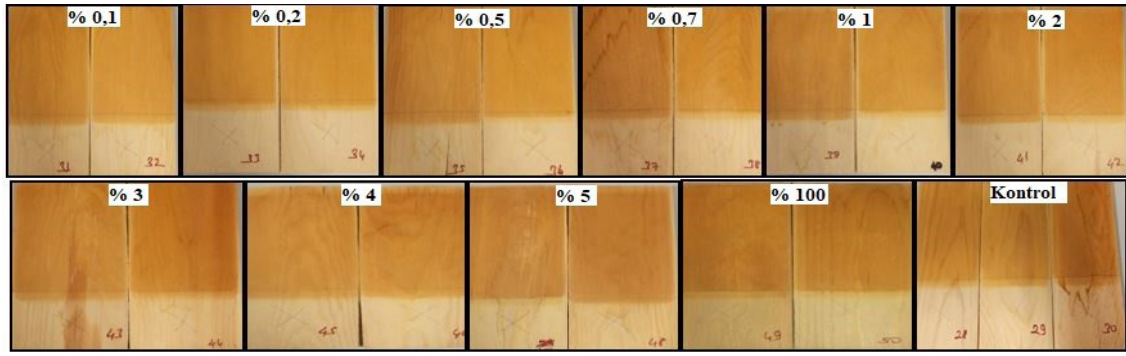
Şekil 32. Seryum oksit ile muamele edilen örneklerin 168 saatlik yaşlandırma testi sonrası görüntüleri
Figure 32. Pictures of cerium oxide treated samples after accelerated weathering for 168 hours



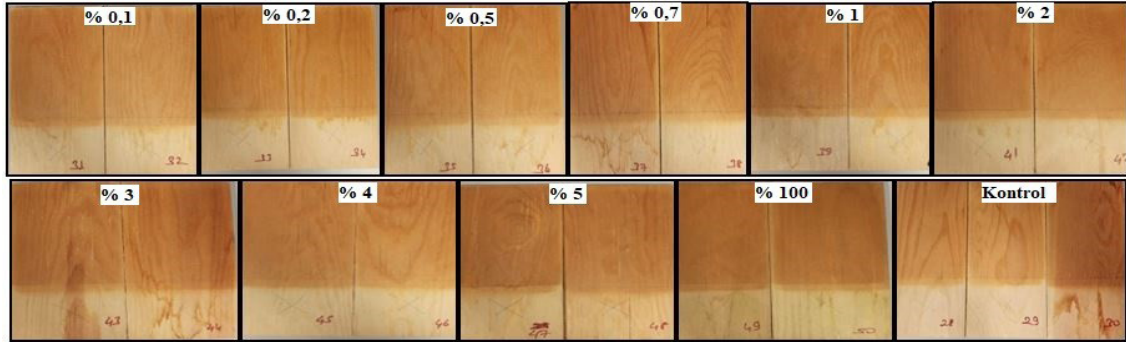
Şekil 33. Tanalith-E ile muamele edilen örneklerin hızlandırılmış yaşlandırma testi öncesi görüntüleri
Figure 33. Pictures of Tanalith-E treated samples before accelerated weathering



Şekil 34. Tanalith-E ile muamele edilen örneklerin 6 saatlik yaşlandırma testi sonrası görüntüleri
Figure 34. Pictures of Tanalith-E treated samples after accelerated weathering for 6 hours



Şekil 35. Tanalith-E ile muamele edilen örneklerin 48 saatlik yaşlandırma testi sonrası görüntüleri
Figure 35. Pictures of Tanalith-E treated samples after accelerated weathering for 48 hours



Şekil 36. Tanalith-E ile muamele edilen örneklerin 168 saatlik yaşlandırma testi sonrası görüntüleri
Figure 36. Pictures of Tanalith-E treated samples after accelerated weathering for 168 hours

4. Tartışma ve Sonuç

Renk değişim değerlerine göre, seryum oksitin tüm konsantrasyonlarındaki renk değişimlerinin kontrol örneğinden daha az olduğu gözlemlenmiştir. 168. saat sonunda seryum oksitte en az renk değişimine uğrayan %0,1 ve %0,5 konsantrasyon grubu olmakla beraber geri kalan konsantrasyon grupları hemen hemen aynı değerleri vermiştir. Ancak 2 saatlik toplam renk değişimi ile 168 saatlik toplam renk değişimi arasındaki fark yani renk değişim değerlerindeki stabilite incelendiğinde %5, %4 ve %3 konsantrasyonlar daha az değişim göstermiştir.

Tanalith-E, seryum oksite benzer olarak tüm konsantrasyon gruplarındaki renk değişimlerinin kontrol örneğinden daha az olduğu gözlemlenmiştir. 168. saat sonunda Tanalith-E'de stok çözelti olarak değerlendirilen %100 konsantrasyonlu örneklerin en az renk değişimine uğradığı gözlemlenmiştir. Daha sonra en az renk değişimine uğrayan %5 konsantrasyon grubu olup geri kalan konsantrasyon grupları hemen hemen benzer değerleri vermiştir. 1510-1500 cm^{-1} dalga boyu aralığında, lignin degradasyonunun 6. saatten itibaren başladığı ve test süresi arttıkça daha fazla degradasyon olduğu görülmüştür. Bu durum lignin bozunması ile

ilişkilendirilmiştir.

Örneklerin yüzey kimyasının yaşlandırma test süresinin başından itibaren değiştiği görülmüştür. Bu durum, yüzeyde lignin bozunması sonrasında selülozca zengin yüzeyler olduğunu göstermiştir. Seryum oksit ve Tanalith-E'nin yüksek konsantrasyonlarda daha iyi koruma sağladığı ve seryum oksit ile Tanalith-E kıyaslandığında aralarında çok bir fark olmadığı, UV'ye karşı korumada iki çözümlerin de benzer performans sergilediği gözlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan Nano-seryum oksit Feza Kimya'dan (İstanbul, Türkiye) ücretsiz temin edilmiştir. Yazarlar Feza Kimya'ya desteklerinden dolayı teşekkür ederler.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Anderson, E.L., Pawlak, Z., Owen, N.L., Feist, W.C. 1991. Infrared studies of wood weathering. *Part I: Softwoods*, *Applied Spectroscopy*, 45(4), 641-647.

Arpacı, Ş. S. 2020. *Çeşitli odun türlerinin dış ortam koşullarında ultraviyole ışınlarına karşı dayanımlarının belirlenmesi* (Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi).

ASTM G154-12a, ABD Test ve Malzeme Kurumu) (astm.org), Standard practice for operating fluorescent ultraviolet (uv) lamp apparatus for exposure of nonmetallic materials.

Bozkurt A, Göker Y ve Erdin, N 1993. Emprenye tekniği, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları No:2779, İstanbul.

Cogulet, A., Blanchet, P., Landry, V. 2016. Wood degradation under Uv irradiation: A Lignin Characterization. *Journal of Photochemistry And Photobiology B: Biology*, 158, 184-191

Decker, C., Biry, S. And Zahouily, K., 1995. Photostabilisation of organic coatings. *Polym. Degrad. Stab.*, 49: 111-119.

Derbyshire, H., Miller, E. R. 1981. The Photodegradation of wood during solar irradiation. *Holz Roh Werkstoff Journal*, 39(8), 341-350.

Feist, W.C., Hon, D.N.S. 1984. Chemistry Of Weathering And Protection, The Chemistry Of Solid Wood, *Advances In Chemistry Series*, 207, 401-451

Gençer, A. 2014. Anorganik nanopartiküller içeren ultraviyole koruyucu sert kaplamalar (Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi).

Kartal, S.N. 1992. Odun degradasyonunda güneş ışığı ve su etkileri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 42, 169-176.

Kılıç A., Hafizoğlu H. 2007. Açık hava koşullarının ağaç malzemenin kimyasal yapısında meydana getirdiği değişimler ve alınacak önlemler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 175-183.

Mosher, B. P., Wu, C., Sun, T. And Zeng, T. 2006. *J. Non-Cryst. Solids*, 352: 3295.

Temiz, A. 2005. Benzetlenmiş dış hava koşullarının emprenyeli ağaç malzemeye etkileri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Trabzon.

Temiz, A., Terziev, N., Eikenes, M., & Hafren, J. 2007. Effect of accelerated weathering on surface chemistry of modified wood. *Applied Surface Science*, 253(12), 5355-5362.

Temiz, A., Yildiz, U.C., Aydın, I., Eikenes, M., Alfredsen, G., Colakoglu, G. 2005. surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test, *Applied Surface Science*, 250, 35-42.

Tomak, E.D. 2011. Masif odundan bor bileşiklerinin yıkanmasını önlemede yağlı ısıtma işleminin ve emülsiyon teknikleri ile emprenye işleminin etkisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Trabzon.

URL-1: NanoBYK3810 ürün bilgi formu., Erişim: 12 Haziran 2018.

Ustaömer, D. 2008. Çeşitli yanmayı geciktirici kimyasal maddelerle muamele edilerek üretilmiş orta yoğunlukta lif levhaların (mdf) özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Trabzon.

Williams, R. S. 2005. Weathering of wood. *Handbook of Wood Chemistry And Wood Composites*, 7, 139-185.







Yazıcı, A. Ö. 2019. Ahşap malzemenin fotodegradasyona karşı dayanıklılığının tanen ve nano metal oksitler ile artırılması (Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi).

Yıldız, Ü.C. 2005. Odun koruma ders notları (Basılmamış). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi

Zhang, J., Kamdem, P.D., Temiz, A. 2009. "Weathering of copper-amine treated wood", *Applied Surface Science*, 256, 842-846.

Kalsiyum karbonatın selülozik liflerle etkileşiminin artırılması

Increasing the interaction of calcium carbonate with cellulosic fibers

Doğan CANBOLAT¹ 
Meryem ONDARAL² 
Kemal ÇAKAR³ 
Ebru HEZER⁴ 
Şamil Ercan ÖZCAN⁴ 
Sedat ONDARAL¹ 

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksek Okulu,

³ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Trabzon

⁴ Eczacıbaşı Tüketim Ürünleri A.Ş., Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Sedat ONDARAL
ondaral@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

02.04.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

25.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Canbolat, D. , Ondaral, M. , Çakar, K. , Hezer, E. , Özcan, Ş. E. & Ondaral, S. (2022). Kalsiyum karbonatın selülozik liflerle etkileşiminin artırılması . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 224-228 . DOI: 10.17568/ogmoad.1096663

Öz

Çalışmada, selülozik liflerin çok fazla tüketildiği kâğıt endüstrisinde dolgu maddesinin kullanım miktarını artırarak lifsel kaynakların tüketiminin azaltılması araştırılmıştır. Nişasta/stearik asit ile kalsiyum karbonat yüzeyinin modifiyesi partikül yüzeylerinin lif yüzeyindeki hidroksil gruplarıyla uyumluluğunun artırılması için kullanılmıştır. Nişasta moleküllerindeki hidroksil gruplarına ilaveten katyonik gruplara sahip olması modifiye edilmiş kalsiyum karbonat partiküllerinin selülozik liflere ve kâğıt üretiminde kullanılacak iyonik diğer kimyasallarla etkileşimini kolaylaştırmıştır. Böylece, inorganik partiküllerin lif/lif ara yüzeyinde meydana gelen bağ sayısındaki düşmelerin önüne geçilerek kalsiyum karbonat kullanımı ile ortaya çıkacak direnç kayıpları azaltılması hedeflenmiştir. Dolgu maddesi tutunumu, dolgu maddesinin iyonitesindeki değişim, boyut ve üretilen kâğıtların kopma mukavemetindeki değişimler incelenmiştir. Retansiyon değerleri incelendiğinde modifikasyondan sonra kalsiyum karbonat partiküllerinin liflere tutunumunun arttığı ve ilave edilen retansiyon kimyasalları ile bu değerlerin daha ileriye çekildiği görülmüştür. Bununla birlikte, modifikasyon işleminden sonra kalsiyum karbonat kullanımının kâğıt kopma mukavemetine pozitif etkisi belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kâğıt üretimi, kâğıt hamuru, dolgu maddesi, nişasta

Abstract

In this study, the decreasing usage rate of virgin cellulose was investigated by using modified calcium carbonate fillers. The compatibility of the particle surfaces with the hydroxyl groups on the fibre surface was increased with the modification of the calcium carbonate surface with the starch/stearic acid mixture. The hydroxyl and quaternary amino groups of starch facilitated the interaction of modified calcium carbonate particles with cellulosic fibres and other chemicals to be used in paper production. Thus, the losses due to the filler interface bonding potential of starch. Filler retention, ionic properties, size, and its effect on paper tensile strength were investigated. It was observed that the retention value of the filler particle increased after modification, and this value increased further with the addition of the retention chemical. Moreover, the tensile strength properties of papers were enhanced after the use of modified fillers on paper.

Keywords: Paper making, pulp, filler particle, starch



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Kaolin, kalsiyum karbonat, titanyum dioksit ve talk gibi dolgu maddelerinin kağıt endüstrisinde kullanımını ve geliştirilmesi halen araştırmalara konu olmaktadır. Özellikle maliyet rekabetinde avantaj sağlamanın yansira enerji ihtiyacını düşürmesi, optik ve baskı özelliklerinin geliştirilmesi kullanımlarını artırmıştır. Bu nedenle kağıt endüstrisi için kağıt hamurundan sonra ikinci en çok kullanılan hammaddedir (Chauhan ve Bhardwaj, 2014).

Doğal kalsiyum karbonatın 2 mikronun altındaki tane çapına sahip olan miktarı %40-80, parlaklığı da %80-96 arasında değişmektedir. ÖKK doğal kalsiyum karbonatın yıkanması kaba öğütme, ince öğütme, eleme işlemlerinin ardından manyetik ayırma ve yüzdürme uygulamalarıyla üretilir. %65-72 konsantrasyonda anyonik veya katyonik stabilize edilmiş şekli ile kullanıma sunulur. ÇKK %97'den daha fazla CaCO_3 içermekte olup geri kalan kısım magnezyum karbonat ve diğer kirleticilerdir. 800-900 °C'de kireçtaşı kalsine edilerek kalsiyum oksit'e dönüştürülür. Bu işlemde ısı kullanırken karbondioksit açığa çıkar. Su ilavesi ile ekzotermik reaksiyon ile birlikte kalsiyum hidroksite dönüştürülür. Reaksiyon ortamına karbondioksit ilavesi ile CaCO_3 çöktürülür ve böylece ÇKK üretilmiş olur. Proses şartları ile partikül morfolojisi değiştirilebilir; skalanoedral (gül şekli), romboedral (Kübik şekil) veya aragonit (çubuk şekli). Skalanohedral yapıdaki ÇKK diğer dolgu maddelerine göre kağıdın yapısında hacimli kılmaktadır. Bununla birlikte, kağıt daha gözenekli olurken sağlamlık özellikleri düşmektedir. Bu nedenle morfoloji özelliklerinin kombinasyonu kağıt özelliklerinin optimizasyonu için gerekli olmaktadır. CaCO_3 dolu maddeleri asidik koşullarda çözünür oldukları için nötral ve alkali pH'larda kullanılırlar (Holik, 2006; Eroğlu ve Usta, 2002).

Yüksek oranda dolgu maddesi kullanımı ile kağıt dayanımında düşüşlerin oluştuğu bilinmektedir. Özellikle kopma, patlama, yırtılma ve katlanma dirençlerinde ki olumsuzluklar dikkat çekmekte ve dolgu kullanımlarını sınırlandırmaktadır. Bu kötü etki inorganik dolgu maddelerinin liflerin hidrojen bağını engellemesinden kaynaklanmaktadır (Kovunen vd., 2010). Bahsedilen olumsuz etkilerin üstesinden gelmek için farklı metotlar geliştirilmiştir: Dolgu maddelerinin kümelenmesi, farklı yapıda ve fonksiyonda dolguların sentezi, yüzey modifikasyonu, lümen doldurma ve kompozit dolgular. Lifler arasındaki hidrojen bağını artırmak için yüzey modifikasyonu daha fazla dikkatleri çekmiştir (Yoon ve Deng, 2007; Fan vd., 2014).

Kimyasal yapısının selüloza benzemesinden dolayı nişasta dolgu maddesi yüzey modifikasyonu için oldukça uygundur. Nişasta, liflerin arasındaki sağlam bağ oluşumunu arttırdığı için kuru sağlamlık maddesi olarak yaygın şekilde kullanılır. Nişasta dolgu yüzeyine tutunarak dolgu ve lifler arasında bağlanabilmeyi geliştirdiğinden dolayı kağıt sağlamlığını artırır. Doğal nişasta; kaolin ve kalsiyum karbonat dolgu maddeleri modifikasyonunda kullanılmıştır. Kaolin nişasta ile kompoziti yüksek miktarda kağıda ilavesiyle kopma mukavemetinde %100 artış tespit edilmiştir. Bununla birlikte, nişasta ile modifiye edilmiş dolgu partiküllerinin sprey kurutması, pilot ve büyük ölçekte teknolojinin uygulanması araştırılmıştır (Shang vd., 2017). Nişastanın bir yağ asidi ile kombinasyonu sulu ortamda dolgu maddelerine bağlanmasını sağlamaktadır. Bu durum nişastadan daha hidrofobik olan yağ asidi ile su çözünürlüğündeki düşüş ve toplam hidrofobiklikteki artıştan kaynaklanmaktadır (Huang vd., 2015).

Nişasta ve yağ asidi modifiye edilen kaolin partiküllerinin kağıt üretiminde kullanılması Yoon ve Deng tarafından detaylı araştırılmıştır. Modifikasyon sonucunda kağıt sağlamlığının yaklaşık %15 arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, %5 modifiye dolgu maddesi kullanımının kağıt sağlamlığını düşürmeden uygulanabildiği tespit edilmiştir (Yoon ve Deng, 2007). Diatomite partikülleri de benzer metotla Shang vd. tarafından modifiye edilmiştir. Dolgu tutunumunun ve kağıt sağlamlığının modifiye edilmemiş dolgu maddesine göre daha iyi geliştiği belirtilmiştir (Shang vd., 2017).

Huang vd. tarafından yapılan çalışmada çöktürülmüş kalsiyum karbonat (ÇKK) nişasta ve kolofan karışımı ile modifiye edilmiştir. Katyonik poliakrilamid ve bentonit tutundurma sistemiyle başarılı bir şekilde uygulandığını, kağıdın beyazlık ve opaklığında ciddi değişim olmadan lif-lif bağlanmasının arttığını tespit etmişlerdir (Huang vd., 2015).

Bu çalışmada, kalsit partiküllerinin yüzeyi nişasta/ stearik asit karışımı ile modifiye edilmiştir. Dolgu maddesi karakterizasyonu ve kağıt üretimindeki performansı incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Kalsit Partiküllerinin modifikasyon

Modifikasyon işleminde nişasta %3'lük süspansiyon olacak şekilde su ile karıştırılmış ve 95 °C'de 60 dakika süreyle pişirilmiştir. Süspansiyonun pH'ı sodyum hidroksit ilavesiyle 10'e ayarlanmıştır. Ardından nişastaya solüsyonuna stearik asit ilave edilmiştir. Bu karışım kalsiyum karbonat süs-

pansiyonuna ilave edilmiş olup ardından 80 °C'de 20000 rpm hızda 5 dakika süreyle karıştırılarak homojenize edilmiştir. Bu işlem sonrası süspansiyon oda sıcaklığına soğutulmuştur.

2.2. Kalsit tutunumu

Kalsiyum karbonatın lif üzerine tutunumu EDTA titrasyonu ile belirlenmiştir. Çalışmada 0,5 g lif ve 0,1 g kalsit 200 ml deiyonize su içerisinde süspansiyon haline getirilmiştir. Farklı oranlarda polimer ilave edilmiş 15 dk karıştırmadan sonra 200 mesh'lik elek üzerinden süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Süzüntü içerisindeki kalsit miktarı EDTA titrasyonu ile standart grafik kullanılarak belirlenmiştir.

2.3. Partikül yük yoğunluğu

Dolgu maddelerin ve kullanılacak diğer malzemelerin ve lif süspansiyonlarının yük yoğunluğu değeri Partikül Yük Belirleyicisi (PCD III, MÜETEK GmbH, Herrsching) kullanılarak potansiyometrik titrasyon ile belirlenmiştir. Polielektrolit ilavesiyle örneğin elektriksel potansiyelindeki (streaming potential, mV) değişim kaydedilip sıfır potansiyele kadar tüketilen standart polielektrolit miktarı belirlenecektir. BPEK' in yük miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$q = \frac{N \cdot V}{m} \cdot 1000$$

Formüle, q örneğin yükünü ($\mu\text{eq/g}$), N titrasyonda kullanılan polielektrolitin konsantrasyonunu (mol/l), V harcanan polielektrolit miktarını (ml), m ise 10 ml içerisindeki örnek miktarını (mg) ifade etmektedir. Titrasyon anyonik sodyum polietilensülfonat standart polielektrolit olarak kullanılmıştır.

2.4. Boyut dağılımı

Projede kullanılan dolgu maddelerinin modifikasyon öncesi ve sonrası boyutları Master Sizer cihazında belirlenmiştir.

2.5. Taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope, SEM)

Dolgu maddelerinin muamele öncesi ve sonrası yapısal değişiklik, kağıt içerisindeki yerleşimi SEM ile görüntü alınarak incelenmiştir. Görüntüleme öncesi örnekler 40 mA akım, 50 mbar basınçta altın-paladyum ile kaplanmıştır.

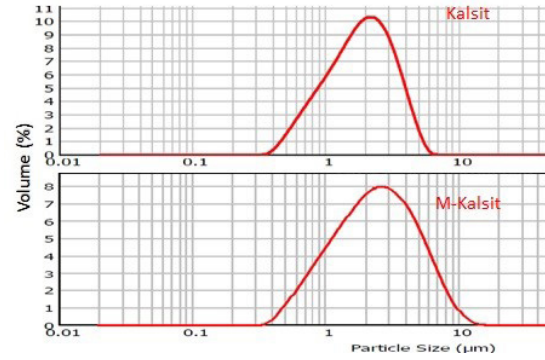
Fourier kızılötesi dönüşüm spektroskopisi (FTIR)

Dolgu modifikasyonunda, nişasta reaksiyonlarında ve kağıt üretiminde kullanılan malzemelerin yapısındaki değişimler Perkin Elmer UATR ile do-

natılmış FT-IR ile incelenmiştir. Taramalar, 400-4000 cm^{-1} spektrum aralığında 2 cm^{-1} çözünürlükte olup sonuçlar Spectrum One yazılımı (Spectrum One, sürüm 5.3) ile değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

Çalışmada kullanılan kalsit partiküllerinin modifikasyon sonrası boyut dağılımları aşağıdaki şekilde verilmiştir.

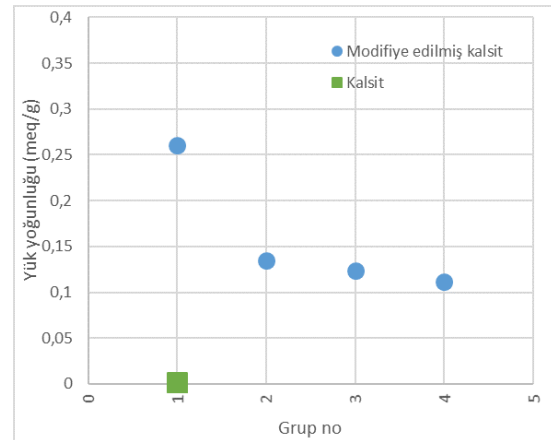


Şekil 1. Dolgu maddelerine ait boyut dağılımları

Figure 1. Size distribution of filler particles

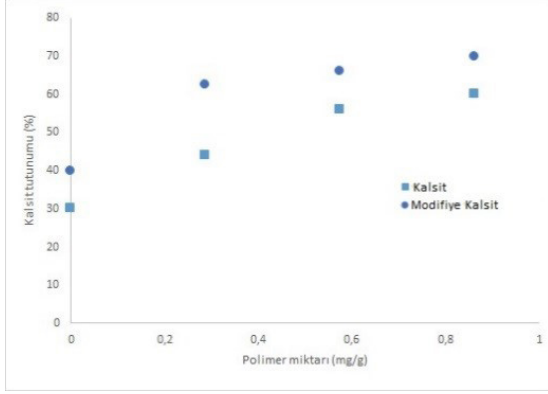
Modifikasyon öncesi 1,5 μm olan ortalama boyut işlem sonrası 1,9 μm olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, modifikasyon sonrası da tek tepeli bir boyut dağılımının oluştuğu görülmektedir.

Dolgu maddelerin yük yoğunluğundaki değişim Şekil 2'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere kalsit partikülleri modifikasyonla birlikte katyonik yüke sahip olmuşlardır. Katyonik nişastanın neden olduğu bu yük nişasta miktarının düşmesi ile azalmıştır. Katyonik yükün miktarı 0,12-0,25 meq/g aralığında değiştiği görülmektedir.



Şekil 2. Modifikasyonun yük yoğunluğuna etkisi
Figure 2. The effect of modification on charge density of filler

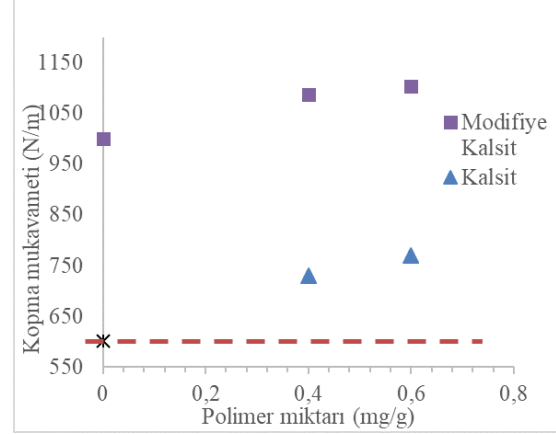
Dolgu maddesinin lif üzerine tutunumu Şekil 3'te verilmiştir. Kalsit tutunumunu artırmak için katyonik poliakrilamid lif dolgu süspansiyonuna ilave edilmiştir. Grafikten görüldüğü üzere kalsit partiküllerinin modifikasyonu ile lifler üzerine tutunumu artmıştır. Retansiyon maddesi ilavesi ile tutunumun %70 seviyelerine çıkmıştır.



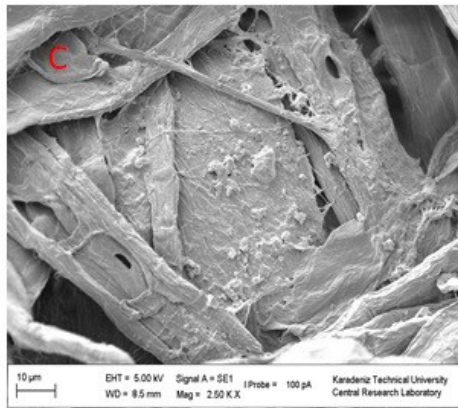
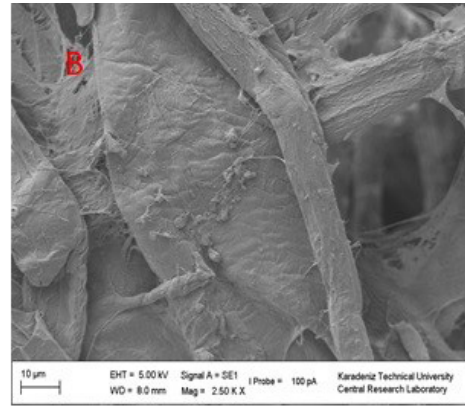
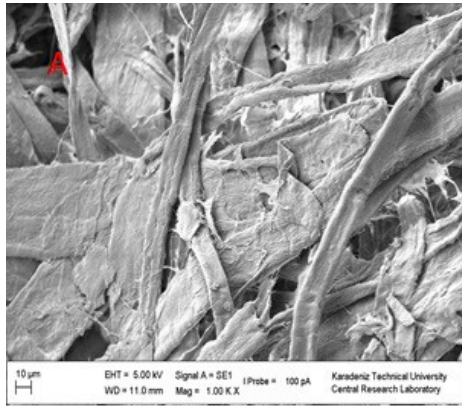
Şekil 3. Lif üzerine dolgu maddesi tutunumu
Figure 3. Filler retention on fibres

Kalsit kullanımının kağıt özelliklerine etkisi aşağıda

Şekil 4'te verilmiştir. Modifikasyon sonrası artan kalsit tutunumuna rağmen test kağıtlarının kopma dayanımının arttığı görülmektedir. Modifikasyon ile kağıdın kopma mukavemetinin 750 N/m skalasından 1050 N/m seviyelerine çıktığı tespit edilmiştir.



Şekil 4. Dolgu maddesi kullanımı ile kağıdın kopma dayanımındaki değişim.
Figure 4. Tensile strength of paper with filler addition



Şekil 5. SEM görüntüsü (A: Ağartılmış Kraft lifi, B: Kalsitin lifin üzerindeki SEM görüntüsü, C: Modifiye kalsitin lifin üzerindeki SEM görüntüsü)

Figure 5. SEM images (A: Bleached Kraft Fibres, B: Filler on Fibres, C: Modified filler on Fibres)

Şekil 5'teki SEM görüntüleri kalsit partiküllerinin lifler üzerine tutunumunun kanıtı olarak verilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Öğütülmüş kalsiyum karbonat (kalsit) modifikasyonu ile ortalama partikül boyutunun 1,5 µm'den 1,9 µm'ye arttığı tespit edilmiştir. Partiküllerin etrafında oluşan dispersiyonu sağlayan yağ asidi ve katyonik nişastadan oluşan tabaka boyut artımını sağlamıştır. Bununla birlikte oluşabilecek kümelenmelerde boyut artımına neden olabileceği düşünülebilir. Bununla birlikte, boyut dağılımındaki düzenli değişimin katyonik nişastanın sağladığı sterik bir stabilizasyonun varlığına işaret etmektedir.

Yük yoğunluğu ölçümlerinde ortaya çıkan değerler katyonik nişasta oranı ile değiştiği görülmektedir. Kalsit oranının artması ile kalsit partikülü başına düşen nişasta miktarı ve kuanternar amonyum grubu sayısı düşmüştür. Bu çıkış noktası ile farklı yük yoğunluğunda kalsit partikülleri üretimi gerçekleştirilebileceği ortaya konmuştur.

Tutunum değerleri modifikasyonla artmış olup ilave edilen retansiyon kimyasalı ile bu değer yükselmiştir. Katyonik özellikli kazanan kalsit partiküllerinin katyonik retansiyon kimyasalı ile liflere tutunumunun artması kalsit modifikasyonuna rağmen kalsit yüzeyinde anyonik grupların kaldığına işaret etmektedir. Bu anyonik noktalar partiküllerin katyonik retansiyon maddesi ile liflere tutunumunu sağlamaktadır. Bununla birlikte, elek altına geçebilecek küçük materyalin de tutunumunu sağlayan katyonik polimer tutunumunun yükselmesine neden olmuştur. Tutunum değerinin %70 seviyelerine çıktığı tespit edilmiş olup farklı retansiyon sistemlerinin kullanımı ile bu değerlerin %85-90 seviyelerine çıkabileceği öngörülmektedir.

İnorganik yapısı gereği lif/lif temas noktasında bağlanmayı azaltan kalsit partiküllerinin yüzeyinin nişasta ile kaplanması bu negatif etkiyi ortadan kaldırdığı tespit edilmiştir (Eroğlu ve Usta, 2002; Holik, 2006). Nişastanın içerdiği amiloz ve amilopektin monomerlerinin sahip olduğu hidroksil gruplarına ilaveten kuaterner amin grupları da lif/dolgu etkileşiminde katkı yapmıştır (Roberts, J. C. 2007).

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK ve Eczacıbaşı Tüketim Ürünleri A.Ş. tarafından desteklenmiştir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamın-

da, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Chauhan, V. S., Bhardwaj, N. K., 2014. Role of particle size and preflocculation of talc in improvement of paper properties. *Tappi Journal*, 13(4), 17-26.

Eroğlu, H., Usta, M., 2004. Kâğıt ve Karton Üretim Teknolojisi Ders Kitabı. *Cilt, Esen Ofset Matbaacılık, İstanbul*.

Fan, H., Wang, S., Liu, J., 2014. The influence of particle size of starch-sodium stearate complex modified GCC filler on paper physical strength. *BioResources*, 9(4), 5883-5892.

Huang, X., Qian, X., Li, J., Lou, S., Shen, J., 2015. Starch/rosin complexes for improving the interaction of mineral filler particles with cellulosic fibers. *Carbohydrate polymers*, 117, 78-82.

Holik, H. (Ed.), 2006. *Handbook of paper and board*. John Wiley Sons.

Koivunen, K., Alatalo, H., Silenius, P., Paulapuro, H., 2010. Starch granules spot-coated with aluminum silicate particles and their use as fillers for papermaking. *Journal of materials science*, 45(12), 3184-3189.

Roberts, J. C., 2007. *The chemistry of paper*. Royal Society of Chemistry.

Sang, Y., McQuaid, M., Englezos, P., 2012. Pre-flocculation of precipitated calcium carbonate filler by cationic starch for highly filled mechanical grade paper. *BioResources*, 7(1), 0354-0373.

Shang, W., Qian, X., Liang, H., 2017. Preparation of modified diatomite filler via a starch-fatty acid complex coating method for improvement of paper strength properties. *Bulgarian Chemical Communications*, 49(4), 936-942.

Yoon, S. Y., Deng, Y., 2007. Experimental and modeling study of the strength properties of clay-starch composite filled papers. *Industrial engineering chemistry research*, 46(14), 4883-4890.

Bakteriyel selüloz ve boraks katkılı atık gazete kağıtlarının termal ve optik özelliklerinin incelenmesi

Investigation of thermal and optical properties of waste newspaper with bacterial cellulose and borax additives

Evren ERSOY KALYONCU¹

Emrah PEŞMAN²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin
Meslek Yüksekokulu, Trabzon

² Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Evren ERSOY KALYONCU
eersoy@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

23.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

22.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Ersoy Kalyoncu, E. & Peşman, E. (2022). Bakteriyel selüloz ve boraks katkılı atık gazete kağıtlarının termal ve optik özelliklerinin incelenmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 229-237 . DOI: 10.17568/ogmoad.1092226



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışmada geri dönüştürülmüş atık gazete kağıtlarından üretilmiş kağıtlara katkı maddesi olarak bakteriyel selüloz (BS) ilavesinin ve kağıdın yanma özelliğini geciktirmek amacıyla boraks pentahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) uygulamasının, üretilen kağıtların termal ve optik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Boraks uygulaması için daldırma yöntemi seçilmiş olup karşılaştırma yapabilmek için üretim esnasında boraks ilavesi de çalışılmıştır. Kağıtların yanma karakteristikleri ve kinetiğini belirlemek için termal özellikleri belirlenmiştir. Optik özellikleri için parlaklık, sarılık ve renk değerleri (L^* , a^* , b^*) belirlenmiştir. TGA verileri değerlendirildiğinde daldırma yöntemi ile boraks uygulaması sonucu dönüm noktası sıcaklığının $377,53^\circ\text{C}$ 'den $335,55^\circ\text{C}$ 'ye düştüğü, sadece BS katkısı ile $379,53^\circ\text{C}$ 'ye bir miktar artış gösterdiği tespit edilmiştir. BS katkılı kağıtların daldırma yöntemi ile boraks uygulaması sonucunda dönüm noktası sıcaklığının $334,24^\circ\text{C}$ 'ye düştüğü ve %44,03 oranı ile diğer örnekler göre en yüksek 590°C deki kalıntı miktarı verdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak daldırma yöntemi ile boraks uygulaması yapılan BS katkılı kağıtların termal dayanımlarının diğerlerine göre daha iyi olduğu, BS ve boraksın kağıdın yanması sırasında kalori oluşumunu azalttığı dolayısı ile yanmayı hızlı bir şekilde sonlandırdığı, optik özellikler açısından BS katkısının ve boraks uygulamasının kağıdın parlaklık değerini azalttığı, sarılık değerini arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık gazete kağıdı, bakteriyel selüloz, boraks pentahidrat, termogravimetrik analiz, optik özellikler

Abstract

In this study, the effects of bacterial cellulose (BC) and the borax pentahydrate ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), which was applied to retard the burning property of the paper, additives as reinforcement to the recycled waste newspaper were investigated, on the thermal and optical properties of the produced papers. The immersed method was chosen for the borax application, and the addition of borax during production was also studied to make a comparison. In order to determine the burning characteristics and kinetics of the papers, their thermal properties were detected. Brightness, yellowness, and color values (L^* , a^* , b^*) were determined for optical properties. When the TGA data were evaluated, it was determined that the inflection point temperature decreased from 377.53°C to 335.55°C as a result of borax application with the immersion method, and it increased slightly to 379.53°C with only BS additive. The results of the borax application of BS reinforced papers by the immersion method showed that the inflection point temperature decreased to 334.24°C , and it had the highest residual amount at 590°C with a rate of 44.03% compared to the other samples. As a result, the thermal resistance of BS reinforced papers with borax application with the immersed method is better than the other samples. BS and borax reduce the formation of calories during the burning of the paper; thus, this ends the burning quickly. In terms of optical properties, it was found that BS reinforcement and borax application reduce the brightness value and increase the yellowness of the paper.

Keywords: Waste newspaper, Bacterial cellulose, Borax pentahydrate, Thermogravimetric analysis, Optical properties

1. Giriş

Günümüzde teknolojik gelişmeler, hızla artan dünya nüfusu ve kentleşmeye bağlı olarak yaşam standartlarını arttırıcı çeşitli tüketim ürünlerin kullanımı yaygınlaşmakta ve atık miktarı da giderek artmaktadır. Atık miktarındaki artış çevre yükünü de oldukça arttırmaktadır. Çevre kirliliğinin önlenmesi, kaynakların ve doğanın sorumluluca kullanılması için atıkların geri kazanılarak değerlendirilmeleri ve ekonomiye yarar sağlayan birer kaynak durumuna getirilmeleri gerekmektedir (Curi, 1992).

Geri kazanılabilir katı atıkların en büyük oranını kağıtlar oluşturmaktadır. Orman kaynakları kâğıt üretimi ile ters orantılı olarak azalmaktadır (Karagözoğlu ve ark. 2009). En yaygın tüketim malzemelerinden olan kağıt için hammadde kaynaklarının yetersiz oluşu, çeşitli çevresel ve ekonomik kaygılar nedeniyle alternatif hammadde arayışları gündemdedir (McKinney, 1995). Atık kağıtlar, geri dönüştürülerek kağıt üretiminde yeniden kullanılması, özellikle sağladığı çevresel ve ekonomik avantajları nedeniyle oduna alternatif hammaddeler arasında ilk sırada yer almıştır (Diesen, 1998; Peşman, 2010).

Odun hammaddesinden bir ton kağıt üretimi için 2,4 ton odun, 440 ton su, 7600 kWh elektrik enerjisi gerekirken, atık kağıttan aynı miktarda kağıt üretimde 1,2 ton kullanılmış kağıt, 1,2 ton su, 2800 kWh elektrik enerjisi gerekmektedir (Bayrak ve ark. 2020). Atık kağıdın geri kazanma yolu ile kullanım oranı her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde atık kağıtların geri dönüşümünü yapan birçok işletme vardır.

Son yıllarda biyoteknolojinin hızla ilerlemesi sonucu bitkiler olmadan da selüloz üretebilmenin üzerine çalışmalar yapılmış ve selüloz ürettiği bilinen bakteriler üzerinde yoğunlaşmıştır (Akoğlu ve ark., 2010). Bakteriler tarafından üretilen ve üstün özelliklere sahip bu alternatif selüloza bakteriyel selüloz (BS) adı verilmiştir (Bielecki ve ark., 2000). BS kimyasal bileşim ve lif yapısı bakımından doğal bitki kaynaklı selüloza oldukça benzemektedir (Gallegos ve ark., 2016) fakat benzersiz yapısal özellikler bakımından bitki kaynaklı selülozdan fark göstermektedir (Klemn ve ark. 2001; Fillat ve ark. 2018). Yüksek saflığı (Delmer, 1999), yüksek gerilime direnci, ultra ince ağ yapısı (Reiniati ve ark. 2017; Araújo ve ark. 2018), yüksek kristalen yapısı (Yamanaka ve Sugiyama, 2000; Keshk, 2014; Revin ve ark. 2018; Lin ve ark., 2014), yüksek sıvı emme ve absorplama kapasitesi (Saibuatong ve Phisalaphong, 2010; Araújo ve ark. 2018, Johnson ve Neogi, 1989), ince ve gözenekli yapıda

mikrofibrillere sahip olması (Chawla ve ark. 2009; Gayathry ve Gopaldaswamy, 2014), yüksek derecede polimerizasyonu (Dahman, 2009) ve yüksek elastikiyeti (Watanabe ve ark., 1998; Yamanaka ve Sugiyama, 2000) gibi bir çok üstün özellikleri ile bitki selülozundan fark göstermektedir.

BS, simbiyotik bakteri ve maya kültürü (SCOBY) konsorsiyumları kullanılarak ekonomik ve kolay çoğaltılabilen bir kültür yöntemi ile üretilmektedir (Dima ve ark. 2017; Kaminski ve ark. 2020). Bazı fonksiyonel içeceklerin (Kombucha veya Mançurya çayı) üretimi esnasında da bakteriyel selüloz oluşmaktadır (Ng ve ark., 2004). Kombucha çayı su, çay ve şeker karışımının SCOBY ile fermente edilmesi ile üretilen geleneksel bir içecektir (Dufresne ve Farnworth, 2000). Fermentasyon işlemi sırasında besi ortamı yüzeyinde, içecek ile tüketilmeyen ağısı yapıda selüloz sentezlenir (Domskiene ve ark., 2019). Tüm olumlu özellikleri ve bir kültür ortamında fermentasyon yöntemi ile sentezlenebilmesi, tarımsal-endüstriyel atıkların büyüme ortamı olarak kullanılabilir ve dolayısıyla ekonomik olması (Shi ve ark., 2014) BS'u çevre dostu polimerik bir malzeme olarak çeşitli endüstriyel alanlardaki uygulamalar için ilgi çekici bir hale gelmiştir (Shi ve ark., 2014).

Bilindiği gibi kağıt ve kağıttan üretilen ürünler çabuk tutuşur. Bu dezavantajına karşı yanma özelliklerinin geciktirilmesi için yangın geciktirici koruyucu bir takım kimyasallar kullanılması gerekmektedir. Yanıcı malzemelerin, erken tutuşmalarını önlemek ve yanmanın ilerlemesini derecesini azaltabilmek, alev geciktirici katkı maddelerinin ilavesi ile gerçekleştirilmektedir. İlk defa 1820'de Joseph Louis Gay-Lussac, yangına karşı direnci artırmak için boraks ve amonyum fosfat ile muamele edilmesi önermiştir. En yaygın alev geciktirici kimyasallar amonyum fosfatlar, borik asit, çinko klorür, sodyum borat, boraks, amonyum sülfat, antimon oksit ve fosforik asittir (Kozlowski ve ark., 1995; Özdemir ve Tutuş, 2016).

Geniş uygulama alanına sahip bor, toksik olmayan, çevre dostu, yüksek sıcaklık ve aleve dayanıklı, gelişen sanayi ve ilerleyen teknolojiye uyumlu mineral kaynaklardan biridir (Aydın ve ark., 2016).

Günümüzde borlu bileşikler alev geciktirici olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kozlowski ve ark., 1995). Ticari amaçla üretilen özel bor bileşikleri mevcuttur. Boraks, bor madeninin en önemli rezervidir, rezerv bakımından dünyada en çok Türkiye'de bulunmaktadır. Dünya toplam bor rezervi sıralamasında 2020 yılı verilerine göre Türkiye %73'lük pay ile ilk sırada yer almaktadır (Eti Maden, 2020). Boraks, çok güç eriyen sert bir

malzemedir (Baysal, 1994). Neobor® olarak da bilinen, konsantre ürün olması nedeniyle nakil, ambalajlama ve depolama maliyeti bakımından avantajlı özellikleri bulunan boraks pentahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılan en yaygın sodyum borat bileşimidir. Boraks pentahidrat, selülozik malzemelerin yüzey tutuşmasını önleyici özelliğe sahip etkili bir alev geciktiricidir (Shen ve ark. 2010).

Bitkisel lifler, kağıt yapımında ana hammadde olarak yeri doldurulamaz bir role sahiptir ancak bazı özel kağıt türlerinde performans gereksinimlerini karşılamak için kağıt hamuruna çeşitli katkı maddeleri eklenmektedir (Yuan ve ark., 2016; Othman ve ark., 2015; Rantanen ve ark., 2015, Lee ve ark., 2016).

Bu çalışmada atık gazete kağıtlarının yeniden üretimi sırasında katkı maddesi olarak ilave edilen BS ile alev geciktirici olarak uygulanan boraks pentahidratın kağıtların termal ve optik özellikleri arasındaki etkileşimleri ve değişimlerini belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada lignoselülozik materyal olarak mekanik hamur bazlı baskısız atık gazete kağıdı, katkı maddesi olarak asetik asit bakterileri tarafından biyosentez yoluyla üretilen bakteriyel selüloz (BS) ve %10'luk boraks pentahidrat çözeltisi kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Atık gazete kağıtlarının yeniden hamurlaştırılması

Hamurlaştırma işlemi için baskısız atık gazete kağıtları yaklaşık 2,5 cm x 2,5 cm boyutlarında küçük parçalar haline getirildikten sonra liflerin serbest hale getirilmesi için 2 L kapasiteli laboratuvar tipi hamurlaştırıcıya (Pulper) aktarılmıştır. Her deneme için 100 gr tam kuru baskısız atık gazete kağıdı kullanılmıştır. Hamurlaştırıcının doldurma işlemi el ile yapılırken, sistemin ısıtma ve sıcaklık kontrolü ise dijital olarak yapılmıştır. Hamurlaştırıcıdaki konsantrasyon, hesaplanan miktarda sıcak musluk suyu ilavesi ile %15'e, sıcaklık 50 °C'ye ayarlandıktan sonra hamurlaştırıcıya koyulan kağıt örneklerinin işlem öncesi ıslanabilmesi için 5 dakika beklenilmiştir. Yeniden hamurlaştırma işlemi için hamurlaştırıcı 1000 rpm hızda 10 dakika süre ile çalıştırılmıştır. İşlem sırasında kolay şişme ve fibrilasyon için ağırlıkça %1 oranında NaOH ilave edilmiştir.

2.2.2. Bakteriyel selülozun hazırlanması

Bu çalışmada katkı maddesi olarak kullanılan BS, bir simbiyotik bakteri ve maya kültürü (SCOBY) kullanılarak elde edilmiştir. BS yetiştirmek için besi suyu ortamı oluşturulmuştur. Bunun için 1000 ml kaynamış su, 2 poşet siyah çay (4 gr) ve 200 g beyaz şeker (karbon kaynağı olarak) karıştırıldıktan sonra 25 °C'ye soğutulmuştur. Fermentasyon işlemi, %4-8 oranında asetik asit içerikli elma sirkesinin ve ticari tedarikçilerden temin edilen SCOBBY'nin eklenmesi ile başlatılmıştır. Fermentasyon periyodunun sonunda (15 gün) yüzeyde yaklaşık 1 cm kalınlığında elastik bir BS jel biyokütlesi elde edilmiştir. Üretilen BS, bakterilerden arındırmak için öncelikle alkol içerisine koyulmuş ve 40 dak. boyunca kaynatılmıştır. Daha sonra 0,1 M NaOH çözeltisine daldırılarak selüloz saflaştırılmasını sağlamak için iki kez 20'er dakika kaynatılmıştır. Son olarak pH 7'ye ulaşmaya kadar destile su ile yıkanmıştır.

2.2.3. Bakteriyel selüloz (BS) takviyesi

Üretilen BS homojenizatör (Silent Crusher Homogenizer, Heidolph, Schwabach, Almanya) yardımıyla 5 dakika boyunca 25000 rpm karıştırma hızında mekanik parçalaması sağlanarak disperse edilmiştir (Liflerin bireysel hale getirilecek şekilde karıştırılarak dağıtılması). Çoğu BS uygulamalarında BS'un tamamen disperse olması gerekmektedir (Gao ve ark., 2011). Bu sayede selüloz molekül zincirindeki hidroksil grupları açığa çıkarılarak bitki lifi ile bakteri lifi arasında hidrojen bağı oluşumu kolaylaştırılmıştır (Yuan ve ark., 2016). Disperse edilerek lifleri serbest hale getirilen BS, su ile karıştırılmış ve konsantrasyon hesabı yapılmıştır. Baskısız atık gazete kağıdından yeniden kağıt üretimi sırasında hazırlanan BS-su karışımından tam kuru life oranla %15 oranında BS katkısı yapılmıştır.

2.2.4. Test kağıtlarının yapımı

Test kağıtlarının yapılması için Rapid-Köthen test kağıdı makinasında, konsantrasyon ayarı yapılmış geri dönüştürülmüş atık gazete kağıdı hamurundan TAPPI T205 sp-02 (2002) standartına göre kontrol ve her bir uygulama için ayrı ayrı 10'ar adet test kağıtları yapılmıştır. Elde edilen test kağıtları TAPPI T 402 om-93 (1993) standardına göre sıcaklığı 23 ± 1 ve bağıl nemi 50 ± 1 olan klima odasında 24 saat kondisyonlanmıştır.

2.2.5. Boraks pentahidrat uygulaması

Boraks pentahidrat uygulaması, üretilen test kağıtlarının hazırlanan %10'luk boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

çözeltilisine daldırma yöntemi ile yapılmıştır. Karşılaştırma yapabilmek amacıyla üretim sırasında BS takviyesi sırasında %10 oranında boraks ilavesi ile de test kağıdı üretilmiştir.

2.2.6. Termal ve optik analizler

Yapılan bu çalışmada termal ve optik testler, aşağıda belirtilen örnekler için yapılmıştır.

- GDGK: Geri dönüştürülmüş gazete kağıdı
- BS: Bakteriyel selüloz
- GDGK+BORAKS(D): Daldırma yöntemi ile boraks uygulanmış geri dönüştürülmüş gazete kağıdı
- GDGK+%15BS: %15 Bakteriyel selüloz katkılı geri dönüştürülmüş gazete kağıdı
- GDGK+%15BS+BORAKS(D): Daldırma yöntemi ile boraks uygulanmış %15 bakteriyel selüloz katkılı geri dönüştürülmüş gazete kağıdı
- GDGK+%15BS+BORAKS(K): Üretim sırasında boraks ilavesi uygulanmış %15 bakteriyel selüloz katkılı geri dönüştürülmüş gazete kağıdı

Test örneklerinin termal özelliklerini belirlemek için termogravimetrik analiz (TGA) ve aynı cihaz üzerine konuşlu sensör vasıtasıyla diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) analizi yapılmıştır. TGA incelenen maddelerin termokimyasal dönüşüm esnasında yarı kantitatif olarak ısı bozunma

süreçleri hakkında bilgi vermektedir (Aydıncak, 2012). Örnek ağırlığındaki değişim oranının, zamanın veya sıcaklığın bir fonksiyonu olarak hesaplanır. Test kağıt örneklerinin termogravimetrik analizi (TGA), Perkin Elmer (Model STA 6000) marka termogravimetrik analiz cihazı kullanılarak, oda sıcaklığından 600 °C'ye kadar değişen sıcaklıklarda, 20 mL/dk nitrojen gazı akışı altında 10 °C/dk ısıtma hızında gerçekleştirilmiştir. Örnekler 3-5 mg tartıldıktan sonra porselen kroze içerisine cihaza yerleştirilerek nitrojen altında analiz edilmiştir.

Çalışmada sonuçların daha ayrıntılı değerlendirilebilmesi için ağırlık değişiminin türev eğrileri oluşturulmuştur. Diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ölçümleri, TGA ölçümleri ile simultane olarak aynı anda Perkin Elmer (Model STA 6000) cihazı ile yapılmıştır. Ölçüm şartları simultane olduğu için TGA şartları ile aynıdır. Test kağıtlarının parlaklığı ISO/DIS 2470 standardına (2016) ve sarılığı ASTM E313 (2005) standardına uygun olacak şekilde ölçülmüştür. Renk değerleri (L^* , a^* , b^*) ise UV spektrofotometresi (Konica-Minolta, cm-2600d, Osaka, Japonya) ile TAPPI T527 om-13 (2013) standardına göre bir UV filtresi kullanılarak ölçülmüştür.

3. Bulgular

Tablo 1'de örneklerin TGA analizi sonucunda elde edilmiş veriler görülmektedir. Örneklerin optik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo1. Örnekler için TGA verilerinin karşılaştırılması
Table1. Comparison of TGA data of samples

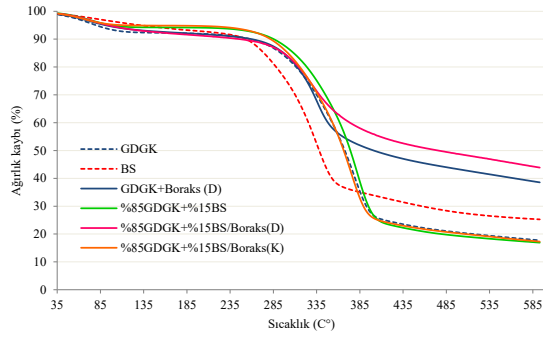
	Başl. sic. (°C)	Dönüm nokt. sic. (°C)	Son sic. (°C)	Delta Y (%)	590°C deki kalıntı miktar (%)
GDGK	325,83	377,53	396,16	65,665	17,826
BS	289,72	333,33	359,16	56,491	25,311
GDGK-Boraks(D)	305,24	335,55	356,94	37,366	38,707
%85GDGK+%15BS	334,54	379,55	399,09	70,920	16,980
%85GDGK+%15BS-Boraks(D)	304,35	334,24	360,06	30,341	44,025
%85GDGK+%15BS-Boraks(K)	321,05	377,82	393,01	69,382	17,361

Tablo 2. Örneklerin optik özellikleri
Table 2. Optical properties of samples

	L^*	a^*	b^*	ISO Parlaklığı (%)	Sarıklık (E313)	
GDGK	Ort.	82,19	0,62	11,00	50,88	22,55
	Std.S.	0,11	0,06	0,27	0,59	0,46
GDGK-Boraks (D)	Ort.	81,50	0,04	16,42	46,13	30,83
	Std.S.	0,22	0,05	0,43	0,66	0,14
%85 GDGK+%15BS	Ort.	81,46	0,82	11,30	49,25	24,47
	Std.S.	0,16	0,03	0,29	0,89	1,16
%85 GDGK+%15BS-Boraks (D)	Ort.	80,83	-0,11	16,93	44,41	32,64
	Std.S.	0,09	0,09	0,28	0,17	1,62
%85 GDGK+%15BS-Boraks (K)	Ort.	81,68	0,84	11,72	49,12	24,54
	Std.S.	0,17	0,04	0,31	0,60	0,64

4. Tartışma ve Sonuç

Test örneklerinin TGA sonuçları Şekil 1’de verilmiştir. Örneklerin TGA eğrileri incelendiğinde, tüm örnekler için oluşan ilk basamak ile ilk kütle kaybının 35-120 °C arasında olduğu görülmektedir. Test kağıdı örneklerinde bulunan rutubetin buharlaşması bu kütle kaybının nedeni olarak ifade edilir. Diğer bozunma basamağı yaklaşık 290-400 °C sıcaklık arasında oluşmuştur. Bu basamak örneklerin termal bozunmalarının başladığı piroliz basamağı olarak ifade edilebilir.

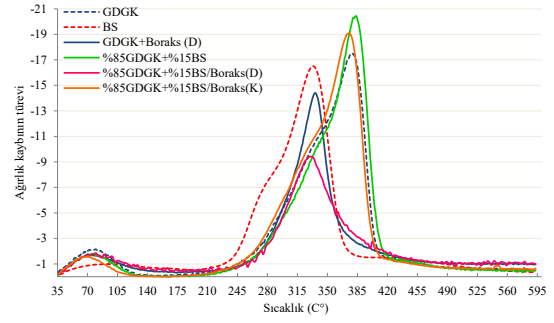


Şekil 1. Örneklerin TGA eğrileri
Figure 1. TGA curves of samples

BS’un ağırlık kaybının diğer örneklerden farklı olarak daha erken bir sıcaklık değerinde başlayıp yine erken bir sıcaklık değerinde bittiği Şekil 1’den görülmektedir. Ayrıca, GDGK, GDGK+%15BS ve GDGK+%15BS+BORAKS(K) test kağıtları için sıcaklığın etkisine bağlı olarak oluşan ağırlık kaybının benzer bir şekilde olup diğer örneklerden daha fazla olduğu da görülmektedir.

Bozunma sıcaklık aralıklarının belirlenmesi için ağırlık kaybının 1. dereceden türevinden yararlanılmaktadır. TGA sonuçlarına bağlı olarak türetilen ağırlık değişim türev eğrileri Şekil 2’de verilmiştir.

Örneklerin ağırlık kaybı türev eğrilerine ait pikler kıyaslandığında, test kağıdı üretimi sırasında ilave edilen boraksın kontrol örneğinden (GDGK) çok farklı sonuç göstermediği, daldırma yöntemi ile boraks uygulaması sonucu türev eğrisinin pik yüksekliğinin azaldığı görülmüştür. BS katkılı atık gazete kağıdına daldırma yöntemi ile boraks uygulamasına ait türev eğrisinin en düşük pik yüksekliği verdiği görülmektedir. Ayrıca GDGK, GDGK+%15BS, GDGK+%15BS+Boraks(K) test kağıtlarının yüksek sıcaklıkta; BS, GDGK+Boraks(D), GDGK+%15BS+Boraks(D) test kağıtlarının düşük sıcaklıkta bozunma göstererek iki farklı gruba ayrıldığı görülmektedir.



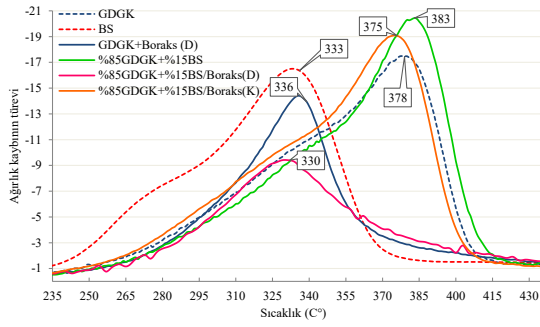
Şekil 2. Örneklerin ağırlık değişim türevleri
Figure 2. Weight loss derivatives of samples

Şekil 3’de ağırlık değişim türevlerine ait pik noktaları görülmektedir. Örneklerin dönüm noktası sıcaklıkları (Tablo1) ve pik noktaları (Şekil 3) her zaman tam olarak örtüşmese de yaklaşık aynı değerleri göstermektedir. İşlem görmemiş geri dönüştürülmüş gazete kağıtların dönüm noktası sıcaklığı 377,53 °C iken BS’nin dönüm noktası sıcaklığı 333,33 °C’dir. Aynı örneklerin türev piki sıcaklıkları sırasıyla 378 ve 333 °C’dir.

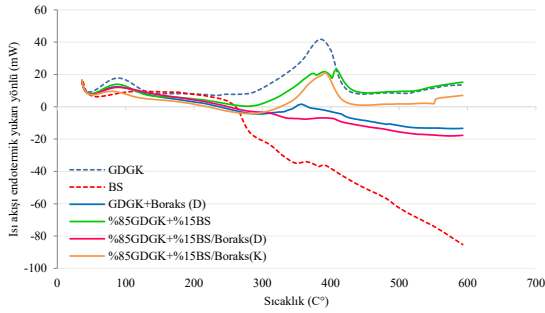
BS’nin daha düşük sıcaklıkta bozunmasının nedeni yanmaya karşı dirençsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Bu durum BS’nin daha homojen yapıda olması, sadece saf selülozdan oluşmuş olmasından kaynaklanmaktadır. Buna karşın atık gazete kağıdı hemiselüloz, selüloz ve lignin içermesinden dolayı daha geniş bir bozunma piki oluşturmaktadır. Gazete kağıdının boraks çözeltisine daldırılması sonucu (GDGK+Boraks(D)) dönüm noktası sıcaklığı 335,53 °C ve türev pikinin 336 °C ye düştüğü görülmektedir. Bu sonuçtan da yangın geciktiricilerin bozunma sıcaklığını düşürme özelliği olduğu sonucu çıkarılabilir. Boraks ile muamele edilen yanıcı uçucu maddelerin miktarını azaltmıştır. Bu sayede daha yüksek sıcaklıkta oluşacak olan uçucu ve yanıcı maddeler oluşmadığı için alevlenme özelliği azalmakta ve alevin savrulması çevreye yayılması önlenmektedir (LeVan ve Winandy, 1990). 590 °C deki kalıntı miktarlar karşılaştırıldığında, GDGK’nın %17,83 kül bıraktığı boraks işlemi ile bu oranını %38,71’e çıkıttığı bulunmuştur (Tablo 1).

Gazete kağıdına %15 oranında BS ilavesi ile dönüm noktası sıcaklığı 379,59 °C olduğu tespit edilmiştir. Kalıntı miktarı ise kontrol örneğinkine yakın ölçülmüştür. BS ilaveli kağıtların boraks çözeltisine daldırılması sonucu (%85GDGK+%15BS-Boraks(D)) dönüm noktası sıcaklığı 334,24 °C olarak hesaplanmıştır. 590 °C deki kalıntı miktarı ise %44,03 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Bu sonuçlara göre BS

ilaveli kağıtların termal dayanımlarının daha iyi olduğu söylenebilir (Güzel ve Akpınar, 2017). BS'nin termal kararlılığı, nano ölçekte yoğun ve yüksek kristal ağ yapısı ile ilişkilendirilebilir (Gao ve ark., 2011). Türevsel termogravimetri eğrisi üzerindeki en düşük pik yüksekliği, bozunma esnasında en az ağırlık kaybı eğimini (%/°C) ifade etmektedir. En az ağırlık kaybı Şekil 3'den de görüldüğü üzere 330 °C ile ve %30,34 delta Y değeri ile (Tablo 1) GDGK+%15BS+Boraks(D) için bulunmuştur. Delta Y değeri en düşük bozunma ürünü ile ilişkilendirilir. Çalışmada ayrıca kağıt üretimi sırasında boraks katkısı çalışılmış fakat bağlayıcı bir kimyasal kullanılmamış olması nedeniyle sonuçlar kontrol örneğine oldukça benzer çıkmıştır.



Şekil 3. Örneklerin ağırlık değişiminin türevine ait pik noktaları
Figure 3. The peak flash points of the derivative of the weight loss of the samples

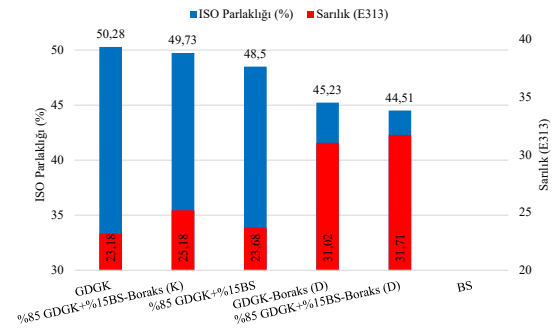


Şekil 4. Örnekler için DSC analizi grafiği
Figure 4. DSC analysis graph of samples

Şekil 4'teki örneklerin DSC sonuçlarına göre BS takviyeli kağıtların ve daldırma yöntemi ile boraks uygulanmış kağıtların pik yüksekliklerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum BS katkılı kağıtlarda ve üretim sırasında boraks ilaveli kağıtlar için farklı olmuş, pikleri diğer örnekler göre daha yüksek olmuştur. Kontrol örneğine (GDGK) oranla pik yüksekliğinin azalması daha düşük ka-

lorinin oluştuğunu göstermektedir ki bu durum yangın geciktiriciler için veya termal dayanıklılık için oldukça önemlidir. Bu verilere göre BS ve boraksın kağıt yanarken oluşan kaloriyi azalttığı dolayısı ile yanmayı hızlı bir şekilde sonlandırdığı söylenebilir. Yapılan çalışma sonucunda BS ve boraks kullanımının yanmayı önlemede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Örneklerin optik özelliklerini gösteren veriler Tablo 2'de, ISO parlaklık değerleri ve sarılık indeksleri karşılaştırılmalı olarak Şekil 5'te gösterilmektedir.



Şekil 5. BS ve boraksın kağıtların parlaklık ve sarılık değerlerine etkisi
Figure 5. The effect of BS and borax on brightness and yellowness values of papers

Tablo 2 ve Şekil 5 birlikte değerlendirildiğinde, geri dönüştürülmüş gazete kağıdının (GDGK) en yüksek parlaklık değerine sahip olduğu, BS ve boraks ilavesinin kağıtların parlaklık değerini azalttığı, sarılık değerini artırdığı görülmüştür. En düşük parlaklık (%44,41 ISO) ve en yüksek sarılık (32,64) değerleri BS katkılı daldırma yöntemi ile boraks ilaveli atık gazete kağıdında (GDGK+%15BS+Boraks(D)) elde edilmiştir. Renk koordinatlarından L^* rengin parlaklığı ile ilişkilidir. a^* koordinatı kırmızılığı (+a) veya yeşilliği (-a), b^* koordinatı ise sarılığı (+b) veya maviliği (-b) ifade eder (Hubbe ve ark., 2008).

Tablo 2'den görüldüğü üzere a^* değeri sadece daldırma yöntemi ile boraks uygulamasında azalmakta, BS ilavesinde ise artmaktadır. Her ikisinin birlikte uygulanması ile a^* 'nın -0,11 değeri ile kağıdın rengini yeşilimsi renge doğru değiştirdiği söylenebilir. Tüm test örneklerinin b^* değerleri ise sarılık değerleri ile benzer değişiklik göstermiştir.

4.1. Sonuç ve öneriler

GDGK-Boraks(D)'nin yanmaya karşı bozunma sıcaklığı düşmüş, dönüm noktası sıcaklığı ve türev piki azalmıştır. %85 GDGK+%15BS örneği ile yan-

ma sonrası elde edilen kalıntı miktarı GDGK örneğinin kalıntı miktarından düşük ancak ona yakın değerdedir. %85 GDGK+%15BS-Boraks(K) örneği ile üretim sırasında bağlayıcı bir kimyasal kullanılmadığı için etkili sonuçlar elde edilememiş, kontrol örneklerine benzer sonuçlar çıkmıştır.

Daldırma yöntemi ile boraks uygulaması, üretim sırasında ilave edilen boraksa göre daha etkili sonuçlar vermiştir. %85 GDGK+%15BS-Boraks(D) kağıtların termal dayanımlarının diğerlerine göre daha iyi olduğu, BS ve boraksın birlikte kullanımının kağıdın yanması sırasında kalori oluşumunu azalttığı dolayısı ile yanmayı hızlı bir şekilde sonlandırdığı, hızlı yanma ve hızlı sönmeye sonucu en yüksek kalıntı değeri ve en düşük bozunma oranı elde edildiği, termal dayanıklılık için önemli bir sonuç olarak yanmayı önlemede daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Çalışma sonunda elde edilen sonuçların diğer termal analiz olan LOİ testi ile desteklenmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Optik özellikler açısından BS katkısının ve boraks uygulamasının kağıdın parlaklık değerini azalttığı, sarılık değerini arttırdığı belirlenmiştir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Akoğlu, A., Karahan, A.G., Çakır, İ., Çakmakçı, M.L., 2010. Bakteriyel selülozun özellikleri ve gıda sanayinde kullanımı. *Gıda* 35(2): 127-134.

Araújo, I.M.S., Silva, R.R., Pacheco, G., Lustru, W.R., Terejak, A., Gutierrez, J., Júnior, J.R.S., Azevedo, F.H.C., Figueredo, G.S., Vega, M.L., Ribeiro, S.J.L., Barudc, H.S., 2018. Hydrothermal synthesis of bacterial cellulose-copper oxide nanocomposites and evaluation of their antimicrobial activity. *Carbohydrate Polymers*, 179:341-349. DOI: 10.1016/j.carbpol.2017.09.081

Aydın, D. Y., Gürü, M., Ayar, B., Çakanyıldırım, Ç. 2016. Bor bileşiklerinin alev geciktirici ve yüksek sıcaklığa dayanıklı pigment olarak uygulanabilirliği, *Journal of Boron*, 1(1), 33-39.

American Society of Testing Materials International (ASTM) E313, 2005. Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from

instrumentally measured color coordinates, American Society of Testing Materials International, Philadelphia, PA, USA. <https://www.astm.org/>

Aydıncak, K., 2012. Hidrotermal karbonizasyon yöntemiyle gerçek ve model biyokütlelerden karbon nanoküre sentezi ve karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Bayrak, H., Bayrak, C., Güvendikler, M.E., 2020. Kağıt Sektör Raporu. Doğu Marmara Kalkınma Ajansı, Yayın No: 2020 SAR-KR-009, Kocaeli.

Baysal, E., 1994. Çeşitli borlu ve WR bileşiklerinin kızılçam odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Yüksek Lisans Tezi.

Bielecki, S., Krystynowicz, A., Turkiewicz, M., Kalinowska, H. 2000. Bacterial Cellulose. In: Steinbuchel, A. (Ed), *Biopolymers: Polysaccharides I*, Vol.7, pp. 37-90. WileyVCH Verlag GmbH, Munster, Germany.

Chawla, P.R., Bajaj, I.B., Survase, S.A., Singhal, R.S., 2009. Microbial cellulose: fermentative production and applications. *Food Technology Biotechnology*, 47(2): 107-124.

Curi, K., 1992. Atıkların Geri Kazanımı. *Katı Atık ve Çevre Dergisi*, İstanbul, 7: 3-5.

Dahman, Y., 2009. Nanostructured biomaterials and biocomposites from bacterial cellulose nanofibers. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 9: 5105-5122.

Delmer, D.P., 1999. Cellulose biosynthesis: exciting times for a difficult field of study. *Annual review of plant physiology and plant molecular biology*, 50: 245-276.

Diesen, M., 1998. Economics of the Pulp and Paper Industry. In: Diesen, M. (Eds.), *Papermaking Science and Technology Series, Book 1*. Published In Cooperation with The Finnish Paper Engineers Association and TAPPI, Helsinki.

Dima, S. O., Panaitescu, D. M., Orban, C., Ghiurea, M., Doncea, S. M., Fierascu, R. C., Nistor, C. L., Alexandrescu, E., Nicolae, C. A., Trica, B., Moraru, A., Oancea, F., 2017. Bacterial nanocellulose from side-streams of kombucha beverages production: Preparation and physical-chemical properties. *Polymers*, 9(374): 21-24. DOI: 10.3390/polym9080374

Domskiene, J., Sederaviciute, F., Simonaityte, J., 2019. Kombucha bacterial cellulose for sustainable

- fashion. *International Journal of Clothing Science and Technology* 31(5): 644-652. DOI: 10.1108/IJCST-02-2019-0010
- Dufresne, C., Farnworth, E., 2000. Tea, kombucha, and health: A review. *Food Research International*, 33(6): 409-421. DOI: 10.1016/S0963-9969(00)00067-3
- Eti Maden, 2020. Bor Sektör Raporu, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü.
- Fillat, A., Martínez, J., Valls, C., Cusola, O., Roncero, M. B., Vidal, T., Valenzuela, S. V., Diaz, P., Pastor, F. I. J., 2018. Bacterial cellulose for increasing barrier properties of paper products. *Cellulose*, 25: 6093-6105. DOI: 10.1007/s10570-018-1967-0
- Gallegos, A. M. A., Carrera, S. H., Parra, R., Keshavarz, T., Iqbal, H. M. N., 2016. Bacterial cellulose: A sustainable source to develop value-added products - a review, *BioResources* 11(2): 5641-5655. DOI: 10.15376/biores.11.2.Gallegos
- Gao, W.-H., Chen, K.-F., Yang, R.-D., Yang, F., Han, W.-J., 2011. Properties of bacterial cellulose and its influence on the physical properties of paper, *BioResources* 6(1): 144-153. DOI: 10.15376/biores.6.1.144-153
- Gayathry, G., Gopalaswamy, G., 2014. Production and characterization of microbial cellulosic fibre from *Acetobacter xylinum*. *Indian Journal of Fibre and Textile Research* 39: 93-96.
- Güzel, M., Akpınar, Ö., 2017. *Komagataeibacter hansenii* GA2016 ile bakteriyel selüloz üretimi ve karakterizasyonu. *Gıda*, 42(5): 620-633.
- Hubbe, M.A., Pawlak, J.J., Koukoulas, A.A., 2008. Paper's appearance: a review. *BioResource*, 3:627-665.
- Johnson, D.C., Neogi, A.N., 1989. Sheeted products formed from reticulated microbial cellulose. US Patent, 4863565.
- ISO/DIS 2470, 2016. Paper, board and pulps-Measurement of diffuse blue reflectance factor-Part 1: Indoor daylight conditions (ISO brightness). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Kaminski, K., Jarosz, M., Grudzien, J., Pawlik, J., Zastawnik, P., Pandyra, P., Kołodziejczyk, A. M., 2020. Hydrogel bacterial cellulose: A path to improved materials for new eco-friendly textiles, *Cellulose* 27: 5353-5365. DOI: 10.1007/s10570-020-03128-3
- Karagözoğlu, M. B., Özyonar, F., Yılmaz, A., Atmaca, E., 2009. Katık Atıkların Yeniden Kazanımı ve Önemi. TÜRKAY 2009, Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu, İstanbul, 15-17 Haziran 2009, pp. 1-8.
- Keshk, S.M.A.S., 2014. Vitamin C enhances bacterial cellulose production in *Gluconacetobacter xylinus*, *Carbohydrate Polymers* 99: 98-100. DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.08.060
- Klemm, D., Schumann, D., Udhardt, U., Marsch, S., 2001. Bacterial synthesized cellulose-artificial blood vessels for microsurgery, *Progress in Polymer Science* 26(9): 1561-1603. DOI: 10.1016/S0079-6700(01)00021-1
- Kozłowski, R., Helwig, M., Przepiera, A., 1995. Light-weight, environmentally friendly fire retardant composite boards for panelling and construction. *Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Materials*, 4 (1), 6-11.
- LeVan, S. L., Winandy, J.E., 1990. Effects of fire retardant treatments on wood strength: a review, *Wood and Fiber Science*, 22 (1): 113-131.
- Lee, J. Y., Kim, E. H., Sung, Y. J., 2016. Improvement in the retention and strength of paper made from white-grade wastepaper, *BioResources* 11(2):4718-4726. DOI: 10.15376/biores.11.2.4718-4726.
- Lin, D., Sanchez, P.L., Li, R., Li, Z., 2014. Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* CGMCC 3917 using only waste beer yeast as nutrient source, *Bioresource Technology* 151:113-119. DOI: 10.1016/j.biortech.2013.10.052
- McKinney, R.W.J., 1995. Wastepaper preparation and contaminant removal. In: McKinney, R.W.J. (Ed.), *Technology of Paper Recycling*, Blackie Academic and Professional Publication, London, pp. 48-124.
- Ng, C., Sheu, F., Wang, C., Shyu, Y., 2004. Fermentation of *Monascus purpureus* on agri-byproducts to make colorful and functional bacterial cellulose (NATA), *Microbiology Indonesia*, 4(1), 6- 10.
- Othman, R., Isa, N., Othman, A. 2015. Precipitated calcium carbonate from industrial waste for paper making. *Sains Malaysiana*, 44:1561-1565.
- Özdemir, F., Tutus, A., 2013. Effects of fire retardants on the combustion behavior of high-density fiberboard. *Bioresources*, 8 (2): 1665-1674.
- Peşman, E., 2010. Atık Gazete ve Magazin Kağıtlarının Mürekkep Uzaklaştırma ve Ağartma Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen

Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Rantanen, J., Dimic-Misic, K., Kuusisto, J., Maloney, T., 2015. The effect of micro and nanofibrillated cellulose water uptake on high filler content composite paper properties and furnish dewatering. *Cellulose* 22: 4003-4015. DOI: 10.1007/s10570-015-0777-x.

Reiniati, I., Hrymak, A.N., Margaritis, A., 2017. Recent developments in the production and applications of bacterial cellulose fibers and nanocrystals. *Critical Reviews in Biotechnology*, 37(4), 510-524. DOI: 10.1080/07388551.2016.1189871

Revin, V., Liyaskina, E., Nazarkina, M., Bogatyreva, A., Shchankin, M., 2018. Cost effective production of bacterial cellulose using acidic food industry by-products. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(1): 151-159. DOI:10.1016/j.bjm.2017.12.012.

Saibuatong, O.A., Phisalaphong, M., 2010. Novo aloe vera-bacterial cellulose composite film from biosynthesis. *Carbohydrate Polymers*, 79(2): 455-460. DOI: 10.1016/j.carbpol.2009.08.039

Shen, K.K., Kochesfahani, S.H., Jouffret, F., 2010. Boron-based flame retardants and flame retardancy. In: Morgan, A. B., Wilkie C. A. (Eds.), *Fire Retardancy of Polymeric Materials*, Second Edition, CRC Press, pp.207-237.

Shi, Z., Zhang, Y., Phillips, G.O., Yang, G., 2014.

Utilization of bacterial cellulose in food. *Food Hydrocolloids* 35: 539-545. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.07.012.

TAPPI T205 sp-02, 2002. Forming handsheets for physical tests of pulp. TAPPI Press, Technical Association of the Pulp and Paper Industry, Atlanta, <https://www.tappi.org/>

TAPPI T402 om-93, 1993. Standard conditioning and testing atmospheres for paper, board, pulp handsheets, and related products. TAPPI Press, Technical Association of the Pulp and Paper Industry, Atlanta, <https://www.tappi.org/>

TAPPI T 527 om-13, 2013. Color of paper and paperboard (d/0°, C/2), TAPPI Press, Technical Association of the Pulp and Paper Industry, Atlanta, <https://www.tappi.org/>

Watanabe, K., Tabuchi, M., Morinaga, Y., Yoshinaga, F., 1998. Structural features and properties of bacterial cellulose produced in agitated culture. *Cellulose* 5(3):187-200.

Yamanaka, S., Sugiyama, J., 2000. Structural modification of bacterial cellulose. *Cellulose* 7(3):213-225. DOI: 10.1023/A:1009208022957

Yuan, J., Wang, T., Huang, X., and Wei, W., 2016. Dispersion and beating of bacterial cellulose and their influence on paper properties. *BioResources* 11(4):9290-9301. DOI: 10.15376/biores.11.4.9290-9301

Ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan poliüretan verniklerin parlaklığına ısıtma işlem yöntemi ve işlem sıcaklığının etkisi

The effect of heat treatment method and process temperature on the glossiness of polyurethane varnishes applied to wood material surfaces

Erol KOÇ¹
Hüseyin PELİT²

¹ Konsept Mimarlık, Akşemsettin Mahallesi, 34925, Sultanbeyli, İstanbul

² Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Düzce

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)
Hüseyin PELİT
huseyinpelit@duzce.edu.tr

Geliş tarihi (*Received*)
20.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)
05.07.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)
Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Koç, E. & Pelit, H. (2022). Ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan poliüretan verniklerin parlaklığına ısıtma işlem yöntemi ve işlem sıcaklığının etkisi. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 238-246. DOI: 10.17568/ogmoad.1090092

Öz

Bu çalışmada, farklı yöntemlerle ve farklı sıcaklık seviyelerinde ısıtma işlemli ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan poliüretan verniklerin parlaklık özellikleri incelenmiştir. Kayın (*Fagus sylvatica* L.) ve sarıçam (*Pinus silvestris* L.) odunu örnekleri üç farklı yöntem (ThermoWood, yağlı işlem ve sıcak hava) ve üç farklı sıcaklık (170 °C, 190 °C ve 210 °C) uygulanarak ısıtma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra örnek yüzeyleri endüstriyel uygulamalara göre poliüretan vernik ile kaplanmıştır. Parlaklık ölçümleri TS EN ISO 2813 esaslarına uyularak gerçekleştirilmiştir. Verniksiz örnekler için, yağlı işlem yöntemi ile ısıtma işlem görmüş örneklerde daha düşük parlaklık değerleri belirlenmiştir. ThermoWood ve sıcak hava yöntemleri ile muamele edilmiş örneklerde parlaklık değerleri benzer bulunmuş ve bu örneklerde, düşük sıcaklıktaki (170 °C) ısıtma işlem sonrası parlaklıklar kontrol örneklerine göre artmıştır. Vernikli örneklerde ise ısıtma işlem yönteminin etkisi parlaklık üzerinde önemsiz bulunmuştur. Diğer taraftan, hem verniksiz hem de vernik uygulanmış örneklerde ısıtma işlem sıcaklığı artışına bağlı olarak yüzey parlaklık değerleri azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ağaç malzeme, ısıtma işlem, parlaklık, vernik

Abstract

In this study, the glossiness properties of polyurethane varnishes applied to the surfaces of heat-treated wood materials with different methods and different temperature levels were investigated. Beech (*Fagus sylvatica* L.) and Scots pine (*Pinus silvestris* L.) wood samples were heat treated by applying three different methods (ThermoWood, oil treatment and hot air) and three different temperatures (170 °C, 190 °C and 210 °C). Then, the sample surfaces were covered with polyurethane varnish according to industrial applications. Gloss measurements were carried out in accordance with TS EN ISO 2813 principles. For the unvarnished samples, lower gloss values were determined for the samples that were heat-treated with the oil treatment method. The gloss values were found to be similar in the samples treated with ThermoWood and hot air methods, and in these samples, the glosses increased after the heat treatment at low temperature (170 °C) compared to the control samples. For the varnished samples, the effect of the heat treatment method was found to be insignificant on the gloss. On the other hand, surface gloss values decreased due to the increase in heat treatment temperature in both unvarnished and varnished samples.

Keywords: Wood material, heat treatment, glossiness, varnish



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ağaç malzeme değişik renk ve desene sahip olması, ses, ısı ve elektriği az iletmesi, kimyasal maddelerden az etkilenmesi, renklendirme, vernikleme gibi yüzey işlemleri uygulanarak daha çekici hale getirilebilmesi ve eskidikçe koyu renk ve güzel görünüm kazanması gibi nedenlerle sıklıkla tercih edilmekte ve evrensel bir malzeme olarak kabul görmektedir (Kurtoğlu, 2000). Günümüzde ise teknolojik gelişmelerle birlikte kullanım alanı oldukça artan endüstriyel bir malzeme haline gelmiştir. İnsan nüfusundaki artış ve yeni kullanım alanları ağaç malzemeye olan talebi arttırmakta ancak özellikle kaliteli ağaç türlerinin giderek azalmasına neden olmaktadır. Bu durum mevcut kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılmasını, düşük direnç özelliklerine sahip ağaç türlerinin modifikasyonu ile sektörde kullanımını ve değişik malzemeler üretilmesini zorunlu kılmaktadır (Pelit, 2014).

Isıl işlem, kimyasal modifikasyon, yüzey modifikasyonu, farklı empenye ve yoğunlaştırma prosesleri ahşap modifikasyon yöntemleri olarak uygulanmaktadır (Rowell, 2012; Sandberg ve ark., 2017; Bäder ve ark., 2018).

Isıl işlem, yaş haldeki veya kurutulmuş ahşabın herhangi bir kimyasal kullanılmadan fırın veya tank sisteminde ve nispeten yüksek sıcaklıklarda (150 °C - 260 °C) işlem görmesine dayanan fiziksel bir işlemdir. Isıl işlem, fiziksel bir süreç olmasına rağmen, ahşapta higroskobisite, boyutsal stabilite, permabilite ve çürüme direnci gibi özellikleri etkileyen ahşabın temel bileşenlerinin (selüloz, hemiselüloz ve lignin) kimyasal olarak değişmelerine neden olur (Boonstra, 2016).

Yeni özellikler kazanan ısıl işlemlili ahşabın denge rutubet miktarı azalır ve ortam koşullarına bağlı olarak gerçekleşen daralma ve şişme azalarak boyutsal stabilitesi önemli derecede artar (Korkut ve Güller 2008; Kaygın ve ark., 2009; Aydemir ve ark., 2011; Pelit ve ark., 2014; Kocaefe ve ark., 2015). Ayrıca biyolojik bozunmaya karşı direnci büyük ölçüde iyileşir (Kamdem ve ark., 2002; Yalçın ve Şahin 2015). Diğer taraftan, ahşabın temel bileşenlerindeki termal bozunma ve oluşan kütle kayıpları nedeniyle ısıl işlemlili ahşabın mekanik direnç özellikleri azalır (Bekhta ve Niemi, 2003; Yıldız ve ark., 2006; Boonstra ve ark., 2007; Korkut ve ark., 2008).

Isıl işlem uygulamaları ağaç işleri endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Pek çok ülkede farklı ısıl işlem yöntemleri ve prosesleri kullanılmakta ve bu uygulamalar gün geçtikçe geliştirilmektedir (Es-

teves ve Pereira, 2009; Şahin ve Güler 2018). Günümüzde yaygın olarak kullanılan yalnız ısı, sıcak yağ, higrotermal (buhar, nem ve ısının aynı anda etki ettiği koşul) ve hidrotermal (sıcak su ile elde edilen ısı enerjisinin kullanımı) esaslı ısıl işlem metotlarıdır. Bu metotların arasındaki temel farklar; uygulanan işlem şartlarına (ıslak ve kuru işlem, ısıtma ortamı, koruyucu gaz kullanımı, ısıtma ve soğutma safhaları, uygulama süresi vb.), ısıl işlem uygulaması için gerekli ekipmanlara (ısıl işlem kazanı, işlem fırını vb.) ve kullanılan ağaç malzeme özelliklerine (ağaç türü, rutubet içeriği, boyutlar vb.) dayandırılmaktadır (Boonstra, 2008; Korkut ve Kocaefe 2009).

Yüksek sıcaklık etkisi ile ahşap malzemenin rengi koyulaşmaktadır. Malzeme kahverengimsi bir ton ve karakteristik bir koku kazanır. Malzemedeki renk değişimi ısıl işlem metoduna ve özellikle işlem sıcaklığı ile süresine bağlıdır (Mayes ve Oksanen 2002; Pelit, 2017). Isıl işlemlili ahşabın dış ortam koşullarına karşı renk stabilite direnci normal ahşaptan daha iyidir. Ancak, ısıl işlemlili ahşap yüzeyi bir dış koruyucuyla muamele edilmezse normal ahşapta olduğu gibi renk değişimi meydana gelmektedir (Syrjanen ve Kangas, 2000; Ayadi ve ark., 2003; Aydemir ve Gündüz, 2009).

Isıl işlem uygulanan ahşabın harici etkilere (nem, asit yağmuru, UV ışını vb.) karşı korunması için çeşitli üst yüzey gereçleri ile kaplanmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Ulay, 2018).

Ahşap malzeme ile üretilen mobilya ve dekorasyon elemanları ile çeşitli yapı elemanlarının korunmasında katman yapıcı üst yüzey gereçleri günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Vernikler ve boyalar en çok kullanılan üst yüzey gereçleridir ve muamele edilmiş ahşabın en dış tabakasını oluştururlar. Üst yüzey işlemlerinin temel amacı, ahşabın yüzeyini korumak ve ona güzel bir görünüm kazandırmaktır (Kurtoğlu, 2000; Sönmez, 2005; Rowell, 2012). Vernik veya boyalar için alkid, poliüretan, akrilat, polyester ve nitroselüloz günümüzde yaygın olarak kullanılan bağlayıcı reçinelerdir. Ayrıca bu reçinelerin farklı miktarlardaki kombinasyonları kullanılarak özel reçineler elde edilebilmektedir (Sönmez ve Budakçı, 2004; Rowell, 2012). Bağlayıcı reçine seçiminde, mobilya ürününün kullanım yeri ve burada karşılaşılabileceği muhtemel etkiler belirleyici olmaktadır. Diğer taraftan, boya ve vernik gibi üst yüzey gereci uygulanmış bir üründe parlaklık, renk, pürüzlülük gibi parametreler ürünün estetik özelliklerini değiştirmekte ve kullanıcı tercihlerini büyük ölçüde etkilemektedir.

Bu çalışmanın amacı, farklı yöntemler kullanılarak ve farklı sıcaklık seviyelerinde ısıl işlemlili ağaç

malzeme yüzeylerine uygulanan poliüretan verniklerin parlaklık özelliklerini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Ağaç malzeme

Bu çalışmada, mobilya ve dekorasyon uygulamalarında sıklıkla tercih edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.) odunları kullanılmıştır. Ağaç malzemeler, tesadüfi örnekleme yöntemine göre ve hava kurusu haldeki birinci sınıf latalardan temin edilmiştir. Ağaç malzemelerin büyüme kusuru içermemesine, çürüksüz ve sağlam olmasına özen gösterilmiştir.

Hava kurusu haldeki latalar, TS 2470 (1976)'de belirtilen esaslara uyularak yıllık halkalar yüzeylere dik gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından 350×70×15 mm (boyuna yön × radyal yön × teğet yön) taslak ölçülerinde yeterli miktarda kesilmiştir. Isıl işlem uygulamalarından önce, hazırlanan ağaç malzeme örnekleri TS 2471 (1976)'e göre 20±2 °C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem koşullarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir.

2.2. Isıl işlem

Ağaç malzemelere ısıl işlem uygulaması üç farklı yöntem (ThermoWood, yağlı ısıl işlem ve sıcak hava yöntemleri) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm ısıl işlem yöntemleri için, ağaç malzemelere hedeflenen üç farklı sıcaklık seviyesinde (170 °C, 190 °C ve 210 °C) ısıl işlem uygulanmıştır. Her üç yöntem için, hedeflenen sıcaklıklardaki ısıl işlem süresi 2 saat, her bir deney numunesinin toplam ısıl işlem süresi ise 36 saat sürmüştür.

ThermoWood yöntemi üç aşamada (yüksek sıcaklıkta kurutma, ısıl işlem, soğutma ve kondisyonlama) gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada ısı ve buhar kullanılarak fırın sıcaklığının hızlı bir şekilde artırılması ile yaklaşık %0 rutubete kadar kurutulmuş olan örnekler ikinci aşamada, hedeflenen sıcaklıklarda ve sürede ısıl işlem uygulanmıştır. Üçüncü aşamada ise sıcaklık düşürülüp su spreyi kullanılarak örneklerin rutubet miktarının yaklaşık %4-6'ya ulaşması sağlanmıştır (FTA, 2003).

Yağlı işlem yönteminde, öncelikle örnekler bezir yağı ile empenye edilmiştir. Emprenye öncesi, bezir yağı %25 oranında sentetik tiner ile inceltmiştir. Ahşap örnekler ise 60 °C sıcaklıkta 48 saat süre ile etüv fırınında bekletilmiş ve ardından fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Emprenye işlemi dolu hücre metoduna göre kapalı bir tank düzenekte gerçekleştirilmiştir. Öncelikle ahşap örnekler bir kap içerisine konularak empenye tankına yerleştirilmiştir. Ardından, 30 dakika süre ile 760 mm

Hg basınca eşdeğer bir ön vakum işlemi uygulanarak ahşap örneklerin hücre boşluklarındaki hava alınmıştır. Daha sonra vakum vanası kapatılarak örnekler vakum altında iken bir hortum aparatıyla örneklerin bulunduğu kap içerisine empenye çözeltilisi doldurulmuştur. Ardından, 30 dakika süre ile 8 kp/cm² basınç uygulanarak empenye işlemi bitirilmiştir (Bozkurt ve ark., 1993).



Şekil 1. Emprenye işlemi
Figure 1. Impregnation process

Emprenye işlemi (Şekil 1) sonrası, örneklerin üzerinde kalan fazla empenye çözeltileri silinerek hemen ağırlık tartımları yapılmış (±0,01 g. hassasiyetinde) ve yağ ağırlıklar belirlenmiştir. Deney örnekleri tarafından absorbe edilen empenye maddesi retensiyon oranı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$R = \frac{G \times C}{V} \times 10$$

Eşitlikte;

R : retensiyon miktarı (kg/m³),

G : Mes - M0eö (emprenye sonrası yağ ağırlık - empenye öncesi ağırlık) (g),

C : empenye maddesi çözeltilisinin konsantrasyonu (%),

V : örnek hacmini (cm³) ifade etmektedir.

Yağlı işlem ve sıcak hava yöntemleri sıcaklık duyarlılığı ±3 °C olan ısıl işlem fırınında uygulanmıştır. Her iki yöntemde, ahşap örnekler atmosferik basınç altında hedeflenen sıcaklıklarda ve sürede ısıl işleme tabi tutulmuştur. Yağlı ısıl işlem sonrası, deney örnekleri yüzeylerindeki yanan yağ tabakaları sistreleme işlemi yapılarak temizlenmiştir. Tüm ısıl işlemlerden sonra, deney örnekleri 20±2 °C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem koşullarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar iklimlendirme dolabında bekletilmiştir. Ardından örnekler 80×60×10 mm (boyuna yön × radyal yön × teğet yön) ölçülerinde ve her bir test değişkeni için 6 tekrarı ($n = 6$) sağla-

yacak sayıda kesilmiştir. Toplam 144 adet (2 ağaç türü × 3 ısıtma işlem yöntemi × 4 ısıtma işlem sıcaklığı × 6 tekrür) örnek hazırlanmıştır. Daha sonra örnek yüzeyleri sırası ile 150 ve 180 kum zımpara ile zımparalanmış ve basınçlı hava ile tozları alınarak vernikleme için hazır hale getirilmiştir.

2.3. Vernik uygulaması

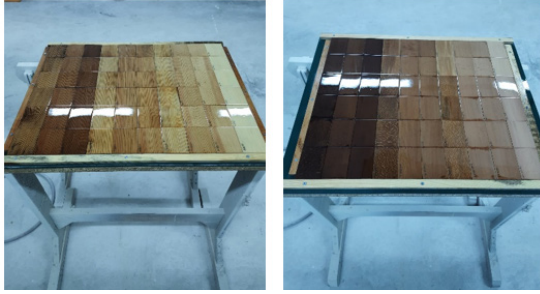
Çalışmada çift bileşenli ve parlak özellikteki poliüretan ahşap verniği kullanılmıştır (Şekil 2). Kullanılan verniğe ait bazı teknik özellikler Tablo 1’de gösterilmiştir. Deney örneklerinin verniklenmesi ASTM-D 3023 (2011)’de belirtilen esaslara uyula-

rak yapılmıştır. Verniklerin uygulamaya hazır hale getirilmesinde ve uygulanmasında üretici firmanın önerileri dikkate alınmıştır.

PU dolgu verniği iki çapraz kat şeklinde uygulanmış ve 12 saat bekleme sonrasında 320 kum zımpara ile deney örneklerinin yüzeyleri zımparalanmıştır. Tozları alınan deney örneklerinin yüzeylerine katlar arasında 20 dk. beklenip iki çapraz kat şeklinde PU son kat vernik uygulanmıştır. Vernik uygulaması yapılan örnekler yer düzlemine paralel konumda, direkt güneş ışınlarına maruz kalmadan ve oda sıcaklığında 3 hafta süre ile bekletilmiştir.

Tablo 1. Verniklere ait bazı özellikler
Table 1. Some properties of varnishes

Vernik çeşidi	pH	Yoğunluk (g/cm ³)	Uygulama viskozitesi (sn/DIN Cup 4mm/20 °C)	Uygulanacak vernik miktarı (g/m ²)	Katı madde miktarı (%)	Uygulama gereci	Tabanca uç açıklığı (mm)
PU (dolgu)	6,7	1,01	18	100	40,4	Püskürtme tabancası	1,8
PU (son kat)	5,5	0,99	18	100	41,1	Püskürtme tabancası	1,8



Şekil 2. Deney örneklerine PU vernik uygulaması
Figure 2. PU varnish application to test samples



Şekil 3. Parlaklık ölçümü
Figure 3. Glossiness measurement

2.4. Yüzey parlaklığının belirlenmesi

Parlaklık ölçümleri TS 4318 EN ISO 2813 (2002) esaslarına uyularak parlaklık ölçüm cihazı (Glossmeter) ile yapılmıştır (Şekil 3). Vernikleme öncesi ve sonrası ısıtma işlemli ve kontrol grubu her bir örnek yüzeyinde liflere dik olacak şekilde tek parlaklık ölçümü alınarak kaydedilmiştir.

Boya ve vernik katmanlarının parlaklığı tespit edilirken 20° mat katmanların, 60° hem mat hem de parlak katmanların, 85° ise çok parlak katmanların yüzey parlaklığını belirlemek için kullanılmaktadır (Sönmez, 1989). Ölçümler 60±2°’de ölçüm yapan parlaklık ölçme cihazı ile yapılmış ve cihaz her grup ölçümünden önce iyi cilalanmış, düzgün yüzeyli, kırılma indisi 1,567 olan ve parlaklığı her geometri için 100 olarak belirlenmiş siyah cam ile kalibre edilmiştir.

2.5. İstatistiksel değerlendirme

Ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan poliüretan verniklerin parlaklık özellikleri üzerine farklı yöntemlerle ve farklı sıcaklıklarda uygulanan ısıtma işleminin etkisinin belirlenmesi amacıyla 0,05 önem düzeyinde çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ağaç türü, ısıtma işlem yöntemi ve ısıtma işlem sıcaklığı faktörlerinin kendi içerisindeki farklılıklar, Duncan testleri ile en küçük önemli fark (LSD) değerine göre homojenlik gruplarına ayrılarak karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Yağlı işlem öncesi bezir yağı ile ön-emprenye edilmiş çam ve kayın odunu örnekleri tarafından

absorbe edilen empenye maddesi (retensiyon) oranlarının aritmetik ortalamaları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2. sonuçları incelendiğinde, sarıçam örneklerine göre kayın örneklerinde daha yüksek retensiyon değerleri elde edilmiştir. Ağaç türlerinin empenye edilebilme özelliklerinin sonuçlar üze-

rinde etkili olduğu söylenebilir.

Üç farklı yöntem ve üç farklı sıcaklık uygulanarak ısıtılmış çam ve kayın odunu örneklerinin vernikleme öncesi ve vernikleme sonrası yüzey parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 2. Deney örneklerinin ortalama retensiyon değerleri
Table 2. Average retention values of test samples

Ağaç türü	Retensiyon (kg/m ³)	
	\bar{x}	St.S
Çam	318	27
Kayın	394	19

\bar{x} : Aritmetik ortalama, St.S: Standart sapma

Tablo 3. Yüzey parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları
Table 3. Analysis of variance results of surface glossiness values

Faktör	Vernik öncesi		Vernik sonrası	
	F değeri	$p \leq 0,05$	F değeri	$p \leq 0,05$
Ağaç türü (A)	132,5503	0,0000*	68,0191	0,0000*
Isıl işlem yöntemi (B)	495,1979	0,0000*	1,9437	ns
Isıl işlem sıcaklığı (C)	59,8966	0,0000*	21,2665	0,0000*
Etkileşim (AB)	50,4263	0,0000*	0,5571	ns
Etkileşim (AC)	16,9160	0,0000*	1,6772	ns
Etkileşim (BC)	56,2433	0,0000*	0,3128	ns
Etkileşim (ABC)	8,4625	0,0000*	0,6118	ns

*: 0,05’e göre önemli, ns: Önemsiz

Varyans analizi sonucuna göre; verniksiz örnekler için, yüzey parlaklık değerleri üzerinde ağaç türü, ısıtılmış işlem yöntemi ve ısıtılmış işlem sıcaklığı faktörleri ile bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Vernik uygulanmış örnekler için, parlaklık değerleri üzerinde ağaç türü ve

ısıtılmış işlem sıcaklığı faktörleri önemli, diğer faktörler ise önemsiz bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Ahşap örneklerin vernikleme öncesi ve sonrası yüzey parlaklık özellikleri için ağaç türü, ısıtılmış işlem yöntemi ve ısıtılmış işlem sıcaklığı düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Ağaç türü, ısıtılmış işlem yöntemi ve ısıtılmış işlem sıcaklığı düzeyinde ahşap örneklerin yüzey parlaklık değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Table 4. Duncan test comparison results of the surface glossiness values of wood samples at the level of wood type, heat treatment method and heat treatment temperature

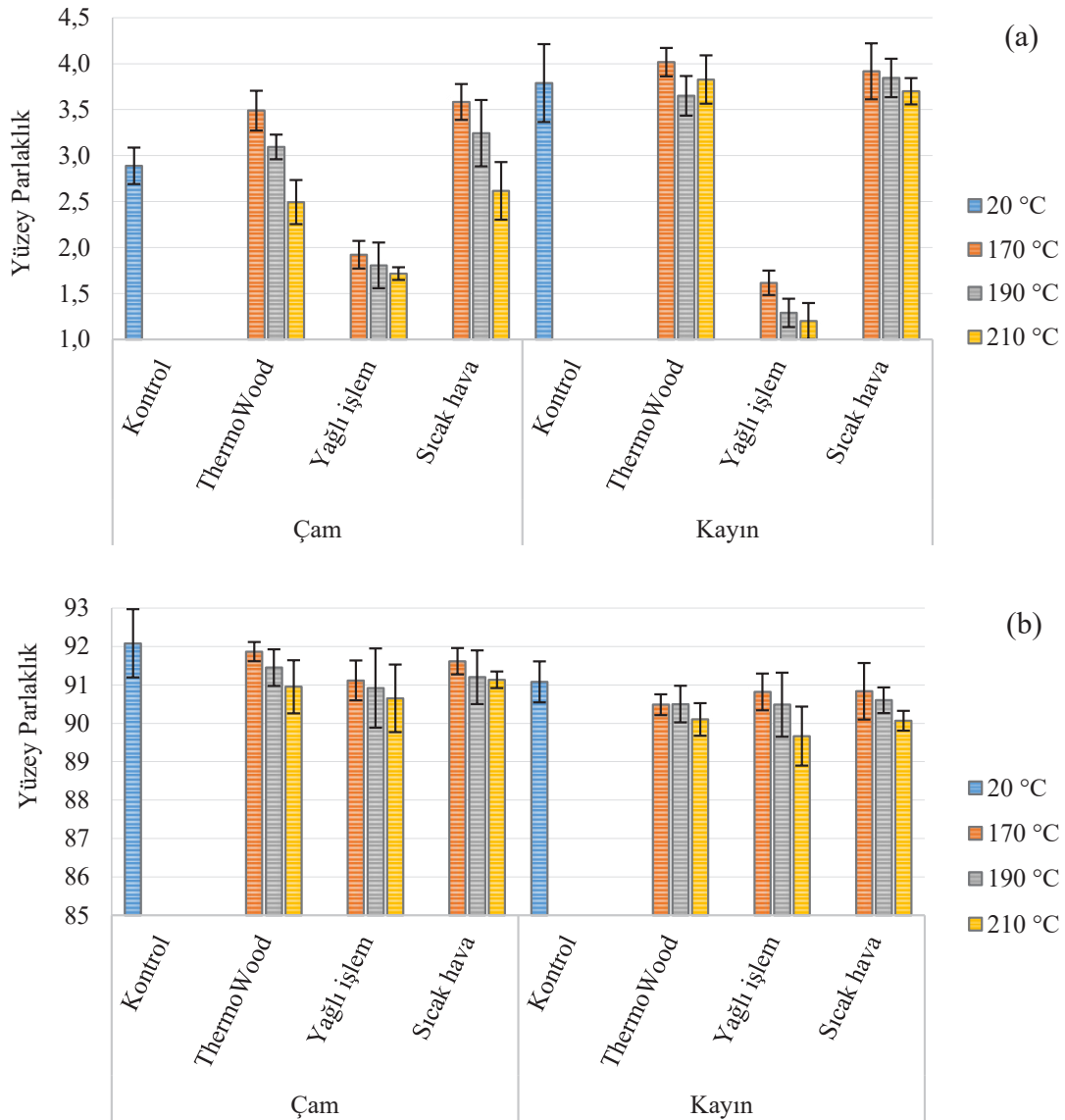
Faktör	Vernik öncesi		Vernik sonrası	
	OD (g/cm ³)	HG	OD (g/cm ³)	HG
Ağaç türü				
Çam	2,72	b	91,43	a
Kayın	3,20	a	90,57	b
Isıl işlem yöntemi				
ThermoWood	3,41	a	91,06	a
Yağlı işlem	2,03	b	90,85	a
Sıcak hava	3,45	a	91,08	a
Isıl işlem sıcaklığı				
Kontrol	3,34	a	91,58	a
170 °C	3,09	b	91,12	b
190 °C	2,82	c	90,86	b
210 °C	2,59	d	90,43	c

OD: Ortalama değer, HG: Homojenlik gurubu

Tablo 4'e göre, vernik uygulanmamış örnekler için yüzey parlaklık değeri sarıçam örneklerine göre kayın örneklerinde daha yüksek belirlenmiştir. Bu durum hem ısı işlemsiz hem de tüm ısı işlemleri örneklerde değişmemiştir (Şekil 4a). Ağaç malzemelerin makroskobik özelliklerinin sonuçlar üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Zira, kayın odununun radyal kesitinde öz ışınlarının şeritler halinde bulunması yüzey parlaklığını artırıcı bir etki yapmaktadır (Bozkurt ve Erdin 2011; Örs ve Keskin 2008). Vernik uygulanmış örneklerde ise yüzey parlaklık değerleri her iki ağaç türünde yakın olmakla birlikte çam örneklerinde daha yüksek belirlenmiştir.

Bu durum hem ısı işlemsiz hem de tüm ısı işlemleri örneklerde yine değişmemiştir (Şekil 4b).

Isıl işlem yöntemine ilişkin, verniksiz örneklerdeki en yüksek parlaklık değeri ThermoWood ve sıcak hava yöntemi ile işlem görmüş örneklerde, en düşük ise yağlı işlem görmüş örneklerde belirlenmiştir (Tablo 4). Her iki ağaç türünde de, sıcak hava ve ThermoWood yöntemi ile ısı işlem görmüş örneklerde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu iki yöntemle göre, yağlı işlem yönteminde parlaklık değerleri önemli derecede azalmıştır. Bu durum kayın örneklerinde daha belirgindir (Şekil 4a).



Şekil 4. Farklı koşullarda ısı işlem görmüş çam ve kayın örneklerin vernikleme öncesi (a) ve vernikleme sonrası (b) parlaklık değerleri

Figure 4. Gloss values before (a) and after (b) varnishing of pine and beech samples heat-treated under different conditions

Yağlı işlem yönteminde, ağaç malzemelere emdirilen yağın yüksek sıcaklıklara maruz kalması sonucunda matlaştırıcı bir etkiye neden olduğu görülmüştür. Diğer taraftan, vernik uygulanmış örneklerin yüzey parlaklık değerleri her bir ısı işlem yönteminde benzer bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 4). Böylece, ahşap örneklerin yüzey parlaklık değerleri üzerinde esas etkili olan faktörün son yüzey işlemini olduğu söylenebilir.

Isıl işlem sıcaklığı düzeyinde, hem vernikleme öncesi hem de vernik uygulamalarından sonra en yüksek parlaklık değeri ortalaması kontrol (ısı işlem-siz) örneklerde, en düşük ise 210 °C sıcaklıkta ısı işlem görmüş örneklerde tespit edilmiştir (Tablo 4). Vernik uygulamalarından önce, sarıçam örneklerde ThermoWood ve sıcak hava yöntemi ile 170 °C ve 190 °C sıcaklıkta ısı işlem sonrası parlaklık değerleri kontrol (ısı işlem-siz) örneklerle göre artmıştır. Kayın odununda ise kontrol örneklerle benzer bulunmuştur. Tüm ısı işlem yöntemlerinde, her iki ağaç türü için sıcaklık artışına bağlı olarak yüzey parlaklık değerleri azalmıştır (Şekil 4a).

ThermoWood, yağlı işlem ve sıcak hava yöntemleri ile 210 °C'de ısı işlemli çam örneklerde parlaklık değeri kontrol (ısı işlem-siz) örneklerle göre sırası ile %14, %41 ve %9; kayın örneklerde sırası ile %-1, %68 ve %2 azalmıştır. Literatürde, ısı işlem sıcaklığı artışı ile ahşap örneklerin parlaklık özelliklerinin azaldığı ve bununda, işlem sıcaklığı artışı ile yüzey pürüzlülük değerlerindeki artıştan ve ahşap örneklerin rengindeki koyulaşma nedeniyle, yüzeye gelen ışığın bir miktar emilerek şiddetinin azalması ve yansıma açısının değişmiş olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Pelit 2014; Pelit ve ark., 2015). Ayrıca, farklı ağaç türlerinde gerçekleştirilen ısı işlemler sonrasında işlem koşullarına bağlı olarak parlaklık değerlerinin işlemsiz örneklerle göre genellikle azaldığı rapor edilmiştir (Aksoy ve ark., 2011; Karamanoğlu ve Akyıldız 2013; Korkut ve ark., 2013; Gürleyen ve ark., 2018).

Vernik uygulamalarından sonra ise, tüm ısı işlemli çam ve kayın örneklerin parlaklık değeri kontrol (ısı işlem-siz) örneklerle göre daha düşük belirlenmiştir. Ayrıca, verniksiz örneklerde olduğu gibi, tüm ısı işlem yöntemlerinde sıcaklık artışına bağlı olarak verniklenmiş örneklerin yüzey parlaklık değerleri azalmıştır (Şekil 4b). Önceki çalışmalarda da, ısı işlem görmüş ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik türlerinde parlaklık değerlerinin ısı işlem sıcaklığı artışı ile azaldığı ifade edilmiştir (Özalp ve ark., 2009; Çakıcıer ve ark., 2011a,b; Pelit ve ark., 2015).

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, sarıçam ve kayın odunu yüzeylerine uygulanan poliüretan verniklerin parlaklık özellikleri üzerine farklı yöntemlerle ve farklı sıcaklıklarda uygulanan ısı işlemlerin etkisi araştırılmıştır. Vernik uygulamaları öncesi, yağlı yöntem ile ısı işlem görmüş tüm örneklerin parlaklık değerleri kontrol (ısı işlem-siz) örneklerle göre önemli oranda azalmıştır. ThermoWood ve sıcak hava yöntemleri ile muamele edilmiş örneklerin parlaklık değerleri arasında önemli bir fark görülmezken, bu örneklerin düşük sıcaklıklardaki (170 °C ve 190 °C) ısı işlemi sonrası parlaklık değerleri kontrol örneklerle göre artmıştır. Diğer taraftan, tüm yöntemlerde sıcaklık artışına bağlı olarak parlaklık değerleri azalmıştır. Bu durum sarıçam örneklerde daha belirgindir.

Vernik uygulanmış tüm ısı işlemli örneklerde, ısı işlemsiz örneklerle göre yüzey parlaklık değerleri genel olarak azalmıştır. Ancak, ısı işlem yönteminin etkisi parlaklık değerleri üzerinde önemsiz bulunmuştur. Ayrıca, verniksiz örneklerle benzer şekilde ısı işlem sıcaklığı artışı ile yüzey parlaklık değerleri her iki ağaç türü için azalmıştır. Sonuç olarak, ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan poliüretan verniklerin parlaklık değerleri üzerinde ısı işlem yönteminin etkili olmadığı ancak, ısı işlem sıcaklığı artışının matlaştırıcı bir etki yaptığı söylenebilir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Aksoy, A., Devenci, M., Baysal, E., Toker, H. 2011. Colour and gloss changes of Scots pine after heat modification. *Wood Research*, 56(3), 329-336.

ASTM D3023-98, 2011. Standard Practice for Determination of Resistance of Factory-Applied Coatings on Wood Products to Stains and Reagents. American Society for Testing and Materials, USA.

Ayadi, N., Lejeune, F., Charrier, F., Charrier, B., Merlin, A. 2003. Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 61(3), 221-226. <https://doi.org/10.1007/s00107-003-0389-2>

Aydemir, D., Gündüz, G. 2009. Ahşabın fiziksel, kimyasal, mekaniksel ve biyolojik özellikleri üzerine ısıyla muamelenin etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergi-*

si, 11(15), 61-70.

Aydemir, D., Gündüz, G., Altuntaş, E., Ertas, M., Şahin, H. T., Alma, M. H. 2011. Investigating changes in the chemical constituents and dimensional stability of heat-treated hornbeam and Uludağ fir wood, *BioResources* 6(2), 1308-1321. <https://doi.org/10.15376/biores.6.2.1308-1321>

Bäder, M., Bak, M., Nemeth, R., Rousek, R., Horníček, S., Dömeny, J., Klímek, P., Rademacher, P., Kudela, J., Sandberg, D., et al. 2018. Wood densification processing for newly engineered materials. In: 5th International conference on processing technologies for the forest and bio-based products industries (PTF BPI 2018), Freising/Münich, Germany, pp. 255–263.

Bekhta, P., Niemz, P. 2003. Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood, *Holzforschung*, 57(5), 539-546. <https://doi.org/10.1515/HF.2003.080>

Boonstra, M. J., 2008. A Two-Stage Thermal Modification of Wood, Ph.D. Thesis, Co-supervised by Ghent University, Ghent, Belgium, and Université Henry Poincaré, Nancy, France. <https://biblio.ugent.be/publication/468990>

Boonstra, M. J. 2016. Dimensional stabilization of wood and wood composites, in: *Lignocellulosic Fibers and Wood Handbook: Renewable Materials for Today's Environment*, N. Belgacem, and A. Pizzi (eds.), Wiley, Hoboken, NJ, USA, pp. 629-655. <https://doi.org/10.1002/9781118773727.ch26>

Boonstra, M. J., Van Acker, J., Tjeerdsm, B. F., Kegel, E. V. 2007. Strength properties of thermally modified softwoods and its relation to polymeric structural wood constituents, *Ann. For. Sci.* 64(7), 679-690. <https://link.springer.com/article/10.1051/forest:2007048>

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N. 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3779/425.

Bozkurt A.Y., Erdin N. 2011. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, 2. Basım, Yayın No: 5029, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Çakıcıer, N., Korkut, S., Güler, F.D. 2011a. Effects of heating treatment on some of the physical properties of varnish layers applied on various wood species. *African Journal of Biotechnology*, 10(9), 1578-1585. <https://doi.org/10.5897/AJB10.1341>

Çakıcıer, N., Korkut, S., Korkut, D.S. 2011b. Varnish layer hardness, scratch resistance, and glossiness of various wood species as affected by heat treatment. *BioResources*, 6(2), 1648-1658.

Esteves, B. M., Pereira, H. M. 2009. Wood modification by heat treatment: A review, *BioResources* 4(1), 370-404. <https://doi.org/10.15376/biores.4.1.370-404>

Finnish Thermowood Association (thermowood.fi). ThermoWood Handbook. thermalwoodcanada.com/images/PDF/Thermowood_handbook.pdf; Ziyaret tarihi:

21/12/2021.

Gürleyen, L., Esteves, B., Ayata, Ü., Gürleyen, T., Çınar, H. 2018. The effects of heat treatment on colour and glossiness of some commercial woods in Turkey. *Drewno*. 61(201). <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.227.03>

Kamdern, D.P., Pizzi, A., Jermannaud, A., 2002. Durability of heat treated wood. *Holz als Roh-und Werkstoff* 60(1): 1-6. <https://doi.org/10.1007/s00107-001-0261-1>

Karamanoğlu, M., Akyıldız, M. H. 2013. Colour, gloss and hardness properties of heat treated wood exposed to accelerated weathering. *Pro Ligno*, 9(4), 729-738.

Kaygın, B., Gündüz, G., Aydemir, D. 2009. Some physical properties of heat-treated paulownia (*Paulownia elongata*) wood, *Dry. Technol.* 27(1), 89-93. <https://doi.org/10.1080/07373930802565921>

Kocaefe, D., Huang, X., Kocaefe, Y. 2015. Dimensional stabilization of wood, *Curr. For. Rep.* 1(3), 151-161. <https://doi.org/10.1007/s40725-015-0017-5>

Korkut, S., Kocaefe, D. 2009. Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 5(2), 11–34.

Korkut, D. S., Guller, B. 2008. The effects of heat treatment on physical properties and surface roughness of red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood. *Bioresource Technology*, 99(8), 2846-2851. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.06.043>

Korkut, D. S., Hiziroglu, S., Aytin, A. 2013. Effect of heat treatment on surface characteristics of wild cherry wood. *BioResources*, 8(2), 1582-1590. <https://doi.org/10.15376/biores.8.2.1582-1590>

Korkut, S., Kök, M. S., Korkut, D. S., Gürleyen, T. 2008. The effects of heat treatment on technological properties in red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood, *Bioresource Technology*, 99(6), 1538-1543. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.04.021>

Kurtoğlu, A., 2000. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri I. Cilt Genel Bilgiler Ders Kitabı, Yayın No: 463, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.

Mayes, D., Oksanen, O., 2002. Thermowood Handbook. Finnforest, Finland.

Pelit, H. 2017. The effect of different wood varnishes on surface color properties of heat treated wood materials. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(2), 262-274. <https://doi.org/10.17099/jffiu.300010>

Pelit H. 2014. Yoğunlaştırma ve ısıl işlemin doğu kayını ve sarıçamın bazı teknolojik özellikleriyle üstyüzey işlemlerine etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Pelit, H., Sönmez, A., Budakçı, M. 2014. Effects of ThermoWood® process combined with thermo-mechanical densification on some physical properties of Scots pine

- (*Pinus sylvestris* L.), *BioResources* 9(3), 4552-4567. <https://doi.org/10.15376/biores.9.3.4552-4567>
- Pelit, H., Budakçı, M., Sönmez, A., Burdurlu, E. 2015. Surface roughness and brightness of scots pine (*Pinus sylvestris*) applied with water-based varnish after densification and heat treatment. *Journal of Wood Science*, 61(6), 586-594. <https://doi.org/10.1007/s10086-015-1506-7>
- Rowell RM (ed) 2012 Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC Press, Boca Raton <https://doi.org/10.1201/b12487>
- Sandberg, D., Kutnar, A., Mantanis, G. 2017. Wood modification technologies-a review. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 10(6), 895-908. <https://doi.org/10.3832/ifer2380-010>
- Sönmez A. 1989. Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sönmez, A., 2005. Preparation and coloring, finishing on woodworking I, Gazi University, Technical Education Faculty, Cem Web Ofset, Ankara.
- Sönmez, A., Budakçı, M., 2004. Protective layers and paint/varnish systems, finishing on woodworking II., Gazi University, Technical Education Faculty, Sevgi Ofset, Ankara.
- Syrjänen, T. Kangas, E., 2000. Heat treated timber in Finland, International Research Group on Wood Preservation, 14-19 May, Doc. No. IRG/WP 00-40158, Hawaii, USA.
- Şahin, H. İ., Güler, C. 2018. Effect of heat treatment on the dimensional stability of ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) wood, *Forestist* 68(1), 42-52. <https://doi.org/10.5152/forestist.2018.005>
- TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü (tse.org.tr), Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü (tse.org.tr), Ankara.
- TS 4318 EN ISO 2813., 2002. Boyalar ve Vernikler - Metalik Olmayan Boya Filmlerinin 20°, 60° ve 85° Açılarda Parlaklık Tayini, Türk Standartları Enstitüsü (tse.org.tr), Ankara.
- Örs, Y., Keskin, H. 2008. Ağaç Malzeme Teknolojisi, *Öz Baran Ofset Matbaacılık*, Ankara.
- Özalp, M., Gezer, I., Korkut, S. 2009. The investigation of heat treatment with water-based varnish double components in varnish applications of wood material. *African Journal of Biotechnology*, 8(8), 1689-1694.
- Ulay G. 2018. Yat ve tekne mobilyalarında kullanılan bazı ağaç türlerine uygulanan termal modifikasyon ve UV yaşlandırma işlemlerinin vernik katman performansları üzerine etkisinin incelenmesi, Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Yalçın, M., Şahin, H. İ. 2015. Changes in the chemical structure and decay resistance of heat-treated narrow-leaved ash wood, *Maderas- Cienc. Tecnol.* 17(2), 435-446. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2015005000040>
- Yildiz, S., Gezer, E. D., Yidiz, U. C. 2006. Mechanical and chemical behavior of spruce wood modified by heat, *Build. Environ.* 41(12), 1762-1766. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.07.017>

Hammadde tedarik sorunlarının Türkiye mobilya üretimi açısından değerlendirilmesi ve bir projeksiyon çalışması

Evaluation of raw material supply problems in terms of furniture production in Turkey and a projection study

Sebahattin TİRYAKI¹

Aytaç AYDIN²

Hakan ADANUR¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksekokulu, Trabzon

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Aytaç AYDIN
aytac@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

17.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

14.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Tiryaki, S. , Aydın, A. & Adanur, H. (2022). Hammadde tedarik sorunlarının Türkiye mobilya üretimi açısından değerlendirilmesi ve bir projeksiyon çalışması. Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 247-253 . DOI: 10.17568/ogmoad.1089496



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Mobilya, genel bir ifade ile insanların günlük yaşamdaki ihtiyaçlarını dikkate alarak yaşadıkları ortamları donattıkları veya dekore ettikleri taşınabilir eşyalardır. Mobilya sanayisi yarattığı katma değer ile ülkemiz ekonomisi açısından önemli sektörlerinden birisi olmuştur. Ancak, fiyat ve miktar açısından hammadde temininde karşı karşıya kalınan dalgalanmalar sektörü olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Bu durum, günümüz pandemi koşullarında daha da ön plana çıkmış olup sektör üzerinde etkisini hissettirmiştir. Bu çalışma kapsamında, mobilya üretiminde hammadde ile ilgili olarak karşı karşıya kalınan tedarik sorunları değerlendirilmiş ve mobilya üretim sürecinin ana girdilerinden birisi olan MDF/HDF'nin 2001-2020 yıllarına ait üretim, ithalat ve ihracat verileri FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı) resmi web sitesinden alınmış ve analiz edilmiştir. Analizlerde basit doğrusal regresyon yöntemi ile modeller oluşturulmuş ve anlamlı regresyon modelleri kullanılarak tahminler ve projeksiyonlar yapılmıştır. Çalışma sonucunda, ithalat verileri kullanılarak oluşturulan modelin istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüş, öte yandan üretim ve ihracat verileri için kurulan anlamlı modeller kullanılarak tahminler gerçekleştirilmiştir. 2030 yılı dikkate alınarak yapılan projeksiyonlar sonucunda MDF/HDF'nin üretim ve ihracat değerlerinde kayda değer bir artış olacağı öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Mobilya sektörü, MDF üretimi, projeksiyon

Abstract

Furniture, in general, is the portable items that people equip or decorate their living environments by taking into account their daily needs. The furniture industry has become one of the important sectors in terms of our country's economy with the added value it creates. However, fluctuations in raw material supply in terms of price and quantity may adversely affect the sector. This situation has come to the fore even more in today's pandemic conditions and has made its impact on the sector. Within the scope of this study, the supply problems related to raw materials in furniture production were evaluated and the production, import, and export data of MDF/HDF, one of the main inputs of the furniture production process, for the years 2001-2020 were taken from the official website of FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) and analyzed. In the analysis, models were created with the simple linear regression method, and predictions and projections were made using meaningful regression models. As a result of the study, it was seen that the model created using import data was statistically insignificant, on the other hand, estimations were made using significant models established for production and export data. As a result of the projections made by considering the year 2030, it is foreseen that there will be a significant increase in the production and export values of MDF/HDF.

Keywords: Furniture industry, MDF production, projection

1. Giriş

Türkiye mobilya sektörü geleneksel üretimden modern üretime hızlı bir değişim içerisinde. Bu değişim orta ve büyük ölçekli işletmelerde kendini daha fazla hissettirmektedir. Bu işletmeler ileri teknolojiyi takip etmeleri, kurumsal yapıya daha fazla ağırlık vermeleri, yüksek üretim kapasiteleri, standartlaşma ve AR-GE faaliyetleri ile birlikte ihracat imkânları sayesinde ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadırlar (Ataseven, 2014). Kentsel alanlara göçün artış göstermesi, gelir artışı ve beraberinde görülen refah düzeyi artışı, yaşam tarzlarındaki değişim gibi faktörlerin etkisiyle son yıllarda sektör kayda değer bir büyüme göstermiş ve yarattığı katma değer ile ülkemiz için önemli sektörler arasında yer almıştır (Şahin, 2016).

Masif ağaç malzeme geçmişten günümüze dünya üzerinde en çok kullanılan yapı malzemelerinden birisi olmuştur. Bununla birlikte, çevresel kaygılar ve nüfus artışına bağlı olarak görülen talep artışı günümüz ve ileriye yönelik olarak bu ürünün teminini zorlaştırmaktadır (Önem ve Kaymakçı, 2019). Mobilya sektörünün hammadde ihtiyacı önemli oranda orman ürünlerinden sağlanmakta, ülke içerisinde bu ürünlerin temininde problemle karşılaşılması durumunda ise ithalat yapılmaktadır (Yurdakul ve ark., 2013). Hammadde olarak masif ağaç malzemenin temininde karşılaşılan güçlükler, endüstriyi bu malzemeye alternatif ürün üretmeye zorlamıştır. Orta yoğunlukta lif levha (MDF) bu amaç için geliştirilmiş ürünlerin en önemlilerinden birisi olmuştur (Akgül ve ark., 2013).

Lif levha ve yongalevha sektörleri Türkiye orman ürünleri endüstrisinin en hızlı gelişen alt sektörleri arasındadır (Kara ve ark., 2019). Masif ağaç malzeme gibi işlenebilmesi, homojen bir yapıya sahip olması, hammadde isteğinin yongalevhadan geniş sınırlara sahip olması, başta mobilya endüstrisi olmak üzere birçok kullanım yeri için yongalevha ve kontrplağa tercih edilmesi, fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyi olması gibi faktörler MDF'nin giderek artan oranda kullanılmasının ve dolayısı ile üretiminin hızlı yükseliş göstermesinin ana nedenleri olarak belirtilebilir (Ayrılmış, 2000; İstek ve ark., 2015).

Yapılan çalışmalar hammadde fiyatı ve temini ile ilgili sorunların mobilya sektörü için önde gelen problemler arasında olduğunu ortaya koymaktadır. Aras ve ark. (2007) İstanbul'daki küçük ve orta ölçekli mobilya işletmelerinin sorunları üzerine çalışmalarında, hammadde ile ilgili sorunların önem düzeyi açısından ikinci sırada yer aldığını ve bu sorunlar içerisinde ilk sırayı yüksek maliyetin aldığını ifade etmişlerdir. Yurdakul ve ark. (2013) araş-

tırmalarında, işletmelerin hammadde temininde karşılaştığı sorunlardan en önemlisinin istenilen fiyatta hammadde tedarik edilememesi olduğunu bildirmişlerdir. Malkoçoğlu ve ark. (2015) küçük ve orta ölçekli mobilya işletmelerinin hammadde temininde karşılaştığı ana sorunu fiyatların yüksek olması olarak ifade etmişlerdir.

Mobilya üretiminin ana hammaddelerinden olan MDF'nin temin edilebilirliği ve fiyatı son ürün olarak kullanılan mobilyaya olan talebi ve doğal olarak bu ürünün üretimi ve maliyetini etkilemesi kaçınılmazdır. Bununla beraber, 2019 itibarı ile dünyayı etkisi altına almaya başlayan Covid-19 pandemisinin birçok sektörde olduğu gibi mobilya sektörünü de etkilediği ve sektörün istenen miktar ve fiyatta hammadde teminini zorlaştırdığı açıktır. Uzun (2021) mobilya sektörünün özellikle 2020 yılının ikinci çeyreğinde pandemiden ciddi bir şekilde etkilendiğini, bu dönemde eve kapanmalar ve talep durgunluğundan dolayı belli başlı kritik sektörler hariç pek çok sektörde büyük durgunluk görüldüğünü belirtmiştir. Ayrıca, sonraki süreçte kapanmaların gevşetilmesiyle ertelenmiş ve yeni ihtiyaçlarla birlikte talep patlaması yaşandığını ve sektörün ilk altı ay sonrasında talebi karşılamada zorlandığını belirtmiştir. Ek olarak, aynı çalışmada işletmelerin hammadde temini açısından önemli problemlerle karşılaştığı ve bu süreçte fiyatların ciddi boyutlara ulaştığı ifade edilmiştir.

Literatürde, liflevha, MDF ve yüksek yoğunlukta liflevhanın (HDF) üretim, tüketim ve dış ticaret verilerinden yararlanılarak yürütülen tahmin ve projeksiyon çalışmaları da mevcuttur. Çabuk ve ark. (2015) 1982-2006 yıllarına ait Türkiye liflevha üretim, ithalat ve ihracat verilerinden faydalanarak çoklu regresyon modelleri ile tahmin yapmışlardır. Çalışmada sonucunda, üretim, ihracat ve ithalatın 2021'e kadar önemli oranda artacağı belirtilmiştir. Yıldırım ve ark. (2016) 1995-2014 yıllarına ait odun esaslı levha tüketim ve dış ticaret değerlerini kullanarak çoklu regresyon analizi ile 2023'e kadar tahmin yapmış ve Türkiye'nin odun esaslı levha tüketimi ve dış ticaretinin ileriye yönelik 9 yıl için artış göstereceğini öngörmüşlerdir. Kurt (2019) ise Türkiye MDF üretiminin tahmininde en uygun yöntemin tespiti için ARIMA (Box-Jenkins), regresyon ve yapay sinir ağları (YSA) metodlarını kullanmış ve en iyi performansın YSA modeli ile elde edildiğini ifade etmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye mobilya işletmelerinin hammadde tedarikinde miktar ve fiyat ile ilgili olarak karşılaştığı sorunlara değinilmiş ve mobilya üretiminin başlıca hammaddelerinden olan MDF/HDF'nin üretim, ithalat ve ihracat verilerinden yararlanılarak basit doğrusal regresyon modelleri

oluşturulmuş ve ileriye yönelik projeksiyon yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada, 2001-2020 arasındaki yılları kapsayacak şekilde MDF/HDF üretim, ithalat ve ihracat verileri Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO, fao.org) sayfalarından elde edilmiştir (URL-1, 2021). Veriler SPSS paket yazılımından yararlanarak basit doğrusal regresyon analizine tabi tutulmuştur.

Basit doğrusal regresyon analizi bir bağımlı ve bir bağımsız değişken arasında doğrusal bir ilişkinin varlığına dayalı bir yöntem olup bu ilişkinin modellenmesini sağlamaktadır. Bu durumda, basit doğrusal regresyon modeli aşağıdaki gibidir (Alpar, 2013):

Eşitlikte, ve modelin bilinmeyenleri olup genellikle regresyon katsayıları olarak ifade edilmektedirler. ise hata terimini temsil etmekte olup y 'deki değişimin x tarafından diğer bir deyişle bağımlı değişkenin bağımsız değişken tarafından kesin bir şekilde açıklanamayacağı tezine dayalı olarak modelde yer almaktadır (Alpar, 2013).

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \varepsilon_i \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Literatürde, ortalama mutlak yüzde hata/mean absolute percentage error (OMYH/MAPE) ve deter-

minasyon katsayısı (R^2) oluşturulan çeşitli modellerin performansının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan parametreler arasında gösterilmiştir. Bu kriterlere ait eşitlikler aşağıdaki gibidir (Despotovic ve ark., 2015; Özşahin ve ark., 2020; Kayakuş ve Terzioğlu, 2021):

$$OMYH = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \left| \frac{t_i - d_i}{t_i} \right| \right) \times 100$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (t_i - d_i)^2}{\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2}$$

Eşitliklerde; t_i i 'inci gerçek değer, d_i i 'inci tahmin değeri, \bar{t} gerçek değerler ortalaması ve N ise toplam örnek sayısıdır.

Şu anki çalışmada da değerlendirme kriterleri olarak bu parametreler dikkate alınmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

MDF/HDF mobilya üretimde kullanılan ana hammaddelerdendir. Mobilya ürünlerinin maliyeti dolayısıyla da üretimi ve talebi üzerine oldukça önemli olan MDF/HDF'nin ileriye yönelik olarak projeksiyonunun yapılması önem arz etmektedir. Tablo 1 MDF/HDF üretim verilerine ait basit doğrusal regresyon analizi çıktılarını sunmaktadır.

Tablo 1. MDF/HDF üretim verilerine ait basit doğrusal regresyon analizi sonuçları
Table 1. Simple linear regression analysis results of MDF/HDF production data

Model Özeti			Parametre Tahminleri		Model
R^2	F	p	Sabit Terim	b_1	
0,935	260,871	0,000	-561140644,361	280638,346	-561140644,361+280638,346 b_1

Tablo 1'de modelin anlamlı olduğu ($p < 0,000$) ve R^2 'nin 0,935 olarak elde edildiği görülmektedir.

Tablo 2 ilgili yıllar için MDF/HDF üretim, tahmin ve yıl bazında % hata sonuçlarını vermektedir.

2001-2020 yılları için MDF/HDF üretim rakamlarının tahmin edilmesinde yıl bazında hesaplanan % hata miktarlarına ek olarak ilgili yıllar için OMYH %14,419 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. 2001-2020 yılları için MDF/HDF üretim, tahmin ve % hata sonuçları
Table 2. MDF/HDF production, prediction and % error results for 2001-2020

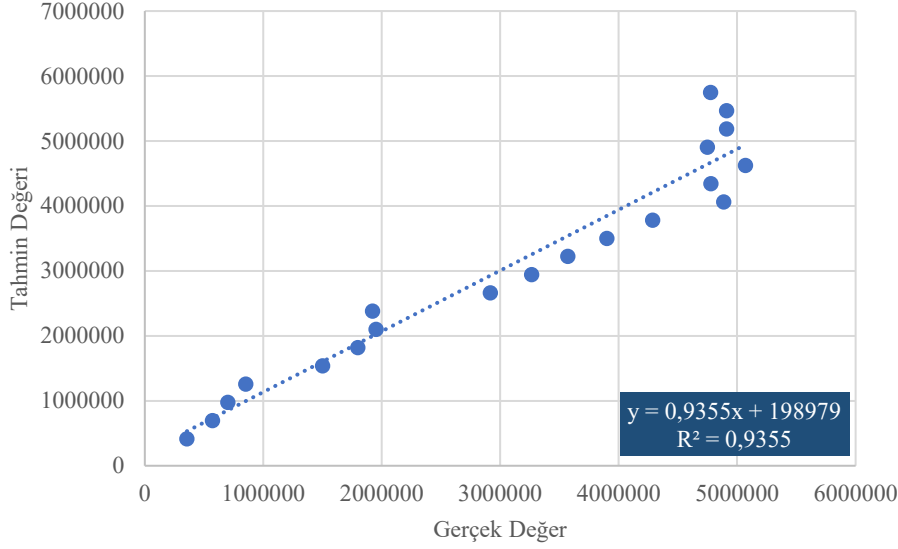
Yıl	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Gerçek*	355000	570000	700000	850000	1500000	1798000	1952000	1921000	2916000	3265000
Tahmin	416685,7	697324,1	977962,4	1258601	1539239	1819877	2100516	2381154	2661792	2942431
%Hata	-17,3763	-22,3376	-39,7089	-48,0707	-2,61594	-1,21677	-7,60839	-23,9539	8,717679	9,879607

Yıl	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gerçek*	3570000	3900000	4285000	4885000	4777000	5069000	4747000	4910000	4910000	4775000
Tahmin	3223069	3503708	3784346	4064984	4345623	4626261	4906899	5187538	5468176	5748814
%Hata	9,71795	10,16135	11,68388	16,7864	9,0303	8,734249	-3,36843	-5,6525	-11,3681	-20,394

Not: Gerçek ve tahmin değerleri için birimler m^3 tür, *(URL-1, 2021)

MDF/HDF üretim verileri ve regresyon analizinin sonucunda ulaşılan tahmin değerleri arasındaki ilişkinin grafiksel sunumu Şekil 1'de verilmektedir

Şekil 1 MDF/HDF üretim verileri ve tahmin değerleri arasındaki ilişkinin oldukça güçlü olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 1. MDF/HDF gerçekleşen üretim ve tahmin değerleri arasındaki ilişki
Figure 1. The relationship between MDF/HDF actual production and prediction values

İlgili yıllar için MDF/HDF ithalat verilerine ait basit doğrusal regresyon analizi sonuçları Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3 incelendiğinde ulaşılan modelin anlamlı olmadığı ($p=0,114$) ve R^2 değerinin de 0,133 gibi düşük bir değer olduğu görülmektedir. Bu neden-

le, MDF/HDF ithalatı ile ilgili olarak bir tahmin ve projeksiyon çalışması yapılmamıştır. Tablo 4 MDF/HDF ithalat verilerini sunmaktadır. Tablo 5 2001-2020 yılları için MDF/HDF ihracat verilerine ait basit doğrusal regresyon analizi sonuçlarını sunmaktadır.

Tablo 3. MDF/HDF ithalat verilerine ait basit doğrusal regresyon analizi sonuçları
Table 3. Simple linear regression analysis results of MDF/HDF import data

Model özeti			Parametre tahminleri		Model
R^2	F	p	Sabit terim	b_1	
0,133	2,757	0,114	15564685,296	-7635,026	$15564685,296-7635,026b_1$

Tablo 4. 2001-2020 yılları için MDF/HDF ithalat değerleri (m^3)
Table 4. MDF/HDF import values for 2001-2020 (m^3)

Yıl	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Gerçek*	59000	173000	176540	246000	436000	325000	334000	228000	172000	232000
Yıl	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gerçek*	311000	420000	332000	253788	220000	178000	115000	50000	11000	17000

*(URL-1, 2021)

Tablo 5. MDF/HDF ihracat verilerine ait basit doğrusal regresyon analizi sonuçları
Table 5. Simple linear regression analysis results of MDF/HDF export data

Model özeti			Parametre tahminleri		Model
R^2	F	P	Sabit terim	b_1	
0,804	73,966	0,000	-93180287,575	46575,289	$-93180287,575+46575,289b_1$

Tablo 5'in incelenmesi ile gerçekleştirilen analiz sonucunda elde edilen modelin anlamlı ($p < 0,000$) ve R^2 değerinin ise 0,804 olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 6 analize konu yıllar için MDF/HDF gerçekleşen ihracat, tahmin ve yıl bazında % hata sonuçlarını vermektedir.

Tablo 6. 2001-2020 yılları için MDF/HDF ihracat, tahmin ve % hata sonuçları
Table 6. MDF/HDF export, prediction and % error results for 2001-2020

Yıl	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Gerçek*	31000	53000	122606	134000	128000	271000	515000	356000	456000	538000
Tahmin	16865,16	63440,45	110015,7	156591	203166,3	249741,6	296316,9	342892,2	389467,5	436042,8
%Hata	45,59627	-19,699	10,26888	-16,859	-58,7237	7,844428	42,46274	3,681972	14,59047	18,95116

Yıl	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gerçek*	556000	465000	359622	457640	534000	530000	770000	673000	1018713	1218027
Tahmin	482618	529193,3	575768,6	622343,9	668919,2	715494,5	762069,8	808645,1	855220,4	901795,6
%Hata	13,19819	-13,805	-60,1038	-35,9898	-25,2658	-34,999	1,029899	-20,1553	16,04894	25,96259

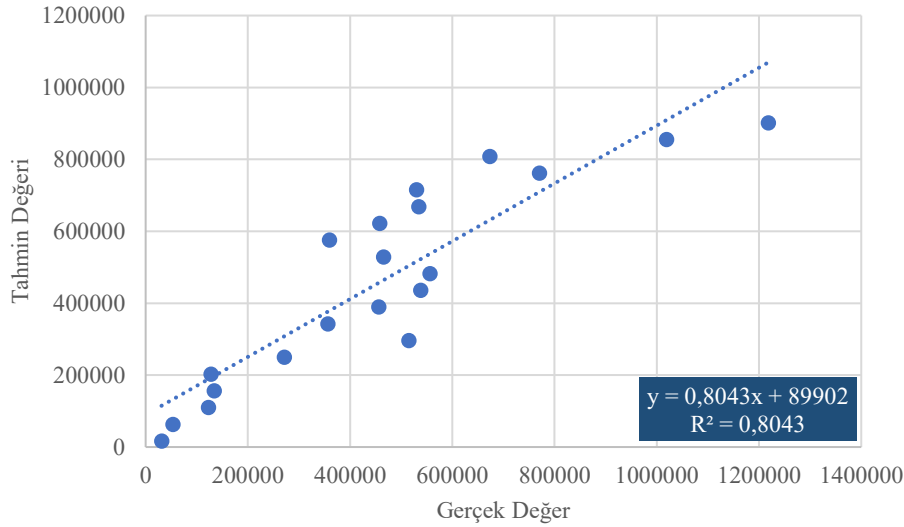
Not: Gerçek ve tahmin değerleri için birimler m^3 tür, *(URL-1, 2021)

2001-2020 yılları için MDF/HDF ihracat rakamlarının tahmin edilmesinde yıl bazında hesaplanan % hata miktarlarına ek olarak ilgili yıllar için OMYH %24,262 olarak hesaplanmıştır.

MDF/HDF ihracat verileri ve regresyon analizinin

sonucunda ulaşılan tahmin değerleri arasındaki ilişkinin grafiksel sunumu Şekil 2'de verilmektedir.

Şekil 2 MDF/HDF ihracat verileri ve tahmin değerleri arasındaki ilişkinin güçlü olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 2. MDF/HDF gerçekleşen ihracat ve tahmin değerleri arasındaki ilişki
Figure 2. The relationship between MDF/HDF actual export and prediction values

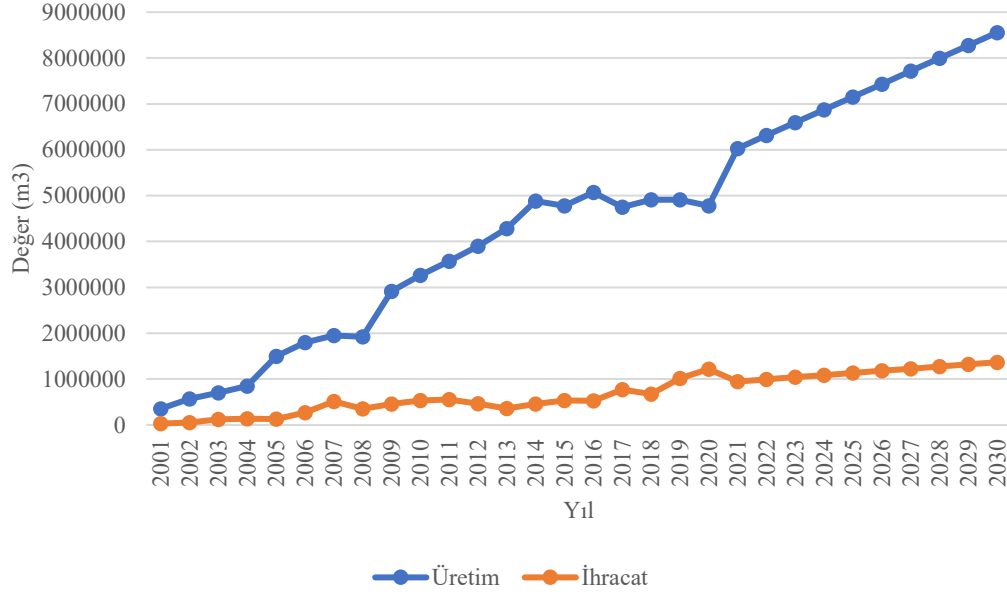
Genel bir ifade ile yüksek bir R^2 değerine veya açıklayıcılığa ve düşük bir hata değerine sahip bir modelin daha iyi bir performans ortaya koyduğunu söylemek mümkündür (Uluer ve ark., 2009; Cheng ve Sun, 2015). R^2 0 ile 1 arasında değişen bir değer almakta olup ulaşılan değer 1 olması çok iyi uyum, 0'a yakın olması ise zayıf uyum anlamına gelmektedir (Keçebaş ve ark., 2012). Buradan hareketle, MDF/HDF'nin üretim değerlerinin tahmini için kurulan 0,935'lik R^2 değerine sahip model oldukça yüksek bir açıklayıcılığa sahip iken ihracat için kurulan model 0,804'lük R^2 değeri ile

daha düşük bir performans göstermiştir. Diğer bir performans değerlendirme kriteri olan OMYH ise tahmin doğruluğunun belirlenmesinde en yaygın kullanılan kriterlerden birisidir (Kim ve Kim, 2016). Lewis (1982)'ye göre, %10'dan daha düşük bir OMYH yüksek doğrulukta tahmin, %10-%20 arasındaki bir OMYH değeri iyi tahmin, %20-%50 arasındaki bir OMYH makul bir tahmin ve %50 üzerinde hesaplanan bir OMYH değeri ise yanlış tahmin anlamına gelmektedir. Şu anki çalışmanın sonuçlarından görüldüğü üzere, R^2 değerlerine benzer şekilde, 2001-2020 yıllarına ait üretim verileri-

nin modellenmesinde ihracat verilerinin modellenmesine göre daha başarılı sonuçlara ulaşılmıştır.

MDF/HDF üretim ve ihracat verilerinin çalışma

kapsamında dikkate alınan gerçekleşen değerleri ve yürütülen projeksiyon çalışmasının sonucunda ulaşılan değerler Şekil 3'te görsel olarak sunulmaktadır.



Şekil 3. MDF/HDF üretim ve ihracat verilerinin gerçekleşen ve projeksiyon değerleri
Figure 3. Actual and projection values of MDF/HDF production and export data

Şekil 3'te görüldüğü üzere MDF/HDF'nin üretim ve ihracat değerlerinin 2030 yılına kadar kayda değer bir artış göstereceği öngörülmektedir.

4.Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, mobilya sektörünün hammadde tedarikinde karşılaştığı bazı sorunlara literatürden yararlanılarak değinilmiş ve mobilya üretiminin başlıca hammaddelerinden MDF/HDF'nin ileriye yönelik bir projeksiyonu yapılmıştır. Çalışmadan çıkarılabilecek ana sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Geçmişten günümüze hem fiyat hem de miktar açısından mobilya üretimi üzerine kayda değer bir etkisi olduğu önceki çalışmalarda ortaya konulmuş olan MDF/HDF'nin 2020'den itibaren ülkemizi de etkileyen Covid-19 küresel salgınının da destek vermesi ile özellikle fiyat açısından mobilya sektörüne olan etkisi daha belirgin bir şekilde hissedilmeye başlanmıştır.

Mobilya üretiminin ana hammaddelerinden olan MDF/HDF'nin 2001-2020 yıllarını kapsayacak şekilde üretim, ithalat ve ihracat rakamlarının basit doğrusal regresyon analizi ile modellenmesinin sonucu olarak ithalat ile ilgili modelin anlamlı olmadığı belirlenirken ihracat ve üretim verileri için oluşturulan modellerin ise anlamlı olduğu tespit

edilmiştir. Elde edilen anlamlı modeller dikkate alınan yıllar için üretim ve ihracat değerlerinin tahmini için kullanılmıştır.

Üretim verileri kullanılarak basit doğrusal regresyon analizi ile gerçekleştirilen tahmin sonucunda R^2 değeri 0,935 olarak elde edilirken OMYH %14,419 olarak hesaplanmıştır. İhracat verileri için ise R^2 değeri 0,804 ve OMYH değeri %24,262 olarak tespit edilmiştir. Anlamlı modeller kullanılarak 2030 yılına kadar gerçekleştirilen projeksiyonlar sonucu MDF/HDF'nin üretim ve ihracat değerlerinin kayda değer miktarda artacağı öngörülmüştür.

Mobilya üretiminin en temel girdilerinden olan MDF/HDF'nin üretim ve dış ticaret miktarlarının tahmini ile ilgili bu gibi çalışmalar mobilya sektörünün başlıca sorunlarından olan hammadde tedarik açısından ileriye yönelik daha doğru bir planlama yapılmasına katkı sağlayabilir. Şu anki çalışmanın yanında, farklı bağımsız değişkenler ve modelleme araçlarından yararlanılarak periyodik olarak MDF/HDF üretim ve dış ticaret verilerinin tahmini ve tahmin başarısının artırılması sektörün amaca ulaşmasında önemli rol oynayabilecektir.

Açıklama

Bu çalışmada, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Akgül, M., Çamlıbel, O., Gedik, T., 2013. Türkiye ve dünyadaki MDF endüstrisine genel bir bakış. *Ormancılık Dergisi* 9(2) 117-125.

Alpar, R., 2013. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler. Detay Yayıncılık, 4. Baskı, Ankara.

Aras, R., İmirzi, H.Ö., Akın, H., 2007. İstanbul'daki küçük ve orta ölçekli mobilya üretim işletmelerinin sorunları ve çözüm önerileri. *Politeknik Dergisi* 10 (1): 105-110. Doi: 10.2339/2007.10.1.105-110

Ataseven, F., 2014. Türkiye Mobilya Endüstrisi Büyük Ölçekli İşletmelerin Yapısal İncelemesi, Sorunları Ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Ayrılmış, N., 2000. MDF'nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Cheng, J.H., Sun, D.W., 2015. Recent applications of spectroscopic and hyperspectral imaging techniques with chemometric analysis for rapid inspection of microbial spoilage in muscle foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 14: 478-490. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12141>

Çabuk, Y., Karayılmazlar, S., AYTEKİN, A., ONAT, S. M., KURT, R., 2015. A regression analysis of fiberboard production, import and export amounts in Turkey, with projections to 2021. *Turkish Journal of Forestry* 16(1): 27-35.

Despotovic, M., Nedic, V., Despotovic, D., Cvetanovic, S., 2015. Review and statistical analysis of different global solar radiation sunshine models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 52: 1869-1880. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.035>

İstek, A., Muğla, K., Yazıcı, H., 2015. Mobilya üretiminde kullanılan ticari MDF levhaların özellikleri. *Selçuk-Teknik Dergisi*, Özel Sayı-1 (UMK-2015): 333-343.

Kara, O., Şahin, Ö., Bekar, İ., Kayacan, B., 2019. Endüstriyel ağaç ve ahşap ürünleri sektörünün uluslararası rekabet gücü analizi: Türkiye örneği. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi* 15(1): 15-32.

Kayakuş, M., Terzioğlu, M., 2021. Yapay sinir ağları ve çoklu doğrusal regresyon kullanılarak emeklilik fonu net varlık değerlerinin tahmin edilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi* 14(1): 95-103. <https://doi.org/10.17671/gazi>

btd.742995

Keçebaş, A., Yabanova İ., Yumurtacı M., 2012. Artificial neural network modeling of geothermal district heating system thought exergy analysis. *Energy Conversion and Management* 64: 206-212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2012.06.002>

Kim, S., Kim, H., 2016. A new metric of absolute percentage error for intermittent demand forecasts. *International Journal of Forecasting* 32 (3): 669-679. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2015.12.003>

Kurt, R., 2019. Determination of the most appropriate statistical method for estimating the production values of medium density fiberboard. *BioResources* 14(3):6186-6202. Doi: 10.15376/biores.14.3.6186-6202

Lewis, C.D., 1982. Industrial and business forecasting methods. London: Butterworths.

Malkoçoğlu, A., Yaylı, K., Yıldırım, İ., Ataseven, F., 2015. Türkiye mobilya endüstrisi küçük ve orta ölçekli işletmelerinin yapısal incelenmesi, sorunları ve çözüm önerileri. *Selçuk-Teknik Dergisi*, Özel Sayı-1 (UMK-2015): 747- 764.

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

Özşahin, Ş., Demir, A., Aydın, İ., 2020. Prediction of retention level and mechanical strength of plywood treated with fire retardant chemicals by artificial neural networks. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences* 5(5): 785-792. <https://doi.org/10.35229/jaes.825435>

Şahin, D., 2016. Türkiye'nin mobilya sektörü dış ticaret yapısının analizi. *Journal of Life Economics* 3(3): 7-26. <https://doi.org/10.15637/jlecon.135>

Uluer, O., Kırmacı, V., Ataş, Ş., 2009. Using the artificial neural network model for modeling the performance of the counter flow vortex tube. *Expert Systems with Applications* 36: 12256-12263. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.04.061>

URL-1: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> (Ziyaret tarihi: 01.11.2021).

Uzun, N., 2021. 2020 yılı pandemi sürecinde mobilya, aksesuar, MDF-plaka, kağıt yüzey malzemeleri ile ahşap işleme makineleri sektör araştırması. *Mobilya Dekorasyon Dergisi* 163 (Mart - Nisan 2021) 20-22.

Yıldırım, İ., Alevli, C., Akyüz, K. C., 2016. Odun esası levha sektörünün dış ticaret analizi ve tahmini. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi* 16 (2): 370-382.

Yurdakul, Ü., Çolak, M., Çetin T., 2013. Mobilya endüstrisinde kullanılan hammaddeler ve tedarikinde karşılaşılan sorunlar. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (2): 220-227.

Bazı yenilebilir yabani *Lactarius* mantarlarının biyoaktif ve radyoaktif özellikleri

Bioactive and radioactive properties of some edible wild *Lactarius* mushrooms

Sibel YILDIZ 
Ayşenur GÜRGEN 

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)
Sibel YILDIZ
sibelyildizz@gmail.com

Geliş tarihi (Received)
01.04.2022

Kabul Tarihi (Accepted)
29.06.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)
Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Yıldız, S. & Gürgen, A. (2022). Bazı yenilebilir yabani *Lactarius* mantarlarının biyoaktif ve radyoaktif özellikleri . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 254-263 . DOI: 10.17568/ogmoad.1111983

Öz

Lactarius deliciosus, *Lactarius insulsus*, *Lactarius vellereus* mantarlarının biyoaktif ve radyoaktif özellikleri araştırılmıştır ve bu amaçla Kastamonu ilinden toplanan mantarların protein ve toplam fenolik madde miktarları, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca mantarlardaki bazı eser element (Mg, Al, Ca, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Se, As, Cr, Cd) miktarları, kurşunun üç izotopu (²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb and ²⁰⁸Pb), doğal (²³⁸U, ²³²Th ⁴⁰K) ve yapay radyonüklit (¹³⁷Cs) seviyeleri de hesaplanmıştır. Mantarlar arasında; *L. deliciosus*, daha yüksek protein içeriği ve Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Pb-206, Pb-208, Cr birikimleriyle dikkat çekmiştir. En yüksek toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite *L. vellereus*'da bulunmuştur. Bunlara ek olarak; en yüksek ²³²Th ve ⁴⁰K radyonüklid içeriği de *L. vellereus*'ta belirlenmiştir. Yapay radyonüklid (¹³⁷Cs) sadece *L. insulsus* mantarında gözlenmiştir. Sonuç olarak, aynı cinsten olmalarına ve aynı bölgeden toplanmalarına rağmen farklı mantar türlerinin farklı biyoaktif ve radyoaktif özelliklere sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Lactarius*, mantar, biyoaktivite, radyoaktivite

Abstract

Bioactive and radioactive properties of *Lactarius deliciosus*, *Lactarius insulsus*, *Lactarius vellereus* mushrooms were investigated and for this purpose, protein and total phenolic substance amounts, antioxidant and antimicrobial properties of mushrooms collected from Kastamonu province were determined. In addition, the amounts of some trace elements (Mg, Al, Ca, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Se, As, Cr, Cd) in mushrooms, three isotopes of lead (²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb and ²⁰⁸Pb), natural (²³⁸U, ²³²Th ⁴⁰K) and artificial radionuclide (¹³⁷Cs) levels were also calculated. Among the fungi; *L. deliciosus* attracted attention with its higher protein content and accumulation of Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Pb-206, Pb-208, Cr. The highest total phenolic content and antioxidant activity were found in *L. vellereus*. Additionally; the highest ²³²Th and ⁴⁰K radionuclide content was also determined in *L. vellereus*. Artificial radionuclide (¹³⁷Cs) was observed only in *L. insulsus* fungus. As a result, it was concluded that different mushroom species have different bioactive and radioactive properties, although they are of the same genus and collected from the same region.

Keywords: *Lactarius*, mushroom, bioactive, radioactive



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Doğada bulunan yabancı mantar türlerinin bazıları yenilebilirdir. Lezzetleri ve besleyici özellikleri nedeniyle bir gıda maddesi olarak toplanmakta ve tüketilmektedirler. Yabancı yenilebilir mantarların hasadı birçok ülkede önemli bir iş kolu ve ciddi bir ekonomik değerdir. *Lactarius*, kırsal alanlardan hasat edilen yabancı yenilebilir mantar cinslerinden biridir. Birçok yerel pazar için ekonomik bir öneme sahiptir. Örneğin, *Lactarius deliciosus* (L.) Grey, kırsal nüfus tarafından çokça tüketilmekte olan, Fransa ve İspanya'da ticareti yapılan bir türdür (Martins ve ark., 2002). *Lactarius deliciosus* (L.), Türkiye'nin bazı bölgelerinde de yaygın olarak tüketilmektedir.

Lactarius cinsi mantarlar yaklaşık 400 tür ile Basidiomycota'nın en yaygın cinslerinden biridir. Genellikle tıbbi ve besleyici özellikleri nedeniyle bilinirler ve tıp endüstrisi alanında umut vaat edici mantarlar olarak kabul edilirler (Vieira ve ark., 2014).

Doğada yetişen bazı mantarlar ağır metaller, toksik elementler, doğal ve yapay radyonüklidleri bünyelerinde biriktirme potansiyeline sahiptirler (Falandysz ve Borovička, 2013). Doğal radyonüklidler (^{238}U , ^{232}Th ile ^{40}K) suda çözünerek mantar, bitki vb. gıda maddelerinde birikerek, insan vücuduna ulaşır ve sağlığı etkileyebilirler (Chen ve ark., 2005). Antropojenik radyonüklidler; nükleer silah patlaması, nükleer tesis atıkları gibi yapay durumlardan kaynaklanan radyonüklitlerdir (Alshahri, 2019). Sadece radyonüklidler değil, eser elementler ve ağır metaller de gübre, organik madde ve endüstriyel atıklar gibi doğal veya antropojenik yollarla çevreye salınabilmektedir (He ve ark., 2005). Bazı yenilebilir yabancı mantar türleri, özellikle absorpsiyon kapasiteleri çok yüksek olduğunda insan sağlığı için tehlike oluşturabilecek Hg, Pb ve Cd gibi bazı ağır metalleri (Kosanić ve ark., 2016) biriktirebilecek etkili bir mekanizmaya sahiptirler (Gast ve ark., 1988).

Mantarlar ayrıca, peroksi radikallerinin etkili bir süpürücüsü olan fenolikler gibi antioksidan aktiviteye sahip biyoaktif bileşikler içerirler (Murcia ve ark., 2002). Antioksidanlar, serbest radikal hasarını ortadan kaldırma yeteneğine sahiptirler. İlaç veya gıda endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan bütillenmiş hidroksianisol (BHA) gibi birçok sentetik antioksidan, serbest radikal süpürücü etkiler sergilemiştir (Gadow ve ark., 1997). Ancak bu tip sentetik antioksidanların bazı toksikolojik yan etkilerinin de olduğu kanıtlanmıştır (Xu ve ark., 2021). Bu nedenle, son araştırmalar, mantar gibi doğal ve tıbbi malzemelerden elde edilen yeni antioksidan

maddelerin araştırılmasına odaklanmaktadır.

Birçok çalışmada, bazı yabancı yenilebilir mantar türünün antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri bildirilmiştir (Smolskaitė ve ark., 2015; Sevindik ve ark., 2020; Maity ve ark., 2021). Ancak insanlar tarafından taşıyabilecekleri riskler düşünülmeden gıda olarak tüketilen mantarlardan olmalarına rağmen *Lactarius* türlerinin biyoaktif ve özellikle radyoaktif özellikleri ile ilgili araştırmalar halen sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı, Kastamonu ormanlarından toplanan yenilebilir üç tür yabancı *Lactarius* mantarın (*Lactarius deliciosus*, *Lactarius insulsus*, *Lactarius vellereus*) protein ve toplam fenolik içeriklerini, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini, eser element miktarlarını, ağır metal içeriklerini, doğal ve yapay radyonüklid konsantrasyonlarının birikimini araştırmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Mantarlar

Mantar türlerinin isimleri, habitatları ve lokasyonları (il, ilçe) Tablo 1'de verilmiştir. *Lactarius* mantarları, Karadeniz bölgesinde yer alan Kastamonu ili ormanlarından toplanmıştır (Şekil 1). Mantar örnekleri doğal ortamlarında fotoğraflanmış, morfolojik özelliklerine göre teşhis edilmiş ve analizlerde kullanılmak üzere kurutulup öğütülmüştür.



Şekil 1. Çalışma alanı
Figure 1. Study area

Tablo 1. Mantarların künyesi (Tür, habitat, lokasyon)
Table 1. Identification of fungi (Species, habitat, location)

No	Mantar Türleri	Habitat	Lokasyon (il,ilçe)
1	<i>Lactarius deliciosus</i>	Toprakta	Kastamonu, Doğanyurt
2	<i>Lactarius insulsus</i>	Toprakta	Kastamonu, Doğanyurt
3	<i>Lactarius vellereus</i>	Toprakta	Kastamonu, Doğanyurt

2.2. Protein içeriğinin belirlenmesi

Her bir mantar, analizden önce 40°C sıcaklıkta kurutulmuş ve 40 mm gözenekli elekten geçirilmiş, toz haline getirilmiştir. Protein içerikleri; Dumas yöntemine göre belirlenmiştir. Karbon, hidrojen ve azot oranları Costech ECS 4010 elemental analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Protein içerikleri, azot sonuçlarının (%) dönüşüm faktörü (4,38) ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır (Crisan ve Sands, 1978).

2.3. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Metanolik ekstraktların toplam fenolik madde miktarları, standart olarak gallik asit kullanılarak Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir (Slinkard ve Singleton, 1977). Dört gram kurutulmuş numune, 150 rpm'de 24 saat çalkalanarak 40 mL metanol (%99,5) ile ekstrakte edilmiş ve ardından Whatman No. 4 filtre kağıdından süzülmüştür. Toplam fenolik bileşiklerin miktarı, gallik asit eşdeğeri mg (GAE)/g kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır.

2.4. Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Mantar ekstraktlarının antioksidan aktivitesi, Ferrik indirgeyici antioksidan güç (FRAP) yöntemi ile belirlenmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

2.5. Antimikrobiyal aktivite

Antimikrobiyal aktivite, Klinik ve Laboratuvar Standartları Enstitüsü'ne (CLSI, clsi.org) uygun olarak (Wayne, 2012), Agar Kuyucuk Difüzyon Yöntemine göre test edilmiştir. Test edilen mikroorganizmalar; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Acinetobacter haemolyticus* ATCC 19002, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Proteus mirabilis* ATCC 7002 ve *Candida albicans* ATCC 10231 Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ), Trabzon Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'ndan temin edilmiştir.

2.6. Radyoaktivite analizi için örneklerin hazırlanması

Toplanan mantarlar temizlenip, kesilmiş ve blender yardımıyla küçük parçalara ayrılmıştır. Parçalara ayrılan mantarlar, 20-24 saat 105 °C'de kontrollü olarak kurutulmuş ve sonra 40 meshlik eleklerden geçirilmiştir. Bu mantar numuneleri silindirik, çapı 6 cm ve yüksekliği 5 cm olan plastik kaplara konarak 1 ay süreyle bekletilmiştir. Böylece ²³⁸U

ve ²³²Th ürünleri arasındaki radyoaktif dengenin oluşması sağlanmış ve numuneler sayıma hazır hale getirilmiştir.

Radyoaktivite analizleri KTÜ, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü Araştırma Laboratuvarında bulunan, 1332,5 keV'de 1,9 keV' lik rezölüsyona ve %15'lik relatif verime sahip olan Canberra, GC 1519 model HPGe gama dedektörü kullanılarak ölçülmüştür. Gama spektroskopisi sistemleri ile radyoaktivite analizinde enerji ve verim kalibrasyonlarının periyodik olarak yapılması önemli bir aşamayı oluşturmaktadır. Enerji kalibrasyonunun yapılabilmesi için önceden enerjileri bilinen çekirdeklerden oluşmuş standart bir kaynağa (kaynaklara) ihtiyaç vardır.

Verim kalibrasyonları için enerjileri 80-1400 keV arasında değişen ¹⁰⁹Cd, ⁵⁷Co, ¹³³Ba, ²²Na, ¹³⁷Cs, ⁵⁴Mn ve ⁶⁰Co radyoizotop standart kaynaklar kullanılmıştır. Verim kalibrasyonu için enerjileri ve aktiviteleri önceden bilinen kaynaklar kullanılmıştır. Ancak burada enerji kalibrasyonuna göre karşılaşılan en büyük sorun standart kaynağın ölçülecek olan numune ile benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması zorunluluğudur (Yılmaz, 2015). Bundan dolayı, gamma dedektörünün verim kalibrasyonu için Uluslararası Atom Enerji kurumunun (IAEA, iaea.org) 375 nolu referans materyali ve Gamma Acquisition & Analysis programı kullanılmıştır. Numuneler ve gama spektroskopisi sistemi (enerji ve verim kalibrasyonları yapılarak) ölçüme hazır hale getirildikten sonra, her numunenin radyoaktivite analizi 80.000 s süre ile gerçekleştirmiştir. Bu süre sonunda numunelerden yayınlanan radyoaktif izotoplara ait piklerin oluşturacağı spektrumlar elde edilmiştir. 80.000 saniye saydırılan tüm numunelere ait piklerin alanları enerji değerleri baz alınarak hesaplanmıştır.

Numunelerden yayınlanan radyoaktif izotoplara ait piklerin oluşturacağı spektrumlar elde edildikten sonra aktivite hesabı için dedektör verimi de hesaba katılarak, Eşitlik 1 kullanılmıştır (Changizi ve ark., 2012);

$$A = s / (I\gamma).w.t.\epsilon \quad (1)$$

Burada A (Bq/kg); aktivite, S; ilgili pikin altında net alan, I_γ; gama ışınının salma hızı, w; kg olarak numune miktarı, ε ilgili enerjideki dedektör verimi ve t ise saat olarak ölçüm süresi değerleridir.

2.7. Yıllık efektif doz

İnsan sağlığı için radyoaktivitenin muhtemel riski bir yılda alınan ve birimi mSV olan efektif doz (E) ile açıklanır. Bir yetişkin için yıllık E, Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır (Jackson, 1996);

$$E = Y \times Z \times dk \text{ (mSv/y)} \quad (2)$$

Y; kişi başına kg cinsinden yıllık mantar tüketimidir, Z; Bq/kg cinsinden aktivite konsantrasyonudur, dk; sırasıyla ^{238}U , ^{232}Th , ^{137}Cs ve ^{40}K için ($\mu\text{Sv/Bq}$) $4,5 \times 10^{-2}$, 0,23, $1,3 \times 10^{-2}$, $6,2 \times 10^{-3}$ iç doz dönüşüm faktörleridir.

2.8. Havadaki Absorplanmış Doz Hızı (D)

D, yerden 1 metre yukarıda maruz kalınan havadaki doz hızı olarak bilinir ve radyonüklit aktiviteler bilindiği takdirde UNSCEAR (2000) tarafından önerilen Eşitlik 3 ile hesaplanabilir:

$$D \text{ (nGy/h)} = 0,462 A_U + 0,604 A_{Th} + 0,0417 A_K + 0,030 A_{Cs} \quad (3)$$

Burada, D; yerden 1 m yükseklikte soğurulan doz hızıdır. A_U , A_{Th} , A_K ve A_{Cs} ; sırasıyla ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs 'nin aktivite konsantrasyonlarıdır. ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K dönüşüm faktörleri sırasıyla Bq/kg başına 0,462, 0,604, 0,0417 ve 0,030 nGy/h'dir (Kurnaz ve ark., 2007).

2.9. Radyum Eşdeğer Aktivitesi (Raeq) ve Dış Tehlike Endeksi (Hex)

Radyum eşdeğer aktivitesi (Raeq), risk indeksinde geniş bir şekilde Eşitlik 4 (Beretka ve Matthew, 1985) ile hesaplanarak kullanılır.

$$Raeq = A_{Ra} + 1,43 A_{Th} + 0,077 A_K \quad (4)$$

Burada, A_{Ra} , A_{Th} ve A_K sırasıyla, ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K 'nin Bq/kg biriminde aktivite konsantrasyonlarıdır.

Dış tehlike endeksi (Hex), (Krieger, 1981) tarafından önerilen model kullanılarak Eşitlik (5) hesaplanır (Kurnaz ve ark., 2007).

$$Hex = A_{Ra} / 370 + A_{Th} / 259 + A_K / 4810 \leq 1 \quad (5)$$

Burada, A_{Ra} , A_{Th} ve A_K sırasıyla, ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K 'nin Bq/kg biriminde aktivite konsantrasyonlarıdır.

2.10. Yıllık Gonadal Doz Eşdeğeri (YGDE)

Yıllık Gonadal Doz Eşdeğeri (YGDE), Eşitlik 6 kullanılarak hesaplanmıştır (Kurnaz ve ark., 2007; Mamont-Ciesla ve ark., 1982);

$$YGDE \text{ (}\mu\text{Sv/yıl)} = 3,09 A_{Ra} + 4,18 A_{Th} + 0,314 A_K \quad (6)$$

2.11. Yıllık etkin doz eşdeğeri (YEDE)

Yıllık etkin doz eşdeğeri (YEDE); Eşitlik 7 yardımı ile hesaplanmıştır (Kurnaz ve ark., 2007);

$$YEDE \text{ (}\mu\text{Sv/yıl)} = D \text{ (nGy/h)} \times 8760 \text{ (saat/yıl)} \times$$

$$0,2 \times 0,7 \text{ (Sv/Gy)} \times 10^{-3} \quad (7)$$

2.12. Yaşam Boyu Kanser Riski (YBKR)

Yaşam boyu kanser riski (YBKR) Eşitlik 8 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$YBKR = YEDE \times DL \times RF \quad (8)$$

Burada, DL yaşam süresi (70 yıl) ve RF risk faktörüdür, (Sv^{-1}) ise Sievert başına ölümcül kanser riskini ifade eder. Stokastik etkiler için RF değeri 0,05 olarak alınır (Mountford ve Temperton, 1992; Kurnaz ve ark., 2007).

2.13. Eser elementler ve ağır metal içeriği Cihaz ve Reaktifler

Çalışmalarda Bruker 820-MS Endüktif Eşleştirilmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ve Cem Mars 5 Kapalı Damar Mikrodalga Sindirim Sistemi kullanılmıştır.

2.14. Örnek Hazırlama

0,5 g mantar numunesi alınıp üzerine 5 mL HNO_3 (%65) ve 2 mL HCl (%37) ilave edilmiş, elde edilen karışım mikrodalga kullanılarak çözündürülmüştür. Daha sonra deiyonize su ile 50 mL hacme seyreltilmiştir. Numuneler Bruker-820 endüktif olarak eşleştirilmiş plazma kütle spektrometrisi (ICP-MS) ile analiz edilmiştir.

2.15. İstatistiksel analiz

Veriler SPSS paket programı (Statistical Package for Social Sciences - versiyon 23.0) kullanılarak analiz edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık testleri, ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Mantarların karbon (C), hidrojen (H), azot (N) değerleri ve protein içerikleri

Lactarius mantarlarının karbon (C), hidrojen (H), azot (N) değerleri ve protein içerikleri (kuru ağırlık) Tablo 2'de verilmiştir.

3.2. Mantarların toplam fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri

Lactarius türlerinin toplam fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri Tablo 3'te verilmiştir.

3.3. Mantarların antimikrobiyal özellikleri

Agar kuyucuk difüzyonu yöntemi ile *Lactarius* mantarlarının metanolik ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 2. *Lactarius* mantarlarının karbon (C), hidrojen (H), azot (N) değerleri ve protein içerikleri (kuru ağırlık)

Table 2. Carbon (C), hydrogen (H), nitrogen (N) values and protein contents of *Lactarius* mushrooms (dry weight)

Mantar Türleri	H (%)	C (%)	N (%)	Protein (%)
<i>Lactarius delicious</i>	6,35	41,53	3,21	14,05
<i>Lactarius insulsus</i>	6,39	39,87	3,19	13,97
<i>Lactarius vellereus</i>	6,91	42,19	2,73	11,95

Tablo 3. *Lactarius* mantarlarının toplam fenolik içeriği ve antioksidan özellikleri (kuru ağırlık)

Table 3. Total phenolic content and antioxidant properties of *Lactarius* (dw)

Mantar Türleri	Total fenolik miktar (mg GAE/g)	FRAP ($\mu\text{mol FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O/g}$)
<i>Lactarius delicious</i>	1,343 \pm 0,060 ^b	3,640 \pm 0,212 ^b
<i>Lactarius insulsus</i>	1,124 \pm 0,032 ^a	3,263 \pm 0,035 ^a
<i>Lactarius vellereus</i>	2,247 \pm 0,086 ^c	5,668 \pm 0,042 ^c

^a Aynı üst simge harf(ler)e sahip olan ortalamalar, Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre önemli ölçüde farklı değildir (p>0,05).

Tablo 4. Agar kuyucuk difüzyonu yöntemi ile *Lactarius* mantarlarının metanolik ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi.

Table 4. Antimicrobial activity of the *Lactarius* mushrooms methanolic extracts by agar well diffusion

Materyal	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>A. haemolyticus</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. typhimurium</i>	<i>P. mirabilis</i>
<i>L. delicious</i>	- *	+*	-	-	-	-	+	-	-
<i>L. insulsus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. vellereus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ampicillin	+	+		+	-	-	-	+	-
Gentamicin			+			+	+		
Amphotericin B					+				
Cefotaxime									+
Metanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: + antimikrobiyal aktivite var, - antimikrobiyal aktivite yok

3.4. Mantarların ve yetiştikleri toprak örneklerinin radyoaktivitesi

Mantar örneklerinin primordial radyonüklidleri (²³⁸U, ²³²Th ⁴⁰K) ve yapay radyonüklid (¹³⁷Cs) konsantrasyonları Tablo 5'te sunulmuştur. Mantar habitatındaki (yetiştirildiği topraktaki) ²³⁸U, ²³²Th, ¹³⁷Cs ve ⁴⁰K aktivite konsantrasyonları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 5. *Lactarius* örneklerinin ²³⁸U, ²³²Th, ¹³⁷Cs ve ⁴⁰K aktivite konsantrasyonları (kuru ağırlık)

Table 5. ²³⁸U, ²³²Th, ¹³⁷Cs and ⁴⁰K activity concentrations of *Lactarius* samples (dry weight)

Mantar Türleri	²³⁸ U (Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)
<i>Lactarius delicious</i>	11,0 \pm 0,7 ^a	2,5 \pm 0,2 ^a	ND*	42,3 \pm 2,1 ^a
<i>Lactarius insulsus</i>	14,0 \pm 0,8 ^b	3,8 \pm 0,4 ^b	34,8 \pm 3,1	55,7 \pm 2,2 ^b
<i>Lactarius vellereus</i>	13,0 \pm 0,9 ^b	6,9 \pm 0,4 ^c	ND	61,2 \pm 2,4 ^c

*ND: Tespit edilmedi, ^a: Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ile aynı üst simge harf(ler)e sahip olan ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir (p>0,05)

Tablo 6. Mantar habitatındaki (topraktaki) ²³⁸U, ²³²Th, ¹³⁷Cs ve ⁴⁰K aktivite konsantrasyonları

Table 6. ²³⁸U, ²³²Th, ¹³⁷Cs and ⁴⁰K activity concentrations in fungi habitat (soil), (dry weight)

Mantar habitatı	²³⁸ U (Bq/kg)	²³² Th (Bq/kg)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	⁴⁰ K (Bq/kg)
<i>Lactarius delicious</i>	28,3 \pm 1,7 ^b	24,4 \pm 1,5 ^c	ND*	233,7 \pm 9,3 ^b
<i>Lactarius insulsus</i>	28,5 \pm 0,9 ^b	22,5 \pm 0,9 ^b	ND	238,9 \pm 12,7 ^b
<i>Lactarius vellereus</i>	24,1 \pm 1,3 ^a	13,2 \pm 0,7 ^a	ND	174,7 \pm 9,4 ^a

*ND: Tespit edilmedi, ^a: Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ile aynı üst simge harf(ler)e sahip olan ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir (p>0,05).

Yıllık etkin doz (E), havadaki absorplanmış doz hızı (D), radyum eşdeğeri aktivitesi (Raeq) ve dış tehlike indeksi (Hex), yıllık gonadal doz eşdeğeri (YGDE), yıllık etkin doz eşdeğeri (YEDE) ve yaşam boyu kanser riski (YBKR) değerleri Tablo 7'de sunulmuştur

Tablo 7. Mantar ve toprak örneklerinde E, D, Ra_{eq}, H_{ex}, YGDE, YEDE ve YBKR değerleri
Table 7. E, D, Ra_{eq}, H_{ex}, YGDE, YEDE, Risk of lifetime cancer values in fungi and soil samples

Mantar türleri	E* (mSv/y)	D (nGy/h)	Ra _{eq} (Bq/kg)	H _{ex}	YGDE (µSv/y)	YEDE (mSv/y)	YBKR
<i>Lactarius deliciosus</i>	23,5	37,5	81,1	0,330	262,7	46,03	1,610 x 10 ⁻⁴
<i>Lactarius insulsus</i>	33,5	36,6	79,1	0,200	218,1	44,88	1,571 x 10 ⁻⁴
<i>Lactarius vellereus</i>	29,3	26,3	56,3	0,156	184,4	32,25	1,128 x 10 ⁻⁴
Dünya ortalaması	290	55	370			70	0,29 x 10 ⁻³

*: E (Efektif doz) değeri mantarlar için, diğer değerler yetiştirme ortamı olan toprak için hesaplanmıştır.

Tablo 8. Mantarların eser element miktarları (mg/kg, kuru ağırlık)
Table 8. Trace element contents of fungi (mg/kg, dry weight)

Mantar Türleri	Mg	Al	Ca	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Se
<i>Lactarius deliciosus</i>	107,1 ± 6,2 ^b	61,6 ± 4,6 ^a	585,3 ± 36,4 ^b	27,8 ± 1,7 ^b	392,2 ± 28,7 ^b	0,29 ± 0,016 ^b	24,7 ± 6,6 ^a	10,9 ± 0,5 ^a	86,0 ± 5,6 ^b	3,2 ± 0,17 ^{ab}
<i>Lactarius insulsus</i>	86,5 ± 4,1 ^a	92,4 ± 6,8 ^b	202,5 ± 7,3 ^a	13,3 ± 1,1 ^a	80,1 ± 7,1 ^a	0,12 ± 0,008 ^a	16,8 ± 4,3 ^a	44,2 ± 3,8 ^b	55,8 ± 4,3 ^a	3,5 ± 0,18 ^b
<i>Lactarius vellereus</i>	86,9 ± 4,3 ^a	66,4 ± 4,8 ^a	214,4 ± 8,3 ^a	13,8 ± 1,1 ^a	84,5 ± 8,4 ^a	0,14 ± 0,009 ^a	14,2 ± 4,1 ^a	45,2 ± 3,5 ^b	56,7 ± 4,4 ^a	3,1 ± 0,14 ^a

^a Aynı üst simge harf(ler)e sahip olan ortalamalar, Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre önemli ölçüde farklı değildir (p>0.05).

Tablo 9. Mantarların ağır metal miktarları (mg/kg kuru ağırlık)
Table 9. Heavy metal contents of fungi (mg/kg, dry weight)

Mantar Türleri	Pb-206	Pb-207	Pb-208	Cr	As	Cd
<i>Lactarius deliciosus</i>	0,07 ± 0,006 ^a	0,06 ± 0,006 ^b	0,07 ± 0,004 ^c	0,050 ± 0,003 ^b	0,023 ± 0,004 ^a	0,13 ± 0,005 ^a
<i>Lactarius insulsus</i>	0,05 ± 0,004 ^a	0,04 ± 0,005 ^a	0,04 ± 0,002 ^a	0,024 ± 0,001 ^a	0,019 ± 0,003 ^a	0,14 ± 0,006 ^a
<i>Lactarius vellereus</i>	0,06 ± 0,005 ^a	0,06 ± 0,005 ^b	0,06 ± 0,003 ^b	0,026 ± 0,001 ^a	0,024 ± 0,004 ^a	0,14 ± 0,007 ^a

^a Aynı üst simge harf(ler)e sahip olan ortalamalar, Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre önemli ölçüde farklı değildir (p>0.05).

3.5. Mantarların eser element ve ağır metal içerikleri

Mantarların eser element ve ağır metal içerikleri (mg/kg, kuru ağırlık) sırasıyla Tablo 8 ve Tablo 9'da sunulmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

4.1. Mantarların karbon (C), hidrojen (H), azot (N) değerleri ve protein içerikleri

Bu çalışmada kuru mantar örneklerinin protein içeriği %11,95 ile %14,05 arasında değişmiştir. *Lactarius deliciosus* %14,05 ile en yüksek protein içeriğine sahip mantar türü bulunmuştur (Tablo 2). Literatürde; bazı türlerin protein içeriğinin %1,5 ila %7,9 (kuru ağırlık) arasında değiştiği bildirilmiştir (Manzi ve ark., 2004)

4.2. Mantarların toplam fenolik miktarı ve antioksidan özellikleri

Tablo 3'te görüldüğü üzere *Lactarius* türlerinin toplam fenolik içeriği 1,124±0,032 ila 2,247±0,086 mg GAE/g arasında değişmiştir. En yüksek değer

Lactarius vellereus'ta gözlenmiştir. Kalogeropoulos ve ark., (2013) taze *L. deliciosus*'daki toplam fenolik miktarının 0,124 mg GAE/g yaş ağırlık olduğunu bildirmişlerdir. *Lactarius* türleri arasında en yüksek antioksidan aktivite (FRAP), *Lactarius vellereus*'un ekstraktında (5,668±0,042 µmol FeSO₄·7H₂O/g) bulunmuştur.

Bu çalışmada elde edilen değerler, Yunanistan'ın Midilli Adası'nda yetişen bazı taze yabani yenebilir mantarların değerlerinden (*Lactarius deliciosus*, *L. semisanguifluus*, *L. sanguifluus*, *Russula delica*, *Suillus bellinii* mantarları için 0,271 ile 0,523 µmol Fe²⁺/g değerleri arasında) yüksek bulunmuştur (Kalogeropoulos ve ark., 2013).

4.3. Mantarların antimikrobiyal özellikleri

Lactarius deliciosus, *Klebsiella pneumoniae* ve *Escherichia coli*'nin in vitro (laboratuvar ortamında) büyümesine karşı engelleyici etki göstermiştir (Tablo 4). Literatürde *Lactarius deliciosus* türünün *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus* ve *Mycobacterium smegmatis* (Dulger ve ark., 2002) *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* (Barros ve ark.,

2007) *Candida albicans*'a (Santoyo ve ark., 2009) karşı antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir. Antimikrobiyal özelliklerin çözücü tipi, süresi ve ekstraktların konsantrasyonu vb. faktörlerden etkilenebileceği belirtilmiştir (Barros ve ark., 2007).

4.4. Mantarların ve yetiştikleri toprak örneklerinin radyoaktivitesi

Tablo 5'ten görüleceği üzere, mantarların uranyum (^{238}U) ve toryum (^{232}Th) aktivite konsantrasyonları sırasıyla $11,0 \pm 0,7$ ila $14,0 \pm 0,8$ Bq/kg ve $2,5 \pm 0,2$ ila $6,9 \pm 0,4$ Bq/kg arasında değişmiştir. En yüksek uranyum (^{238}U) *Lactarius insulsus*'ta görülürken, en yüksek toryum *Lactarius vellereus*'ta tespit edilmiştir. Uranyum aktivite konsantrasyon değerleri, Güneybatı Nijeryada'ki bazı yenilebilir yabani mantarlarla karşılaştırılabilir olduğu ($8,57 \pm 3,25$ ve $14,31 \pm 6,01$ Bq/kg; Faweya ve ark., 2015) ve bazı yabani mantarlardan (*Amanita muscaria*, *Hebeloma cylindrosporum*, *Tricholoma equestre*, *Lactarius delicious*, $0,91 \pm 0,05$ - $6,8 \pm 0,8$ Bq/kg) daha yüksek oranlarda olduğu söylenebilir (Baeza ve Guillén, 2006).

Mantarların toryum aktivite konsantrasyonlarının önceki çalışmalarda $1,44 \pm 0,07$ ile $21,64 \pm 7,23$ Bq kg^{-1} (kuru ağırlık) arasında değiştiği bildirilmiştir (Baeza ve Guillén, 2006; Faweya ve ark., 2015).

Bu çalışmada, mantarların potasyum aktivite konsantrasyonları $42,3 \pm 2,1$ ile $61,2 \pm 2,4$ Bq/kg (kuru ağırlık) arasında değişmiştir. En yüksek ^{40}K , *Lactarius vellereus*'ta tespit edilmiştir. Literatürde mantarların ^{40}K içeriği 29 ± 23 ile $3,020 \pm 100$ Bq kg^{-1} (kuru ağırlık) arasında olduğu bildirilmiştir (Rakić ve ark., 2014).

Sezyum (^{137}Cs), nükleer silahlar ve nükleer materyaller de dâhil olmak üzere farklı kazalarla çevreye salınan uzun ömürlü bir antropojenik radyonüklid (Yarılanma ömrü; $T_{1/2} = 30,2$ y). Sezyum aktivite konsantrasyonu sadece *Lactarius insulsus*'ta belirlenmiştir. Mantarların aynı bölgeden toplandığı göz önüne alındığında mantar türlerinin radyonüklid birikiminde farklılık gösterdiği söylenebilir.

Tablo 6'dan görüleceği üzere; toprak örneklerindeki uranyum, toryum ve potasyum ortalamaları sırasıyla $26,9 \pm 1,3$; $20,0 \pm 1,0$ ve $215,7 \pm 10,4$ Bq/kg bulunmuştur. Bu değerlerin tümü dünya ortalamalarından (sırasıyla 45 Bq/kg, 45 Bq/kg ve 400 Bq/kg) düşük bulunmuştur (UNSCEAR, 2000). ^{137}Cs aktivite konsantrasyonu, hiçbir toprak örneğinde tespit edilememiştir.

4.4.1. Yıllık etkin doz (E)

Lactarius delicious, *L. insulsus* ve *L. vellereus* için

yıllık etkin doz sırasıyla; 23,5; 33,5; 29,3 olarak hesaplanmıştır. Tüm etkili dozlar dünya ortalamasının ($290 \mu\text{Sv/y}$) altında bulunmuştur (UNSCEAR, 2000). Kirlilik düzeyinin düşük olması, doğadan toplanan yabani, yenilebilir *Lactarius* türlerinin tüketilmesinin herhangi bir sağlık sorununa yol açmayacağını ortaya koymaktadır.

4.4.2. Havadaki absorplanmış doz hızı (D)

Absorbe edilen doz 26,3 ila 37,5 nGy/h arasında değişmiştir (Tablo 7). Bu değerler, Mısır'ın Doğu Çölü (488 nGy/h) (Arafa, 2004) ve İstanbul (49 nGy/h) (Karahana ve Bayulken, 2000) değerlerinden daha düşüktür. Sonuçlarımız UNSCEAR (2000) uluslararası ortalama değerden (55 nGy/h) daha düşük bulunmuştur.

4.4.3. Radyum eşdeğeri aktivitesi (Raeq) ve dış tehlike indeksi (Hex)

Çalışmada; radyum eşdeğer aktivite (Raeq) değerleri $56,3$ ile $81,1$ Bq/kg arasında bulunmuştur. Sonuçlarımız Rize-Fırtına Vadisi ($166,3$ Bq/kg) (Kurnaz ve ark., 2007) ve Mısır'ın Doğu Çölünde ($493,8$ Bq/kg) (Arafa, 2004) bulunan değerlerden daha düşüktür. Ayrıca bu sonuçlar uluslararası önerilen değerlerden (370 Bq/kg) de düşüktür (UNSCEAR, 2000).

En yüksek ve en düşük dış tehlike indeksi (Hex) sırasıyla $0,330$ ve $0,156$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, Türkiye'nin kuzey batısındaki (Rize-Fırtına Vadisi) Hex değeri ($2,03$) (Kurnaz ve ark., 2007), Mısır'ın Doğu Çölü Hex değerinden daha düşük bulunmuştur (Arafa, 2004).

4.4.4. Yıllık gonadal doz eşdeğeri (YGDE)

YGDE, $184,4$ ila $262,7$ mSv/yıl arasında değişmiştir. YGDE, Mısır'ın Doğu Çölünde (Arafa, 2004) 2398 mSv/yıl ve Türkiye'de Fırtına Vadisi'nde $550,5$ mSv/yıl olarak bulunmuştur (Kurnaz ve ark., 2007). Bu değerler Tablo 7'de belirtilen değerlerden daha yüksektir.

4.4.5. Yıllık etkin doz eşdeğeri (YEDE)

YEDE $32,25$ - $46,03$ mSv/yıl aralığında bulunmuştur. UNSCEAR (2000)'e göre dış mekân karasal gama radyasyonunda YEDE'nin dünya ortalaması 70 mSv/yıl'dır. Dolayısıyla bulgularımız dünya ortalamasının altındadır. Karahana ve Bayulken, (2000)'e göre YEDE, İstanbul'da $69,8$ mSv /yıl olarak bulunmuştur.

4.4.6. Yaşam boyu kanser riski

Mantarların yaşam boyu en düşük ve en yüksek kanser riski sırasıyla $1,128 \times 10^{-4}$ ve $1,610 \times 10^{-4}$

olarak bulunmuştur. Dünya ortalama yaşam boyu kanser riski $0,29 \times 10^{-3}$ 'tür (Taskin ve ark., 2009). Dolayısıyla bulgularımız dünyanın ortalama yaşam boyu kanser riskinden daha düşüktür.

4.4.7. Mantarların eser element miktarları (mg/kg - kuru ağırlık)

En düşük alüminyum ($61,6 \pm 4,6$ mg/kg) ve bakır ($10,9 \pm 0,5$ mg/kg), ayrıca en yüksek kalsiyum ($585,3 \pm 36,4$ mg/kg), manganez ($27,8 \pm 1,7$ mg/kg), demir ($392,2 \pm 28,7$ mg/kg), kobalt ($0,29 \pm 0,016$ mg/kg) ve nikel ($24,7 \pm 6,6$ mg/kg) içerikleri *Lactarius deliciosus* türünde gözlenmiştir. Bu tür, *Lactarius*'un diğer iki türüne oranla daha dikkat çekici sonuçlar sergilemiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada, (Kosanić ve ark., 2016) *Lactarius deliciosus* mantarının çinko, bakır, kadmiyum ve kurşun içerikleri sırasıyla $123,57 \pm 0,30$; $15,49 \pm 0,12$; $0,54 \pm 0,00$; $0,44 \pm 0,3$ mg/kg olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, literatür değerleri ile paralellik göstermektedir.

4.5. Mantarların ağır metal miktarları

Yılmaz ve ark., (2002) Türkiye'nin batısından (Balıkesir-Manisa) toplanan bazı türlerde Pb içeriğinin $0,57$ ile $8,5$ mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmamızda mantarların kurşun içeriği literatürdeki aralıklardan oldukça düşük bulunmuştur. Dolayısıyla elde edilen değerlerin kurşun içeriği açısından güvenli bölgede olduğu söylenebilir.

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO, who.int) göre; mantarlarda normal Cd aralığı $0,012-60$ mg/kg aralığında olmalıdır (WHO, 1999). Çalışmadaki ortalama Cd içeriği $0,13 - 0,14$ mg/kg civarlarında olduğundan güvenlik aralığındadır.

Doğada; arsenik en tehlikeli inorganik elementlerden biridir. İnsanlar için kanserojen risk taşır. Bunlara ek olarak; bilinen güvenli arsenik seviyelerinin olmadığı bildirilmiştir (Falandyz ve Borovička, 2013). Bu çalışmada; *Lactarius*'ların tespit edilen arsenik değerleri ($0,019 \pm 0,003 - 0,024 \pm 0,004$ mg/kg) literatür verilerinden ($0,28-86$ mg/kg) oldukça düşüktür (Vetter, 1994).

Daha önce yapılan bir çalışmada, (Kosanić ve ark., 2016) *Lactarius deliciosus*'ın metal konsantrasyonunu, antioksidan, antimikrobiyal ve antikanser potansiyellerini araştırmışlar, in-vitro olarak belirli seviyelerde antimikrobiyal, antioksidan ve antikanser aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

İstatistiksel test sonuçlarına göre (Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi); mantarların elementel kompozisyonlarının birbirlerinden önemli ölçüde farklı

oldukları bulunmuştur ($p < 0,05$). Sonuç olarak, aynı cinsten olmalarına ve aynı yöreden toplanmalarına rağmen mantar türleri arasındaki farklılıkların analiz sonuçlarını etkileyebileceği ifade edilebilir. Daha fazla karşılaştırma yapabilmek için; farklı coğrafi bölgelerden toplanan farklı yabani, yenilebilir mantar türleri ile genişletilmiş analizlerine ihtiyaç vardır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Alshahri, F. 2019. Natural and anthropogenic radionuclides in urban soil around non-nuclear industries (Northern Al Jubail), Saudi Arabia: assessment of health risk. *Environmental Science Pollution Research* 26 (36): 36226-36235.

Arafa, W. 2004. Specific activity and hazards of granite samples collected from the Eastern Desert of Egypt. *Journal of Environmental Radioactivity* 75 (3): 315-327.

Baeza, A., Guillén, J. 2006. Influence of the soil bioavailability of radionuclides on the transfer of uranium and thorium to mushrooms. *Applied Radiation Isotopes in Environmental Health studies* 64 (9): 1020-1026.

Barros, L., Baptista, P., Estevinho, L. M., Ferreira, I. C. 2007. Effect of fruiting body maturity stage on chemical composition and antimicrobial activity of *Lactarius* sp. mushrooms. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 55 (21): 8766-8771.

Benzie, I. F., Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239 (1): 70-76.

Beretka, J., Matthew, P. 1985. Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products. *Health Physics* 48 (1): 87-95.

Changizi, V., Angaji, M., Zare, M. R., Abbasnejad, K. 2012. Evaluation of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs and ^{40}K *Agaricus bisporus* activity in cultivated edible mushroom formed in Tehran Province-Iran. *Iranian Journal of Medical Physics* 9 (4): 239-244.

Chen, S., Zhu, Y., Hu, Q. 2005. Soil to plant transfer of ^{238}U , ^{226}Ra and ^{232}Th on a uranium mining-impacted soil from southeastern China. *Journal of Environmental Radioactivity* 82 (2): 223-236.

Crisan, E., Sands, A. 1978. The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Nutritional value. Academic Press, New York.

- Dulger, B., Yilmaz, F., Gucin, F. 2002. Antimicrobial activity of some *Lactarius* species. *Pharmaceutical Biology* 40 (4): 304-306.
- Falandysz, J., Borovička, J. 2013. Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms: health benefits and risks. *Applied Microbiology Biotechnology* 97 (2): 477-501.
- Faweya, E., Ayeni, M., Kayode, J. 2015. Accumulation of natural radionuclides by some edible wild mushrooms in Ekiti State, Southwestern, Nigeria. *World Journal of Nuclear Science Technology* 5 (02): 107.
- Gadow, A., Joubert, E., Hansmann, C. 1997. Comparison of the antioxidant activity of aspalathin with that of other plant phenols of rooibos tea (*Aspalathus linearis*), α -tocopherol, BHT, and BHA. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 45 (3): 632-638.
- Gast, C., Jansen, E., Bierling, J., Haanstra, L. 1988. Heavy metals in mushrooms and their relationship with soil characteristics. *Chemosphere* 17 (4): 789-799.
- He, Z. L., Yang, X. E., Stoffella, P. J. 2005. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace elements in Medicine Biology* 19 (2-3): 125-140.
- Jackson, P. 1996. Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: part 5 compilation of ingestion and inhalation dose coefficients (ICRP Publication 72). IOP Publishing.
- Kalogeropoulos, N., Yanni, A. E., Koutrotsios, G., Aloupi, M. 2013. Bioactive microconstituents and antioxidant properties of wild edible mushrooms from the island of Lesbos, Greece. *Food Chemical Toxicology* 55: 378-385.
- Karahan, G., Bayulken, A. 2000. Assessment of gamma dose rates around Istanbul (Turkey). *Journal of Environmental Radioactivity* 47 (2): 213-221.
- Kosanić, M., Ranković, B., Rančić, A., Stanojković, T. 2016. Evaluation of metal concentration and antioxidant, antimicrobial, and anticancer potentials of two edible mushrooms *Lactarius deliciosus* and *Macrolepiota procera*. *Journal of Food Drug Analysis* 24 (3): 477-484.
- Krieger, R. 1981. Radioactivity of construction materials. *Betonwerk Fertigteil Techn* 47 (8): 468-473.
- Kurnaz, A., Küçükömeroğlu, B., Keser, R., Okumuşoğlu, N., Korkmaz, F., Karahan, G., Çevik, U. 2007. Determination of radioactivity levels and hazards of soil and sediment samples in Fırtına Valley (Rize, Turkey). *Applied Radiation Isotopes in Environmental Health studies* 65 (11): 1281-1289.
- Maity, G. N., Maity, P., Khatua, S., Acharya, K., Dalai, S., Mondal, S. 2021. Structural features and antioxidant activity of a new galactoglucan from edible mushroom *Pleurotus djamor*. *International Journal of Biological Macromolecules* 168: 743-749.
- Mamont-Ciesla, K., Gwiazdowski, B., Biernacka, M., Zak, A. 1982. Radioactivity of Building Materials in Poland. Natural Radiation Environment. Halsted Press, New York
- Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L. 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry* 84 (2): 201-206.
- Martins, A., Baptista, P., Sousa, M., Meireles, T., Pais, M. 2002. Edible mycorrhizal fungi associated with *Castanea sativa* Mill trees in the Northeast of Portugal. The proceedings of the second international workshop on edible mycorrhizal fungi. ISBN 0-478-10828-X.
- Mountford, P., Temperton, D. 1992. Recommendations of the international commission on radiological protection (ICRP) 1990. *European Journal of Nuclear Medicine* 19, 77-79
- Murcia, M. A., Martinez-Tome, M., Jiménez, A. M., Vera, A. M., Honrubia, M., Parras, P. 2002. Antioxidant activity of edible fungi (truffles and mushrooms): losses during industrial processing. *Journal of Food Protection* 65 (10): 1614-1622.
- Rakić, M., Karaman, M., Forkapić, S., Hansman, J., Kebert, M., Bikit, K., Mrdja, D. 2014. Radionuclides in some edible and medicinal macrofungal species from Tara Mountain, Serbia. *Environmental Science Pollution Research* 21 (19): 11283-11292.
- Santoyo, S., Ramírez-Anguiano, A. C., Reglero, G., Soler-Rivas, C. 2009. Improvement of the antimicrobial activity of edible mushroom extracts by inhibition of oxidative enzymes. *International Journal of Food Science Technology* 44 (5): 1057-1064.
- Sevindik, M., Akgul, H., Selamoglu, Z., Braidy, N. 2020. Antioxidant and antigenotoxic potential of *Infundibulicybe geotropa* mushroom collected from Northwestern Turkey. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2020: 1-8
- Slinkard, K., Singleton, V. L. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology Viticulture* 28 (1): 49-55.
- Smolskaitė, L., Venskutonis, P. R., Talou, T. 2015. Comprehensive evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of different mushroom species. *LWT-Food Science and Technology* 60(1): 462-471.
- Taskin, H., Karavus, M., Ay, P., Topuzoglu, A., Hidiroglu, S., Karahan, G. 2009. Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kırklareli, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity* 100 (1): 49-53.
- UNSCEAR. 2000. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Publications.
- Vetter, J. 1994. Data on arsenic and cadmium contents of some common mushrooms. *Toxicol* 32 (1): 11-15.
- Vieira, V., Barros, L., Martins, A., Ferreira, I. C. 2014.

Expanding current knowledge on the chemical composition and antioxidant activity of the genus *Lactarius*. *Molecules* 19 (12): 20650-20663.

Wayne, P. 2012. Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests; approved standard. Approved Standard—Eleventh Edition. CLSI document M02-A11.

WHO. 1999. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Summary and conclusions, 53rd Meeting, Rome.

Xu, X., Liu, A., Hu, S., Ares, I., Martínez-Larrañaga, M.-R., Wang, X., Martínez, M., Anadón, A., Martínez,

M.-A. 2021. Synthetic phenolic antioxidants: Metabolism, hazards and mechanism of action. *Food Chemistry* 353: 129488.

Yılmaz, A. 2015. Bazı doğa ve kültür mantarı türlerinin biyoaktif özelliklerinin ve radyoaktif element miktarlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, aradeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

Yılmaz, F., Işıloğlu, M., Merdivan, M. 2002. Heavy metal levels in some macrofungi. *Turkish Journal of Botany* 27 (1): 45-56.

Odun polimer kompozitlerin doğal ve yapay (suni) yaşlandırma sonrası özelliklerinde meydana gelen değişiklikler

The properties of wood polymer composites after natural and artificial weathering

Büşra AVCI¹
Ayfer DÖNMEZ ÇAVDAR²
Fatih MENGELÖĞLU¹

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Kahramanmaraş

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)

Büşra AVCI
busraavci@yahoo.com.tr

Geliş tarihi (*Received*)

25.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)

23.05.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Avci, B., Dönmez Çavdar, A. & Mengeloğlu, F. (2022). Odun polimer kompozitlerin doğal ve yapay (suni) yaşlandırma sonrası özelliklerinde meydana gelen değişiklikler. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 264-270. DOI: 10.17568/ogmoad.1091198



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Odun Polimer Kompozitler (OPK), termoplastik matris ve selüloz esaslı takviye / dolgu maddesinin birleştirilmesiyle oluşturulan kompozitlerin genel adıdır. OPK'ler özellikle dış cephe ve zemin kaplaması, çit, bahçe mobilyası gibi uygulamalarda tercih edilmektedir. OPK'lerin ahşap malzemeye göre başlıca avantajları yüksek boyutsal kararlılık, mantar ve böceklerle karşı dayanıklılık ve kullanım süreleri boyunca düşük bakım gereksinimi sayılabilir. Bununla birlikte, bu malzemelerin dış hava koşullarında bozunmaya uğraması büyük bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle, dış mekan uygulamalarında OPK'lerin diğer polimer esaslı kompozitlere göre performansı genellikle daha düşüktür. Polimerik malzemeler çevresel faktörlerin etkisiyle fiziksel, kimyasal, biyolojik süreçler veya bunların kombinasyonu ile bozunmaya uğramaktadırlar. Sıcaklık (termal bozunma), hava (oksidatif bozunma), nem (hidrolitik bozunma), mikroorganizmalar (biyobozunma), ışık (foto bozunma), yüksek enerjili radyasyon (ultra violet (UV), ışınlama), kimyasal (korozyon) ve mekanik etkenler gibi faktörler malzemede geri dönüştürülemez değişiklikler meydana getirebilmektedir. Bu faktörlerin etkilerini belirlemek amacıyla, doğal ve suni yaşlandırma yapılarak polimer yapısındaki değişiklikler belirlenmektedir. Bu literatür çalışmasında OPK'ler üzerinde ilgili konuda gerçekleştirilen çalışmaların detaylı bir özet ve analizi sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Odun Polimer kompozit, doğal ve suni yaşlandırma, fiziksel ve mekanik özellikler.

Abstract

Wood Polymer Composites (WPC) is the general name of composites formed by combining thermoplastic matrix and cellulose based reinforcement/filler. They are especially preferred as exterior cladding, outdoor flooring, fence, garden furniture. WPCs have advantages over wood like as higher dimensional stability, resistance to fungi and insects and low maintenance requirements during life-time-use. However, the degradation of these materials in weather conditions is a major disadvantage. Compared to polymer-based composites, the degradation for in outdoor weather conditions is generally lower. Polymeric materials are subject to degradation by physical, chemical and biological processes or a combination of these under the influence of environmental factors. Factors such as temperature (thermal degradation), air (oxidative degradation), moisture (hydrolytic degradation), microorganisms (biodegradation), light (photodegradation), high-energy radiation (UV, irradiation), chemical agents (corrosion) and mechanical forces can cause irreversible changes in material structure. In order to determine the effects of these factors, changes in the polymer structure are determined by natural and artificial aging. This literature review presents a detailed summary and analysis of the studies carried out on WPC weathering properties.

Keywords: Wood Polymer composite, natural and artificial aging, physical and mechanical properties.

1. Giriş

Yıllar içerisinde artmaya başlayan yenilenebilir hammadde arayışları ve polimer kullanımına bağlı oluşan çevreci baskılar polimer sektörünü farklı arayışlara itmiştir. Bu arayışlar sonucunda polimer kompozit üretiminde maliyeti düşürme potansiyeli de bulunan odun veya bitki kökenli lifsel maddelerin dolgu maddesi olarak kullanımı ortaya çıkmıştır (Çetin ve ark., 2014). Günümüzde plastik malzemelerin yerine alternatif olarak kullanılabilen önemli malzeme türlerinden biri olan odun plastik kompozitler (OPK) de bu sürecin ürünlerinden sayılabilir.

OPK üretiminde polietilen, polipropilen ve polivinil klorür gibi polimerler ile lignoselülozik esaslı çok sayıda malzeme takviye/dolgu maddesi olarak kullanılabilir. OPK üretiminde sadece bakır plastikler değil geri dönüşüm plastikler, orman endüstrisi atıkları ve tarımsal atıklar da kullanılabilir.

OPK'ler kapı-pencere doğraması, kamelya malzemesi, park-bahçe mobilyası, bina içi dekoratif profiller ve otomatik gibi kullanım alanlarına sahiptirler. Bu malzemelerin avantajları arasında düşük yoğunluğa sahip olmaları, yüksek spesifik dirençlerinin olması, aşındırıcı olmamaları ve kolay bulunabilmeleri sayılabilir. OPK'ler her türlü bitki ve ağaçtan elde edilen unlar ya da liflerle üretilebilmektedirler. Tarımsal atıkların polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalarda buğday sapları, pamuk karpeli, vb. yıllık bitkiler kullanılmıştır (Karakuş, 2008; Karakuş ve Mengeloğlu, 2015).

Hava koşullarına dayanıklılık plastiklerin kullanım yeri için önemlidir. Kompozitlerin hava koşullarına karşı direnci, nem, güneş ışığı, sıcak/soğuk, kimyasallar, rüzgarla savrulan malzemelerin aşınması ve biyolojik etkenler gibi dış mekan bozucu faktörlerden etkilenmektedir (Yıldız ve ark., 2013).

Odunun hidrofilik karakteri ve güneş radyasyonu-na karşı duyarlılığı bu tür kompozitlerin dış hava koşullarında kullanımını sınırlamaktadır. Odun bileşenleri olan selüloz ve hemiselülozlar yüksek nem oranı olan ve yağmur altındaki yerlerde ortam suyunu absorbe ederek kompozitlerin şişmesine neden olmaktadır. Bununla birlikte, yüksek sıcaklık veya UV radyasyonuna bağlı olarak lif ve polimer arasındaki adhezyonun zayıflaması sebebiyle bu kompozitlerin mekanik ve makro morfolojik özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. Odun bileşenlerinden bir diğeri olan lignin UV radyasyonundan en fazla etkilenen kimyasal bileşen olup bu durum yapı içerisinde bulunan fenolik

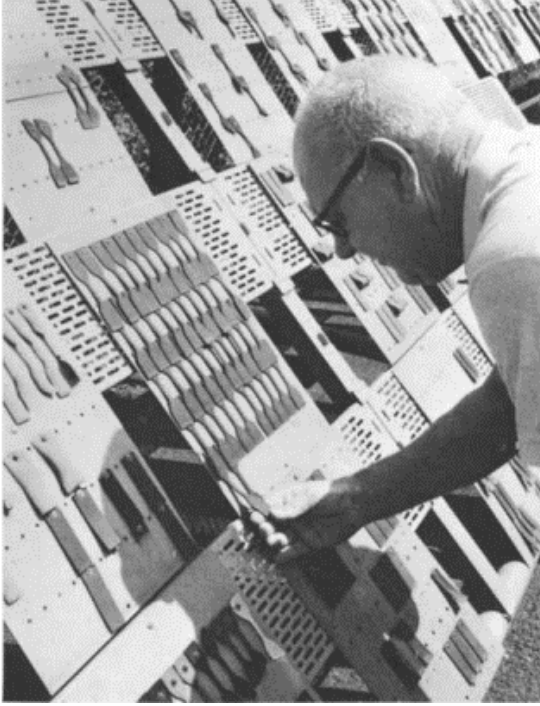
hidroksiller, karbonil grupları, kinonlar, bifeniller (Temiz ve ark., 2004) gibi Ligninin dekompozisyonunda iki reaksiyon meydana gelebilir. Öncelikle, lignin makromolekülünün zincirinin kopması odun plastik kompozitinin sararmasına neden olan parakinetik yapıların oluşmasına yol açmaktadır. Parakinetik kompozitlere beyaz renk veren hidrokinonları azaltmaktadır (Badji ve ark., 2017).

Odun unu ilaveli polimer kompozitler yaşlandırma sırasında polimerin molekül ağırlığında azalmaya ve yüzey pürüzlülüğünde değişime neden olmaktadır (Soccalingame ve ark., 2015; Peng ve ark., 2015).

Yapılan birçok çalışma hızlandırılmış ve doğal hava koşullarına maruz bırakılmış kompozitlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin azaldığını göstermektedir. Hava şartları güneş ışığı, ıslanma, sıcaklık değişiklikleri gibi farklı çevresel faktörlerin kümülatif hareketinden oluşmaktadır. Aerobik koşullarda yüksek enerjili ultraviyole (UV) radyasyon güçlü bir oksidant görevi yaparak hem odun hem de polimer yapısında kimyasal değişime sebep olmaktadır (Ranby ve Rabek, 1975; Turku ve Karki, 2016). Oskidasyon sonucunda polimerin kristal yapısında meydana gelen değişim kompozit yüzeyinin parçalanmasına, sonuç olarak malzemenin aşınmasına neden olmaktadır. Hava koşullarına maruz kalma sonucunda polimer ve odunun fotodegradasyonu OPK'nin yapısında renk açılmasına yol açabilmektedir. Odun esaslı kompozitler içerisinde bulunan lignin ışığa en yüksek oranda duyarlı olan kimyasal bileşen iken selüloz ise düşük ışık absorpsiyona sahiptir. Selülozun fotooksidasyon işlemi polimer zincirinin kopması, dehidroksilasyon, dehidroksimetilasyon ve dehidrojenasyon gibi kimyasal reaksiyonlar yapıda farklı radikalların oluşumuna neden olmaktadır. UV etkisiyle meydana gelen degradasyon, UV stabilizörlerin, engellenmiş amin ışık dengeleyicilerin veya pigment ilavesiyle kısmen çözülebilmektedir (Turku ve Karki, 2016).

Dış mekan faktörleri, OPK'lerin yüzey özellikleri ile birlikte mekanik özelliklerini de etkilemektedir. Bu nedenle, doğal (Şekil 1) ve suni (yapay) yaşlandırma testleri yapılarak malzemede meydana gelen değişiklikler belirlenmektedir. Doğal hava koşullarına maruz bırakılan OPK'lerin zamana bağlı olarak özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi daha gerçekçi ve güvenilir olmasına rağmen uygulanan testler uzun zaman almaktadır. Bu sebeple, özellikle daha kısa sürelerde sonuç alınabilecek ve laboratuvar kontrolü altında yapılabilecek suni (yapay) yaşlandırma testlerine de ihtiyaç duyulmaktadır (Arpacı ve Tomak, 2020). Bu çalışmada, hem doğal hem de suni yaşlandırma

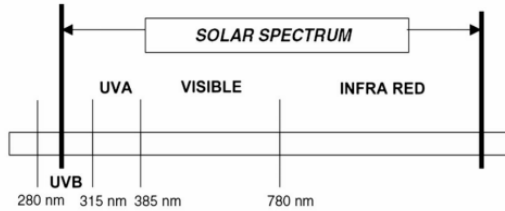
yöntemi kullanılarak OPK'lerin yaşlanma süreçlerine olan etkilerine dair seçilmiş makaleler özetlenmiştir.



Şekil 1. Doğal yaşlandırma yapılan örnekler (Howard ve ark., 1968)
Figure 1. Natural weathered samples (Howard et. al., 1968)

2.1 Doğal yaşlandırma

OPK'lerin başta güneş ışını olmak üzere günlük yağışa, bağıl nemdeki mevsimsel değişikliklere, sıcaklık değişikliklerine, atmosferik kirliliğe, nem ve oksijen miktarı gibi dış hava koşullarına karşı performansının değerlendirilmesi amacıyla doğal yaşlandırma testleri yapılmaktadır. Yaşlandırma-
daki önemli etkenlerden biri olan güneş spektrumunun en etkili kısmı 280-315nm arasındaki kısa dalga boylarında meydana gelmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Güneş spektrumunun bileşeni (Teace ve ark., 2013)
Figure 2. Solar spectrum wavelength (Teace et. al., 2013)

OPK'lerin yapısında doğal yaşlanma etkilerinin belirlenmesi uzun zaman almakla birlikte, maliyet

arttırıcı ve üretim sürecini yavaşlatıcı etkiye sahiptir. Bu sebeple, günümüzde UV yapay yaşlandırma tekniklerinden yararlanılarak doğal yaşlandırma-
da karşılaşılan bu zorluklar ortadan kaldırılmıştır (Çakıcıer, 2007).

2.2 Suni (yapay) yaşlandırma

Malzemenin dış hava koşullarına karşı direncinin daha hızlı değerlendirilmesi amacıyla suni yaşlandırma cihazları (ışık kaynağı, rutubet, su spreyi döngüleri) kullanılmaktadır (Şekil 3). Bu amaçla, laboratuvar şartlarında yapılan yaşlandırma testleri 'yapay yaşlandırma' olarak adlandırılmaktadır. Test sırasında kullanılan ışık kaynakları; ark ksenon, floresan, metal halojenürlü lamba ve karbon ark lambalardır. Bununla birlikte civa ve tungsten lambalar da seyrek olarak kullanılan ışık kaynaklarıdır.



Şekil 3. Suni yaşlandırma cihazı (Djeddaoui ve ark., 2019)
Figure 3. Artificial weathering device (Djeddaoui et.al. 2019)

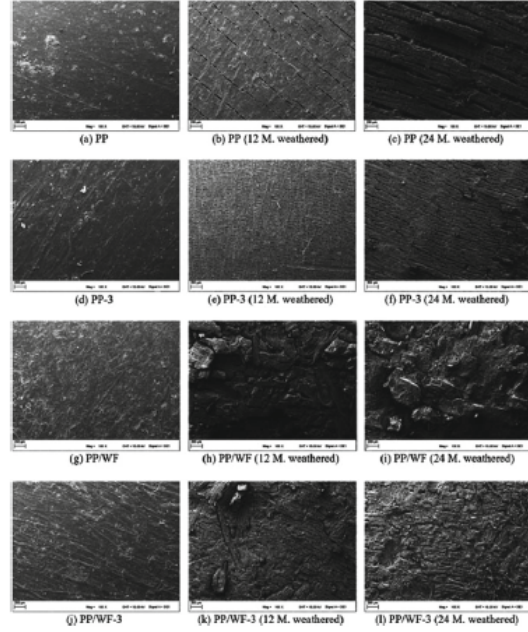
3. Doğal ve Suni (yapay) yaşlandırma ile ilgili çalışmalar

Verdnam ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada, Polipropilen (PP) içerisine akasya (*Acacia spp.*), gül (*Rosa spp.*), mango (*Mangifera indica*) ve maun (*Swietenia spp.*) odun unları (% 10-15-20) katarak enjeksiyon kalıplama yöntemiyle OPK üretmişlerdir. Üretilen kompozitlerin mekanik, morfolojik özellikleri ile birlikte doğal yaşlandırma ve biyolojik bozunurluk özellikleri araştırılmıştır. Doğal yaşlandırma testleri, örneklerin açık alanda 45° lik açıyla yerleştirilmesinin ardından 13 hafta (2160 saat) sürede gerçekleştirilmiştir. İlgili ortam koşulları ortalama 29 °C sıcaklık, yağış or-

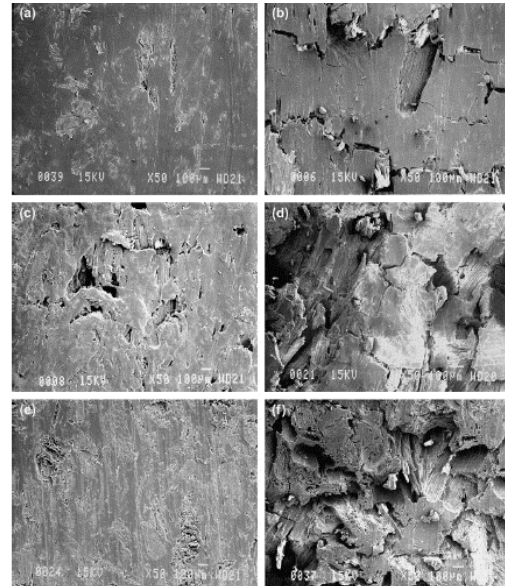
talaması 160 mm ve nem oranı %78-%81 arasında tespit edilmiştir. UV yaşlandırma sonrası kompozit içerisine odun unu ilave edilen örneklerin çekme direncinde %14,18-%25 oranında, eğilme direncinde %16,62-%26,15 oranında, darbe direncinde %16,3-%26,53 oranında azalma meydana getirdiği görülmüştür. Bir diğer çalışma, Mengeloğlu ve Çavuş (2021) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kızılcım (*Pinus brutia*) odun unu ve %3, %6, %9 oranında TiO₂ (titanium dioksit) PP matrisine ilave edilmiş, ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıplama yöntemiyle OPK'ler üretilmiştir. Örnekler 6, 12, 18 ve 24 ay süre ile dış hava koşullarına maruz bırakılmış ve mekanik özelliklerdeki değişimler, yüzey morfolojisi (SEM) ve yüzeydeki kimyasal değişiklikler (FTIR) araştırılmıştır. Genel olarak, UV ışığı oksidatif bozunmaya ve polimerin renk değişimine sebep olarak yapının solmasına sebep olmuştur. UV ışığı ile fotokimyasal bozunma esas olarak lignin bileşeninde meydana gelir, ahşap ve odun plastik kompozit malzemelerinin solmasından da büyük ölçüde sorumludur (Stark ve ark., 2004; Mengeloğlu ve Çavuş, 2021). TiO₂'in örnek yüzeyinden ışığı yansıtması sebebiyle bozunmanın gecikmesine neden olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada, saf PP çekme direnci değerleri 24 ayda 29, 3 MPa dan 5,1 MPa düşerken, darbe direnci 2,0 kJ/m²' den 1,2 kJ/m²' ye azalmıştır. PP-odun unu kompozitlerin çekme direnci 25 MPa dan 26,1 MPa' a bir miktar artarken, darbe direnci 4 kJ/m² 2,5 kJ/m² ye azalmıştır. TiO₂ (titanium dioksit) katkılı değerlerde yaşlandırmanın çekme ve darbe direnci üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Yüzey morfolojilerine bakıldığında ise saf PP esaslı kompozit ile kıyaslandığında PP-odun unu kompozitlerinin yüzeylerinde daha fazla oranda çatlak gözlenmiştir. Bu durum, odununun PP fotodegradasyonunu hızlandırması etkisi ile açıklanmıştır. TiO₂ katkılı kompozitlerde ise yüzey çatlakları sayısının daha da arttığı ancak bu çatlakların uzunlukları ve derinliklerinin daha az oranda olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4).

Stark ve Matuana (2007), yaptıkları çalışmada yüksek yoğunluklu polietilen içerisine %50 çam (*Pinus brutia*) odun unu bulunan OPK'leri ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretmiştir. İç yağlayıcı olarak asidik metal sabunu ve amid kullanılmıştır. Yapay yaşlandırma testi 300-400 nm'lik dalga boylu ksenon ark lamba kullanılarak 3000 saat süre ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, yaşlandırma işlemi sonrasında kompozitlerin yüzey morfolojilerinde bozulma meydana geldiğini, makro yapıda çatlakların oluştuğunu göstermiştir. Şekil 5'te görüldüğü üzere yüzeylerde dökülme ve pul benzeri yapılar oluşmuştur. Malzemelerde meydana gelen bu bozulmanın yapıda bulunan

odununun nemi emdikten sonra daralma ve genişlemesinden kaynaklandığı belirtilmiştir.



Şekil 4. Yaşlandırılmamış (a, d, g, j), 12 ay yaşlandırılmış (b, e, h, k) ve 24 ay yaşlandırılmış (c, f, i, l) PP ve PP/OU (odun unu katkılı PP) örneklerin SEM görüntüleri (Mengeloğlu ve Çavuş, 2021)
Figure 4. SEM images of unweathered (a, d, g, j), 12 months weathered (b, e, h, k) and 24 months weathered (c, f, i, l) PP and PP/WF (Wood flour filled PP) samples (Mengeloğlu and Çavuş, 2021)



Şekil 5. Yapay yaşlandırma yapılmış örneklerin SEM görüntüsü (Stark ve Matuana, 2007)
Figure 5. SEM image of artificial weathered sample (Stark and Matuana, 2007)

Bir diğerk çalışmada Badji ve ark. (2017) tarafından PP matriks içerisine %10 ile %30 oranında ladin (*Picea ssp.*) odununu ve %1 MAPP (maleik anhidritli polipropilen) uyumlaştırıcı ilave edilerek gerçekleştirilmiş olup OPK'ler çift vidalı ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilmiştir. Bir yıllık doğal ve yapay yaşlandırmanın (ksenon ark lamba) kompozitlerin yüzey topografyası ve mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. UV sonrası mekanik özelliklerde bir değişim meydana gelmediği tespit edilirken yüzey özelliklerinde ise ağarma, parlaklık kaybı, pürüzlülük ve çok sayıda mikro çatlak oluştuğu belirtilmiştir. Sonuç olarak doğal yaşlandırma işleminin daha fazla yüzeysel bozunmaya sebep olduğu belirtilmiştir.

Rowell ve ark. (2000) polietilen (PE) içerisine %30 ve %60 oranında kavak (*Populus ssp.*) lifi katarak OPK üretimi gerçekleştirmiş, malzemelere ksenon ark lamba kullanılarak ve su püskürtülerek 2000 saat yapay yaşlandırma işlemi uygulanmıştır. Sonuçlar, morfolojik özelliklerde PE içerisinde lif oranı arttıkça yüzeyde ağarmanın daha fazla olduğunu göstermiştir. Stark ve Matuana (2002) yaptıkları çalışmada amin ışık stabilizatörü kullanarak yüksek yoğunluklu PE (YYPE) esaslı OPK'ler üretmiş ve bu malzemelerin yapay yaşlandırma ile UV dayanımlarını araştırmıştır. Araştırmacılar, UV stabilizatörü eklenen numunelerde renk değişiminin azaldığını belirtmiştir. Yapay yaşlandırma sonrasında örneklerin eğilme direnci değerleri stabilizatör içermeyen örneklerde azalırken stabilizatör içeren örneklerde değişim tespit edilmemiştir.

Matuana ve Kamdem (2002) çalışmalarında Polivinil klorür (PVC) ve odununu karışımından ürettikleri OPK'lere yapay yaşlandırma testi (UV ve su sprayi) uygulamıştır. Odununu içeren örnekler saf PVC esaslı malzemeler ile kıyaslandığında daha hızlı degradasyona uğramıştır. UV sonrası saf PVC'nin çekme direnci değerlerinde yaklaşık %19'luk düşüş meydana gelmiştir. İçerisinde yaklaşık %30 odununu içeren örneklerde ise yaklaşık %12 olduğu görülmüştür. Ayrıca odununu içeren PVC kompozitler daha fazla renk değişimine uğramıştır.

Eshraghi ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada %45 kavak (*Populus spp.*) odununu ve yüksek yoğunluklu PE (YYPE) esaslı kompozit üretiminde %3 MAPE (maleik anhidrit graflanmış polietilen) ve %2-4 oranında nanokil kullanmıştır. Enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilen örnekler 2000 saat yapay yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. İşlem 108 dakika UV yaşlandırma, 12 dakika su püskürtme olarak gerçekleştirilmiştir. Yaşlandırma sonrasında OPK'lerin karbonil indeksinin düştüğü görülmüştür. Nanokil içeren kompozitlerde renk değişiminin azaldığı belirtilmiştir. Alsan

(2016) yaptığı çalışmada PP matrikse 180 ve 220 °C sıcaklıkta ısıtıl işlem görmüş odununu (%5, %20 ve %40) katarak OPK üretimi gerçekleştirmiştir. Numunelerin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrasında direnç özelliklerinin odununa uygulanan, ısıtıl işlem sıcaklığının artmasıyla iyileştiği belirtilmiştir.

Torun ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, mikrokristal selüloz (MCC) ve fındık (*Corylus ssp.*) kabuğu lifi takviyeli YYPE (yüksek yoğunluklu polietilen) kompozitler 672 saat süre ile yapay yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Kompozitlerin mekanik özellikleri, yüzey yapısı ve makro morfolojik özellikleri incelenmiştir. UV sonrası çekme ve eğilme direnci değerlerinde azalma, elastikiyet modülünde ise %62 artış olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, MCC/fındık kabuğu takviyeli YYPE kompozitlerinin incelenen özellikleri, fındık (*Corylus ssp.*) kabuğu içermeyen kompozitlere göre yapay yaşlanma maruziyetinden daha az etkilenmiştir. YYPE kompozitlere MCC ve fındık (*Corylus ssp.*) kabuğu ilavesinin yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı da belirtilmiştir.

Çavdar ve ark. (2021) yapmış oldukları çalışmada MCC ve yangın geciktirici amonyum zeolit (AZ), mono amonyum fosfat (MAP) ile güçlendirilmiş YYPE esaslı OPK'ler üretmişlerdir. Numuneler kompozitler, 672 saat süre UV radyasyon ile yapay yaşlandırma testine tabi tutulmuştur. Yaşlandırma sonrası örneklerin Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ile morfolojik yapı değişimleri, FTIR ölçümleri ile kimyasal yapıları incelenmiştir. SEM görüntülerinde malzeme yüzeyinde aşınmaların olduğu, morfolojik homojenitenin bozulduğu tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülük ölçümü sonucunda en yüksek Rz değerlerinin YYPE/AZ10 (86/10, w/w) ve YYPE/MCC/MAP10 (71/15/10, w/w) esaslı kompozit yüzeylerinden elde edildiği belirtilmiştir.

Yaşlandırma etkilerini azaltmak için yapılan çalışmalar

OPK'lerde yaşlandırma koşulları uygulanan ortam şartlarına bağlı olarak (UV radyasyonu ve nem) plastiğin degradasyonunun yanısıra odun bileşenlerinin de bozunmasına neden olmaktadır. Günümüzde odun plastikler üzerine yapılan çalışmaların izlediği başlıca stratejiler;

1. Odun-plastik etkileşimini iyileştirmek için uyumsuzluk gidericilerin kullanımı,
2. Biyolojik degradasyonun önlenmesi amacıyla biyositlerin kullanımı,
3. Yaşlandırma direncini geliştirecek UV stabilizatörlerinin ve antioksidantların ilave edilmesi

kapsamaktadır (Wei ve ark., 2013).

Polimer matriksine doğal lif eklenerek üretilen OPK malzemeleri doğal lif katkı oranına bağlı olarak biyomalzemeler gibi davranış sergilemektedir. Özellikle doğal lif ve matriks arasında yeterli arayüz sağlanmadığında oluşan doğal lif kümelenmeleri OPK'yi dış hava koşullarına karşı daha fazla savunmasız hale getirmektedir. Bu nedenle dış hava koşullarına dayanıklı hale getirilmelidir. OPK üretiminde hidrofob karakterdeki polimer ile hidrofilik yapılı odun arasında uyumsuzluğu engellemek, fiziksel ve mekanik iyileştirmek amacıyla uyumsuzluk giderici ve dolgu maddeleri ilave edilmektedir. OPK üretiminde pigmentler ve UV koruyucular düşük oranlarda ilave edildiğinde nihai ürün yüzeyindeki lekeler ve mikro çatlaklar sebebiyle meydana gelen eskimenin azaltıldığı belirtilmiştir (Martins ve ark., 2017).

4. Sonuçlar

Yapılan literatür çalışmaları sonucunda doğal ve yapay yaşlandırma işlemlerinin OPK özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler şu şekilde belirtilebilir;

1. Doğal ve yapay yaşlandırma işlemleri OPK'lerin mekanik özelliklerinde azalmaya sebep olmaktadır.
2. UV yaşlandırma sonrasında kompozit yüzeyinde aşınma ve kılcal boşluklar meydana geldiği, polimerlerde de yüzey tabakasında çatlakların oluştuğu gözlemlenmektedir.
3. OPK'lerde renk solması sorununu çözmek için kullanılan pigmentler, antioksidantlar ve ışık stabilizörlerinin renk solmasını geciktirici etkisi olduğu belirtilmekle birlikte bu kimyasalların mevcudiyetine rağmen fotodegradasyonun devam ettiği de belirtilmektedir.

Sonuç olarak; OPK'lerin kullanım ömrünü uzatmak ve performans özelliklerinin korunarak iyileştirilmesi amacıyla iç-dış hava koşullarının zararlı etkilerini azaltmaya yönelik daha fazla araştırma yapılması bu konunun daha da açıklığa kavuşturulması açısından önem arz etmektedir.

5. Kaynaklar

Alsan, M., 2016. Isıl İşlem Görmüş Odunun Polipropilen Kompozitlerin Özellikleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Arpacı, Ş.S., Tomak, D.E., 2020. Yaşlandırma Testlerinin Ahşap Malzemenin Özelliklerine Etkisi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22 (2): 654-673.

doi: 10.24011/barofd.658875.

Badji, C., Soccalingame, L., Garay, H., Bergeret, A., Benezet, J-C., 2017. Influence of weathering on visual and surface aspect of wood plastic composites: Correlation approach with mechanical properties and microstructure, *Polymer Degradation and Stability*. doi10.1016/j.polymdegradstab.2017.01.010.

Çakıcıer, N., 2007. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemi Katmanlarında Yaşlanma Sonucu Belirlenen Değişiklikler, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Cavdar, D. A., Torun, B.T., Tomak, D. E., Arpacı, S.S., 2021. Accelerated weathering resistance of high-density polyethylene composites reinforced with microcrystalline cellulose and fire retardants. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.102282>.

Çetin, N. S., Özmen, N., Narlıoğlu, N., Çavuş, V., 2014. Odun Plastik Kompozit Üretiminde Odununu yerine Meşe kabuğu ununun değerlendirilmesi. III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs 2014, Kahramanmaraş.

Djeddaoui, N., Boukezzi, L., Bessissa, L., 2019. Aging and Degradation of Organic Solar Cells Using QUV Accelerated Weathering Tester. *Transactions on Electrical and Electronic Materials*, 20, 189-197.

Eshraghi, A., Khademiaslam, H., Ghasemi, I., and Talaiepoor, M., 2013. Effect of weathering on the properties of hybrid composite based on polyethylene, wood flour, and nanoclay. *BioResources*, 8(1), 201-210.

Howard, J.B., Gilroy, H.M., 1968. Natural and artificial weathering of polyethylene plastics, Bell telephone laboratories Incorporated, Murray Hill, New Jersey 1968.

Karakuş K., 2008. Üniversitemizdeki Polietilen ve Polipropilen atıkların Polimer Kompozit Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş.

Karakuş, K., Mengeloğlu, F., 2015. Odun Plastik Kompozitlerin Üretilmesinde Tarımsal Atıkların Değerlendirilmesi, 3. Ulusal Mobilya Kongresi Selçuk- Teknik Dergisi, Özel Sayı-1 (Umk-2015).

Matuana, L.M., Kamdem, D.P., 2002. Accelerated ultraviolet weathering of PVC/wood-flour composites. *Polymer Engineering and Sci.* 42(8), 1657-1666.

- Martins, G., Antunes, F., Mateusi A., Maça, C., 2017. Optimization of a Wood Plastic Composite for Architectural Applications, *Procedia Manufacturing*, 12, 203-22.
- Mengeloglu, F., Cavuş, V., 2021. Long Term Natural Weathering of PP Based WPCs: The Effect of TiO₂ on Selected Color, Physical, Mechanical, Morphological and Chemical Properties Wood Polymer Composites, *Composites Science and Technology*, https://doi.org/10.1007/978-981-16-1606-8_11
- Peng, Y., Liu, R., Cao, J., 2015. Characterization of Surface Chemistry and Crystallization Behaviour of Polypropylene Composites Reinforced with Wood Flour, Cellulose, and Lignin During Accelerated Weathering, *Applied Surface Science*, 332, 253-259
- Rowell, R.M., Lange, S.E., and Jacobson, R.E., 2000. Weathering performance of plant-fiber/thermoplastic composites. *Mol. Cryst. and Liq. Cryst.* 353, 85–94.
- Rånby, B., Rabek, J.F., 1975. Photodegradation, Photo-Oxidation and Photostabilization of Polymers: Principles and Applications, London: Wiley.
- Stark, N.M., Matuana, L.M., 2002. Photostabilization of wood flour filled HDPE composites. Annual Technical Conference, *Society of Plastics Engineers*, 60(2), 2209–2213.
- Stark, N.M., Matuana, L.M., Clemons, C.M., 2004. Effect of processing method on surface and 565 weathering characteristics of wood–flour/HDPE composites. *Journal of Applied Polymer Science* 93(3):1021–566 1030
- Stark, N.M., Matuana, L.M., 2007. Characterization of weathered wood plastic composite surfaces using FTIR spectroscopy, contact angle, and XPS, *Polymer Degradation and Stability* 92 1883e1890.
- Soccalingame, L., Perrin, D., Bénézet, J.-C., Mani, S., Coiffier, F., Richaud, E., Bergeret, A., 2015. Re-processing of Artificial UV-Weathered Wood Flour Reinforced Polypropylene Composites, *Polymer Degradation and Stability*, 120, 313-327.
- Teace, C.A., Roşu, D., Bodirlau, R. Roşu, L., 2013. Structural Changes in Wood under Artificial UV Light Irradiation Determined by FTIR Spectroscopy and Color Measurement-A Brief Review, *Bio-Resources* 8(1), 1478-1507.
- Temiz, A., Yıldız, Ü.C., Kırıcı, H., Gezer, E.D., Yıldız, S., 2004. Odun fotodegradasyonu. *AÇÜ Orman Fakültesi Dergisi* 3-4: 145-156
- Torun, B.S., Tomak, D.E., Cavdar, D.A., Mengeloglu, F., 2021. Characterization of weathered MCC/nutshell reinforced composites. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107290>
- Turan, K., Erkek, B., 2019. Termal Yaşlandırılmış Kompozit Levhaların Burkulma Davranışlarının Araştırılması *DÜMF Mühendislik Dergisi* 10:2: 655-661
- Turku, I., Karki, T., 2016. Accelerated Weathering of Fire-Retarded Wood-Polypropylene Composites, *Composites:Part A*, 81, 305-312.
- Verdnam, A., Kumar, S., Chaturvadi, S., 2019. Experimental study on mechanical behavior, biodegradability, and resistance of wood-plastic composites. doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107282
- Yıldız, S., Dizman Tomak, E., Yıldız, Ü.C., Ustaomer, D., 2013. Yapay yaşlandırmanın ısıl işlem görmüş ahşabın özellikleri üzerine etkisi, *Polymer Degradation Stability*, 98, 1419–1427, <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2013.05.004>
- Wei, L., McDonald, A.G., Freitag, C., Morrell, J.J., 2013. Effects of Wood Fiber Esterification on Properties, Weatherability and Biodurability of Wood Plastic Composites, *Polymer Degradation and Stability*, 98, 1348-1361.

Tropik ağaç türü olan dahoma (*Piptadeniastrum africanum*) odununun odun plastik kompozit üretiminde kullanımı

The usage of wood of dahoma (*Piptadeniastrum africanum*), a tropic tree, in the production of wood plastic composite

İbrahim Halil BAŞBOĞA¹

İbrahim KILIÇ²

İlkay ATAR³

Fatih MENGELOĞLU³

¹ Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav
Teknoloji Fakültesi, Simav

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat

³ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Orman Fakültesi, Kahramanmaraş

Sorumlu yazar (Corresponding author)

İbrahim Halil BAŞBOĞA
ihalil.basboga@dpu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

21.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

27.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Başboğa, İ. H., Kılıç, İ., Atar, İ. & Mengeloğlu, F. (2022). Tropik ağaç türü olan dahoma (*Piptadeniastrum Africanum*) odununun odun plastik kompozit üretiminde kullanımı. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 271-280. DOI: 10.17568/ogmoad.1091247



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışma kapsamında profil çekme makinesinden çıkan atık dahoma odununun polipropilen (PP) bazlı odun plastik kompozit üretiminde dolgu maddesi olarak kullanımının kompozit malzemelerin mekanik ve morfolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Atık odun unları fabrikadan alındığı gibi ve dört farklı oranda (%0, %15, %30 ve %45) kullanılmıştır. Atık odun unlarının boyut analizi gerçekleştirilmiştir. Uyumlaştırıcı olarak %3 oranında maleik anhidrit polipropilen (MAPP) ve yağlayıcı olarak %3 parafin wax kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde odun ununun eklenmesi ile çekme ve darbe direnci değerlerinde hafif dalgalanmalar gözlemlense de genel olarak mekanik değerlerde iyileşmeler belirlenmiştir. Odun ununun katılım oranının artması ile çekmede elastikiyet modülü, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü özellikleri iyileşmiştir. Kopmada uzama değerlerinde ise keskin bir düşüş gözlemlenmiştir. Morfolojik özellikleri incelendiğinde odun ununun homojen bir şekilde polimer matris içerisinde dağılım gösterdiği ve polimer matrisin dolgu maddelerinin etrafını iyice sardığı ve iyi bir arayüz etkileşiminin olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, atık dahoma odun unlarının odun plastik kompozit üretiminde değerlendirilebileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dahoma (*Piptadeniastrum africanum*), odun plastik kompozitler, mekanik ve morfolojik özellikler.

Abstract

In this study, the effects of the usage of waste dahoma wood flour from the profiling machine as a filler in the production of Polypropylene (PP) based wood plastic composites on the mechanical and morphological properties of composite materials were investigated. Waste wood flour was used as received from the plant and in four different ratios (0%, 15%, 30% and 45%). A dimensional analysis of waste wood flours was carried out. Maleic anhydride polypropylene (MAPP) (3%) was used as a coupling agent, and Paraffin Wax (3%) was used as the lubricant. In the light of the results, although slight fluctuations were observed in the tensile and impact strength values with the addition of wood flour, improvements were determined in the mechanical values in general. Tensile modulus, flexural strength and flexural modulus of the composites were improved with the increase in wood flour loading ratio. A sharp decrease was observed in the elongation at break values. When the morphological properties were examined, it was observed that the wood flours were homogeneously dispersed in the polymer matrix, the polymer matrix wrapped firmly around the RPF fibres, and it shows that the interface interaction is nevertheless robust even after the fracture of samples. As a result, it was concluded that waste dahoma wood flours might be evaluated in the production of wood-plastic composites.

Keywords: Dahoma (*Piptadeniastrum africanum*), wood-plastic composites, mechanical and morphological properties.

1. Giriş

Kullanım yerine uygun olarak istenilen özellikleri elde etmek amacıyla iki veya daha fazla malzemenin çeşitli üretim yöntemleri ile bir araya getirilmesi ile üretilen malzemelere kompozit malzemeler denilmektedir. Termoplastik matris içerisine odun veya diğer lignoselülozik malzemelerin farklı boyutlarda ve oranlarda eklenmesi ile elde edilen malzemelere ise Odun Plastik Kompozitleri (OPK) denilmektedir. Lignoselülozik esaslı liflerin maliyetinin az olması, yoğunluğunun düşük olması, üretim esnasında fazla aşınmaya sebep olmaması, yüksek direnç özelliklerine sahip olması, bol miktarda bulunması ve doğada kolayca bozunabilmesi gibi özellikleri termoplastik kompozit üretiminde bu malzemelerin kullanılmasını cazip hale getirmiştir (Mengelöglu ve Karakuş, 2008a).

Son on yıldır kompozit malzemelerin üretimine olan ilgi giderek artmaktadır. Buna ek olarak 2015 yılında *Bioplastics* dergisinde verilen değerlere göre son beş yıl içerisinde OPK üretiminin 1.515.000 tondan 3.825.000 tona yükseldiği raporlanmıştır (Anon., 2015). Bunun yanı sıra küresel OPK pazarının 2018'de yaklaşık 4.033,5 milyon ABD doları değerinde olması, 2028 yılına kadar 9.953,8 milyon ABD dolarına ulaşması ve 2021-2030 tahmin döneminde ise %9,5'in üzerinde sağlıklı bir büyüme oranıyla büyümesi beklendiği belirtilmiştir (Anon., 2020).

Daha önceki çalışmalarda termoplastik malzeme olarak polistiren (PS), polipropilen (PP), polietilen (PE), polivinil klorür (PVC) vb. ve lignoselülozik malzeme olarak ise farklı odun unları, tarımsal atıklar ve endüstriyel lignoselülozik atıklar OPK üretiminde kullanılmıştır. Çam (*Pinus*), kavak (*Populus*), kayın (*Fagus*), okaliptüs (*Eucalyptus*) vb. ağaçlardan elde edilen odun unları ile buğday samanı, pirinç samanı, ayçiçeği sapı, yer fıstığı kabuğu, ceviz kabuğu, fındık kabuğu, biber sapı vb. tarımsal atıklar bu amaçla kullanılmıştır. OPK üretiminde kullanılan endüstriyel lignoselülozik atıklardan biri de MDF üretim atıklarıdır (Acar, 2014; Avcı, 2012; Dönmez Çavdar, 2011; Karakuş, 2008; Mengelöglu ve Kabakci, 2008).

Tropik ağaç türleri genellikle Afrika ülkelerinden getirilmektedir ve maliyeti çok yüksek olan ağaç türlerindedir. Bu ağaç türleri genellikle yat sektöründe, bahçe mobilyalarında, endüstriyel mutfak yapımlarında, turizm sektöründe ki büyük otellerin havuz ve deniz kenarında yer döşemesi (decking) olarak masif ahşap olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de yoğun talep gören tropik ağaç türleri Dahoma/Dabema (*Piptadeniastrum africanum*), Iroko (*Milicia*), Acajou (*Swietenia/ Khaya*), Ayous

(*Triplochiton scleroxylon*), Limba (*Terminalia superba*) ve Afrormosia (*Pericopsis elata*) olarak belirtilmiştir (Anon.1, 2022).

Dahoma/Dabema kerestesi marangozluk işlerinde, araç ve konteynırların iç kısımlarında yer döşemesi olarak, tır zeminlerinde ahşap döşeme olarak, dış cephe kaplamalarında, endüstriyel veya çok yoğun kullanılan zeminlerde döşeme olarak, rıhtım ve iskelelerde yer döşemesi olarak, iç cephede merdiven yapımında, mobilya bileşenleri yapımında kullanılmaktadır (Anon. 2, 2022). Bu kerestelerin biçilmesi sırasında çok miktarda testere talaşı olarak atıklar meydana gelmektedir.

Tropik ağaç türleri ile farklı üretim yöntemleri kullanılarak birçok OPK üretimi gerçekleştirilmiştir. Literatürde masif odun içerisine vakum difüzyon yöntemi kullanılarak monomer ve monomerik karışımlar empenye edilerek OPK üretimi gerçekleştirilmiş çalışmalar mevcuttur (Yap ve ark., 1991; Hamdan ve ark., 2010; Idrus ve ark., 2011; Islam ve ark., 2014). Bu üretim şeklinde masif odun ana matris olarak kullanılmıştır.

Tropik ağaç türlerinin kullanıldığı farklı bir üretim yöntemi ise çimentolu-odun kompozit (ÇOK) levhaları şeklinde gerçekleştirilmektedir (Brahmia ve ark., 2020). ÇOK üretiminde doğru odun türünün seçilmesi, odunun yapısına ve ÇOK üretim yöntemine bağlıdır. Aynı odun türü; yetişme alanı, odunun yaşı ve ağacın kesilme sezonu sebebiyle kendi içerisinde farklılıklar göstermektedir. Odun içerisinde ki şekerlerin ve ekstraktiflerin miktarları farklıdır (Fan ve ark., 2012). Bundan dolayı doğru odun türünün seçilmesi, doğru odun/çimento oranının seçilmesi, doğru çimento/su oranının seçilmesi çok önemlidir. Çünkü odun içerisinde ki şekerler ve ekstraktifler çimentonun hidrasyon prosesini etkilemektedir (Philips ve Hse, 1987). Tropik ağaç türlerinin ÇOK üretimine uygunluğu hakkında yapılan birçok çalışma mevcuttur (Al-Mefarrej, 2009; Papadopoulos, 2009; Pasca ve ark., 2010; Wang and Yu, 2012; Antiwi-Boasiako ve ark., 2018; Gastro ve ark., 2019).

OPK üretimlerinde ana matris olarak termoset veya termoplastik polimerler tercih edilmektedir. Tropik ağaç türlerinin kullanıldığı termoset ve termoplastik esaslı OPK üretimi yapılan çalışmalar literatürde oldukça ilgi görmektedir. Çimentolu-odun levhasında bahsedildiği gibi kompozit üretiminde doğru tür ve doğru üretim metodolojisi üretilen nihai kompozit malzemenin özelliklerini oldukça etkilemektedir. Bu sebepten dolayı bu alanda birçok çalışma gerçekleştirilmiştir.

Tropik ağaç türlerinin metre küp fiyatlarının yük-

sek olması, ithal ve dolayısıyla döviz ile gelen ürün olması, son zamanlarda bazı Afrika ülkelerinde tropik ağaç türlerinin ithalatının zorlaştırılması ve hatta bazı türlerin yasaklanması getirilen ağaç türlerinin rasyonel olarak kullanılmasını elzem hale getirmiştir. Elde edilen atıkların da yakılarak enerji üretimi yerine katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülmesi ihtiyacı doğurmuştur. Bu amaç doğrultusunda dahoma (dabema) kerestesinin profil makinesinde işlenmesi sırasında elde edilmiş odun unu atıklarının PP bazlı odun plastik kompozitleri üretiminde kullanılması olanakları araştırılmıştır. Üretilen OPK'larda odun unu kullanım oranının kompozit malzemelerin mekanik ve morfolojik özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Termoplastik matris olarak İzmir Aliğa ilçesinde faaliyet gösteren PETKİM (petkim.com.tr) firmasından ticari olarak EH-102 kodlu PP satın alma yolu ile temin edilmiş ve kullanılmıştır (Tablo 1). Dahoma (Dabema) (*Piptadeniastrum africanum*) atık odun unları Kocaeli'nde faaliyet gösteren Ekşioğlu Orman Ürünleri firmasına ait profil makinesinden elde edilmiştir. Bu profil makinesinde tır dorse döşeme tahtaları işlenmektedir. Hidrofobik olan polimer matris ile hidrofilik olan lignoselülozik dolgu maddesi arasında ki arayüz etkileşimini arttırmak amacıyla uyumlaştırıcı olarak Maleik Anhidrit Polipropilen (MAPP) (Licomont AR 504 by Clariant), yağlayıcı olarak ise Parafin Wax kullanılmıştır. MAPP'ın ve Parafin Wax'ın genel özellikleri aşağıdaki Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Polipropilen (PP)'e ait genel özellikler (Petkim, 2016)

Table 1. Specification of Polypropylene (PP) (Petkim, 2016)

Özellikler		İlgili Standart
Eriyik akış indeksi (230°C'de 2,16 Kg)	11 g/10 min.	ASTM D1238
Yoğunluk (23°C)	0,905 g/cm ³	ASTM D1505
Akmada gerilme dayanımı	35 MPa	ASTM D638
Erime noktası (DSC)	163 °C	ASTM D3417
Deformasyon sıcaklığı	113 °C	ASTM D648
İzod Çentikli Darbe (23 °C'de)	20 J/m	ASTM D256
Rockwell sertliği	96 R-scale	ASTM D785
Bükülme modülü	1450 MPa	TS EN ISO 178

Tablo 2. Uyumlaştırıcının ve yağlayıcının genel özellikleri

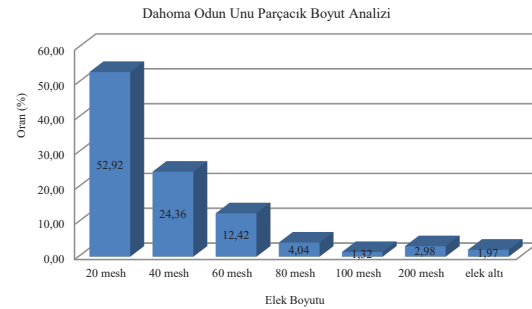
Table 2. Descriptions of the coupling agents and paraffin wax

Özellikler	MAPP	Özellikler	Parafin
Görünüş	Sarımsı ince taneli	Ticari Adı	Parafin vaks
Yumuşama Noktası	156°C	Görünüş	Beyaz Toz
Asit Değeri	41 mg KOH/g	Kimyasal Formülü	C ₁₈ H ₃₈
23°C'de Yoğunluk	0.91 g/cm ³	Yumuşama Noktası	56-58 °C
140°C'de Viskozite	800 mPa.s	Yoğunluk (23°C)	0.93 g/cm ³

2.1. Yöntem

2.1.1. Odun plastik kompozitlerin üretimi

Ekşioğlu Orman Ürünleri firmasından dahoma odun unu (OU) atıkları firmanın toz emme ünitesinden elde edildiği gibi kullanılmış ve herhangi bir boyutsal sınıflandırmaya gidilmemiştir. Yapılan boyut analizi ise Şekil 1'de verilmiştir. Dolgu maddesi olarak kullanılacak olan odun unları öncelikle kurutma fırınında 103 °C (±2) sıcaklıkta 24 saat süreyle rutubeti sıfır oluncaya kadar kurutulmuştur.



Şekil 1. Odun unu boyut analizi

Figure 1. Wood flour dimensional analysis

Çalışma kapsamında ki üretim dizaynı Tablo 3'te verilmiştir. Üretim çizelgesinde verilen değerlere göre PP, OU, MAPP ve parafin yüksek devirli karıştırıcı yardımıyla homojen bir karışım elde etmek için yüksek devirde karıştırılmıştır. Karışımın laboratuvar tipi tek burgulu ekstruder makinesi yardımıyla bileşik haline getirilmiştir. Vida hızı 60 rpm ve ekstruder makinesinin sıcaklığı besleme noktasından çıkış noktasına doğru sırayla 195-190-185-180-170 °C. Ekstruder de çekilen karışımlar soğuk su havuzunda soğutuldu ve daha sonra soğutulan kompozit karışımları kırıcı

yardımla peletler haline getirildi.

Pelet haline getirilen kompozit karışımları 103 °C (± 2) de 24 saat süreyle içerisinde bulunan rutubetin uzaklaştırılması amacıyla kurutuldu. Kurutulan peletler HAIDA marka plastik enjeksiyon kalıp makinası yardımıyla çekme ve eğilme örnekleri üretildi. Enjeksiyon sıcaklığı 180-190-200 °C, basıncı 102 kg/cm², enjeksiyon hızı 80 mm/s, vida hızı 40 rpm ve soğutma süresi 30 s olacak şekilde örnekler basıldı.

Tablo 3. Kompozitlerin üretim çizelgesi
Table 3. Manufacturing schedule of composites

Grup No	PP (%)	Odun Unu (%)	MAPP (%)	Wax* (%)
D0	97	0	3	3
D15	82	15	3	3
D30	67	30	3	3
D45	52	45	3	3

*Toplam üretime oranla eklenmiştir.

2.1.2. OPK levhaların mekanik özelliklerinin belirlenmesi

Bu çalışmada üretilen OPK levhaların mekanik özellikleri ASTM (astm.org) standartlarına uygun olarak yapılmıştır. OPK levhaların çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü, kopmada uzama miktarı (ASTM D 638), eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü (ASTM D 790) ve çentikli darbe direnci (ASTM D 256) özellikleri ilgili standarda uygun olarak yapılmıştır.

Eğilme direnci testleri esnasında dayanaklar arasındaki açıklık 80 mm ve test hızı 2 mm/dak olarak ayarlanmıştır. Çekme direnci testleri için ise test hızı 5 mm/dak olarak ayarlanmıştır. Her bir test grubu için 5'er adet test örneği kullanılmıştır. Eğilme direnci ve çekme direnci testleri Zwick/Roell Z010 Universal Test Makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çentikli numuneler üzerinde

darbe özelliği testi için Zwick™ tarafından üretilen HIT5,5P darbe direnci test cihazı kullanılmıştır. Darbe direnci örnekleri üzerine çentikler RayRan™'ın Polytest çentik açma kesicisi kullanılarak eklenmiştir.

2.1.3. Morfolojik özelliklerin belirlenmesi

Numunelerin kırık yüzeyleri, 20 kV hızlandırma voltajında bir ZEISS taramalı elektron mikroskobu (SEM, Model EVO LS10 5500LV) kullanılarak incelenmiştir. İlk olarak numuneler sıvı nitrojene daldırılmış ve daha sonra kırık yüzeyleri hazırlamak için ikiye bölünmüştür. Son olarak, numunelerin elektriksel iletkenliğini sağlamak için kırılan yüzeyler altın kaplanmıştır.

2.1.4. Dataların analizi

Elde edilen Veriler Design-Expert® 7.0.3 versiyonu kullanılarak istatistik analizleri gerçekleştirilmiştir. Odun unu miktarının etkisinin belirlenmesi amacıyla ANOVA testi uygulanmıştır. Sonuçların anlamlı çıkması sebebiyle bu anlamlı farklılığın analizi için Duncan testi yapılmıştır.

3. Bulgular

Çalışma kapsamında, PP bazlı odun plastik kompozit üretimi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiş ve çekme, eğilme ve darbe direnci değerleri belirlenmiştir. Belirlenen tüm mekanik özelliklere ait ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

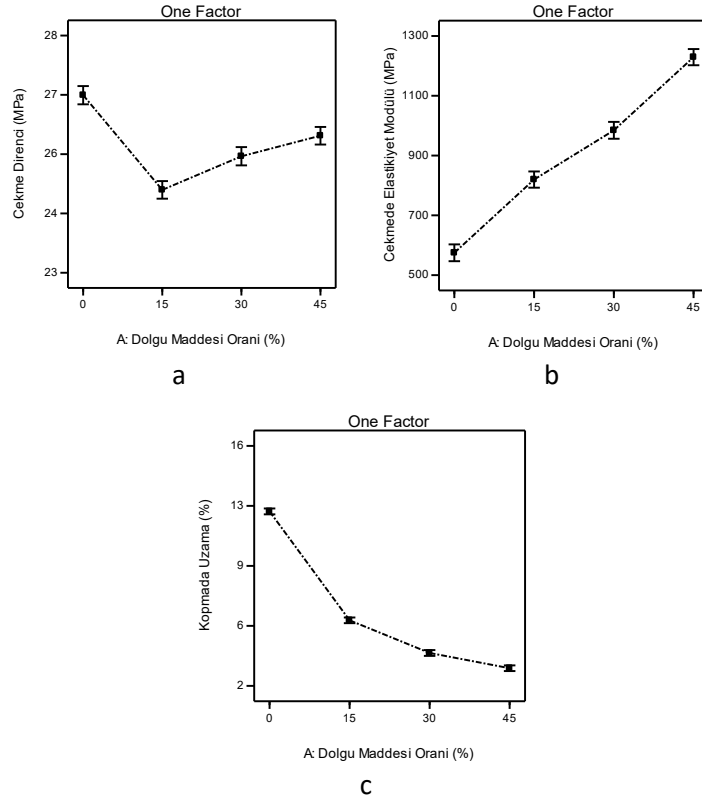
Elde edilen sonuçlara ANOVA varyans analizi gerçekleştirilmiş ve etkileşim grafikleri Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.

Çekme özellikleri içerisinde çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü ve kopmada uzama değerleri incelenmiş ve etkileşim grafikleri oluşturulmuştur. Çekme direnci değerlerine ait

Tablo 4. Odun plastik kompozitlerin mekanik özellikleri
Table 4. Mechanical properties of wood-plastic composites

Grup No	Çekme Direnci (MPa)	Çekmede Elas. Mod. (MPa)	Kopmada Uzama (%)	Eğilme Direnci (MPa)	Eğilmede Elas. Mod. (MPa)	Darbe Direnci (Kj/m ²)
D0	26,59d (0,44)*	572,75a (26,17)	12,85d (1,50)	31,21a (1,15)	911,51a (29,58)	3,41b (0,59)
D15	24,75a (0,25)	819,64b (27,66)	5,82c (0,35)	39,91b (0,14)	1371,30b (19,62)	2,82a (0,26)
D30	25,14b (0,72)	998,76c (51,06)	3,88b (0,21)	42,67c (1,08)	1843,62c (41,90)	3,16ab (0,42)
D45	25,89c (0,28)	1229,14d (46,52)	3,03a (0,06)	45,20d (1,17)	2461,02d (58,00)	3,64c (0,33)

*Parantez içerisinde verilen değerler standart sapma değerleridir.

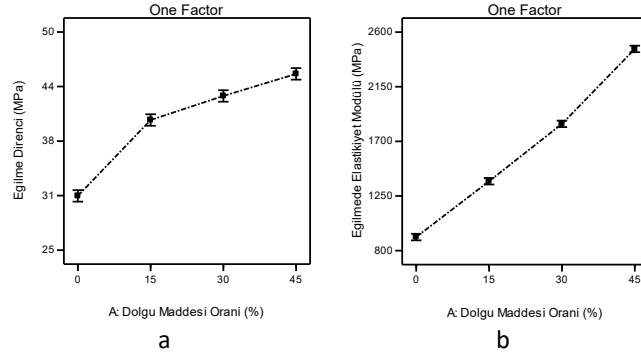


Şekil 2. Çekme özelliklerinin etkileşim grafikleri a) çekme direnci, b) çekmede elas. Mod. ve c) kopma uzama
Figure 2. Interaction graphs of tensile properties a) tensile strength, b) tensile modulus & c) elongation at break

etkileşim grafiği Şekil 2a'da verilmiştir. Çekme direnci etkileşim grafiği incelendiğinde odun unu katılım oranının çekme direnci değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P < 0,0001$). Yapılan Duncan analizi sonucunda ise her bir grubun birbirinde farklı çekme direnci değerlerine sahip olduğu görülmüştür. En yüksek çekme direnci değerleri odun unu kullanılmayan kontrol grubunda elde edilmiştir. İlk %15'lik odun unu ilavesi ile çekme direnci değerleri azalsa da sonra ki %15'lik yüklemelerde çekme direnci değerlerinde hafifçe bir artış gözlemlenmiştir. Yapılan Duncan analizi sonucunda bu artışların anlamlı olduğu belirlenmiştir. Uyumlaştırıcı olarak MAPP kullanımı ile polimer ve lignoselülozik dolgu maddesi arasındaki bağlanmayı arttırdığı ve dolayısıyla çekme direnci değerlerini hafifçe iyileştirdiği düşünülmektedir. MAPP ve MAPE' nin bir uyumlaştırıcı olarak kullanılmasının hidrofilik lignoselülozik malzeme ve hidrofobik polimer matrisi arasındaki yapışmayı geliştirmek için iyi bir yöntem olduğu bilinmektedir (Ismail ve ark., 2002; Mengeloglu ve Karakus, 2008b; Annie Paul ve ark. 2008; Nourbakhsh ve Ashori, 2008; Rao ve ark., 2018). Ayrıca odun ununun polimer içerisinde homojen bir şekilde dağılımının sağlanması da çekme direnci değerlerinin

iyileşmesine sebep olmaktadır (Woodhams ve ark., 1993; Ramezani Kakroodi ve ark. 2013; Basboga ve ark. 2020). Onun için odun unu miktarı artınca daha iyi bir dağılım olduğu ve iyileşmenin bundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Şekil 2b'de ki çekmede elastikiyet modülü (ÇEM) etkileşim grafiği ele alındığında ise odun unu kullanım oranının çekmede elastikiyet modülü özellikleri üzerinde önemli derecede etkili olduğu görülmüştür ($P < 0,0001$). Yapılan Duncan analizi sonucunda ÇEM değerlerinin her birinin farklı grupta olduğu ve dört farklı ÇEM değerinin elde edildiği görülmüştür. Odun ununun polimer matris içerisine katılım miktarı arttıkça ÇEM değerleri önemli derecede artmıştır. Bu durumun odun ununun elastikiyet modülünün termoplastik polimerin elastikiyet modülü değerinden yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde bu durum karışım kuralı olarak adlandırılmaktadır. Literatürde benzer sonuçlar raporlanmıştır (Wang ve ark., 2003; Qiu ve ark., 2004; Mengeloglu ve ark., 2007). Kopmada uzama özellikleri incelendiğinde ise (Şekil 2c) elastikiyet modülü özelliklerinin aksine odun unu ilavesi ile kopmada uzama değerlerinin azaldığı görülmüştür. Literatürde benzer sonuçlar elde edilmiştir (Mengeloglu ve ark., 2015; Basboga ve ark., 2017; Basboga ve



Şekil 3. Eğilme özelliklerinin etkileşim grafikleri a) eğilme direnci, b) eğilmede elastikiyet modülü
Figure 3. Interaction graphs of flexural properties; a) Flexural strength, b) Flexural modulus

ark., 2020). Odun unu katılım oranının kopmada uzama değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir ($P < 0,0001$). Yapılan Duncan analizi sonucunda kopmada uzama değerlerinin her birinin farklı grupta olduğu ve dört farklı kopmada uzama değerinin elde edildiği görülmüştür. En yüksek kopmada uzama değeri ise kontrol grubunda elde edilmiştir.

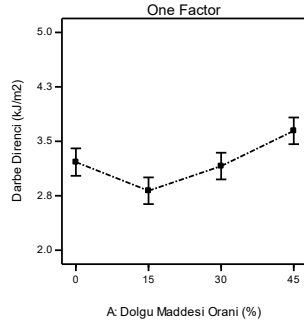
Eğilme özellikleri olarak üretilen OPK'ların eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri belirlenmiştir. Etkileşim grafikleri Şekil 3a ve 3b'de verilmiştir. Yapılan ANOVA analizi sonucunda lignoselülozik dolgu maddesinin eğilme direnci değerleri üzerinde önemli derecede etkili olduğu belirlenmiştir ($P < 0,0001$). Dolgu maddesinin katılım oranının artması ile eğilme direnci değerleri de artış göstermektedir ve bu artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar raporlanmıştır (Yang ve ark. 2007; Karmarkar ve ark. 2007; Yuan ve ark. 2008; Basboga ve ark. 2020).

Eğilmede elastikiyet modülü (EEM) etkileşim grafiği (Şekil 3b) ele alındığında eğilme direnci değerlerine paralel sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda odun unu katılım oranının eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerinde de önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir ($P < 0,0001$). Lignoselülozik dolgu maddeleri ve termoplastik polimerler birbirlerinden farklı EEM değerlerine sahiptirler ve lignoselülozik dolgu maddeleri polimerlerden daha yüksek EEM değerlerine sahiptirler. Bunun neticesinde ise kompozit malzemelerde saf polimere nazaran daha iyi bir eğilmede elastikiyet modülü elde edilmektedir. Literatürde bu kavram karışım kuramı olarak ifade edilmiştir (Matuana ve ark., 1998). Yapılan Duncan analizi sonucunda EEM değerlerinin her birinin farklı grupta olduğu ve dört farklı EEM değerinin elde edildiği görülmüştür. En yüksek EEM değeri ise en yüksek oranda odun ununun kullanıl-

dığı D45 grubunda elde edilmiştir.

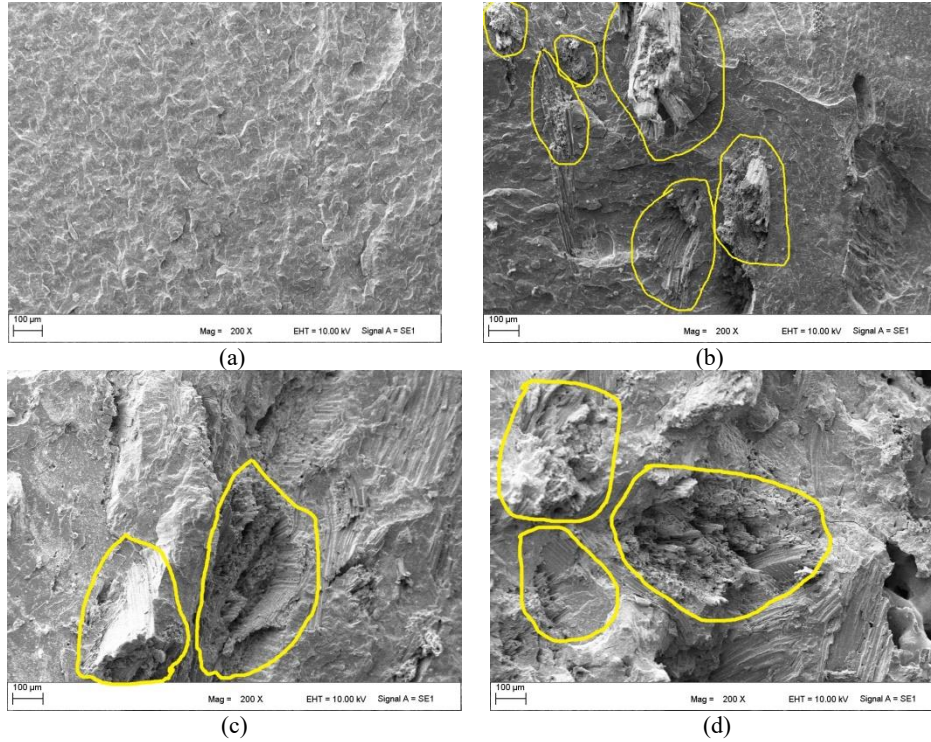
Bu çalışmada, üretilen kompozit malzemeler genellikle poliolefin esaslı plastik kereste döşeme tahtalarına alternatif olarak düşünülmektedir. Termoplastik kompozitler genelde plastik keresteler için oluşturulmuş olan ASTM D 6662 (2001) standardıyla kıyaslanmaktadır. Bu standart, poliolefin plastiklerden elde edilen plastik kerestelerin eğilme direnci değerlerinin ne olması gerektiğini belirler. Eğilme direnci değerlerinin en az 6,9 MPa ve elastikiyet modülünün ise 340 MPa olması istenmektedir. Üretilen tüm kompozit malzemeler eğilme direnci (39,91–45,20 MPa) ve eğilmede elastikiyet modülü (1371–2461 MPa) özelliklerinde standardın gerekliliğinin çok daha üzerinde sonuçlar göstermiştir.

Darbe direnci etkileşim grafiği Şekil 4'te verilmiştir. Çentikli darbe direnci özelliklerinin etkileşim grafikleri incelendiğinde, darbe direnci özelliğinin de odun unu ilavesi ile istatistiksel olarak önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir ($P = 0,0012$). En düşük (2,82 KJ/m²) darbe direnci değeri odun ununun %15 kullanıldığı D15 grubunda elde edilirken, en yüksek darbe direnci değeri (3,64 KJ/m²) ise odun ununun en yüksek oranda kullanıldığı D45 grubunda elde edilmiştir. Yapılan Duncan analizi sonucunda üç farklı darbe direnci grubu elde edilmiştir. D30 grubu hem D15 grubu sınırları içerisinde hemde D0 grubu değerleri içerisinde yer almıştır. Etkileşim grafiği incelendiğinde çekme direnci özelliklerine benzer öncelikle olarak hafif bir düşüş elde edilmiş ve sonrasında da odun unu miktarının artması ile hafifçe artışlar gözlemlenmiştir. Bu genellikle lignoselülozik dolgu maddesinin eklenmesi ile kompozit malzemenin kırılma dayanımının artmasından kaynaklanmaktadır (Mengeloglu ve Karakus, 2008a).



Şekil 4. Darbe direnci etkileşim grafiği
Figure 4. Interaction graphs of impact properties

Üretilen tüm kompozitlerin morfolojik özellikleri de taramalı elektron mikroskobu (SEM) yardımıyla 200X büyütme oranıyla belirlenmiştir. Saf polimere (D0) ait SEM görüntüsü Şekil 5a'da, %15 dolgu



Şekil 5. Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri; a) D0, b) D15, c) D30, d) D40
Figure 5. Scanning electron microscope images; a) D0, b) D15, c) D30, d) D40

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışmada tropik ağaç türü olan dahoma (dabema) (*Piptadeniastrum africanum*) kerestesinin profil çekme makinasından elde edilmiş atıklarının farklı oranlarda dolgu maddesi olarak kullanıldığı PP bazlı odun plastik kompozitleri başarılı bir şekilde üretilmiştir. Çalışma kapsamında odununun katılım oranlarının mekanik ve morfolojik

maddesi içeren kompozit grubuna (D15) ait SEM görüntüsü Şekil 5b'de, %30 dolgu maddesi içeren kompozit grubuna (D30) ait SEM görüntüsü Şekil 5c'de ve en yüksek oranda dolgu maddesi (%45) ihtiva eden kompozitlere (D45) ait SEM görüntüsü ise Şekil 5d'de verilmiştir. Kırık yüzeyde polimer matris içerisinden çıkan veya kırılıp da matris içerisine gömülü olan odun unları SEM görüntüleri üzerinde sarı daire içerisine alınarak gösterilmiştir. Elde edilen bu görüntülerden, PP matrisinin dahoma liflerinin etrafına sıkıca sarıldığı ve ayrıca numunelerin kırılmasından sonra bile arayüz etkileşiminin yine de sağlam olduğu görülmektedir.

Bu da eğilme direncinde ki artışı desteklemektedir. Ayrıca çekme direnci değerlerinde ise odun unu miktarının artması ile D15 grubuna nazaran oluşan hafif artışa da bu arayüz etkileşiminin destek olduğu düşünülmektedir. Literatürde benzer sonuçlar raporlanmıştır (Basboga ve ark., 2020).

özellikler üzerinde ki etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular şunlardır;

1. Dahoma odununun katılım oranlarının OPK'ların belirlenen tüm mekanik özelliklerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemektedir.
2. Genel olarak Dahoma odun unlarının dolgu maddesi olarak kullanılması ile olumlu sonuç-

lar elde edildiği belirlenmiştir. Özellikle %30 ve %45 oranlarda kullanımı ile elde edilen mekanik değerlerin, %15 oranda kullanımı sırasında elde edilen mekanik değerlerden daha iyi sonuçlar elde edildi gözlemlenmiştir.

3. Bunun yanı sıra çekme direnci özelliklerinde üretilen kompozit gruplar saf polimerin değerinden daha düşük bir özellik gösterdiği belirlenmiştir.
4. Sadece kopmada uzama değerlerinde odun unu ilavesi ile tüm gruplarda bir azalma görülmüştür.
5. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü özelliklerinde ise standardın (ASTM D 6662 (2001)) çok daha üzerinde sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile ithal olarak getirilen ve tropik ağaç türlerinden olan Dahoma (Dabema) kerestesinin atık unlarının PP esaslı termoplastik kompozit üretiminde dolgu maddesi olarak değerlendirilebileceği anlaşılmıştır. Özellikle kur dalgalanmalarının yaşandığı bu günlerde yurtdışından getirilen tropik ağaç türlerinin optimal şekilde değerlendirilmesi elzem olmuştur. Atık olarak yakılan bu odun unları kompozit malzeme üretiminde değerlendirilmesi ile ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Ekşioğlu Orman Ürünleri firmasına dahoma (dabema) atık unlarının temini sırasında yardımcı olmaları dolayısıyla teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Acar, H. 2014. MDF tozu ve piriç sapı atıklarının termoplastik kompozitlerin üretiminde değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Al-Mefarrej, H. A. 2009. Testing and enhancing the compatibility of five Saudi wood species for cement-bonded particleboard industry. *Alexandria Science Exchange Journal* 30(3), 333-342.

Annie Paul, S., Boudenne, A., Ibos, L., Candau, Y., Joseph, K. and Thomas, S. 2008. Effect of fiber loading and chemical treatments on thermophysical properties of banana fiber/polypropylene commingled composite materials. *Composites A* 39:1582–1588. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2008.06.004>

Anonim, 2015. European and global markets 2012 and future trends; wood-plastic composites (WPC) and natural fibre composites (NFC), *Bioplastics Magazine* (03/14) Vol. 9

Anonim, 2020. Wood plastic composite (WPC) market production values and generate revenue of USD

9953.8 million with a CAGR of 9.5% worldwide By 2030. *Apnews* <https://apnews.com/press-release/wired-release/technology-business-virus-outbreak-corporate-news-diseases-and-conditions-600ee4b4fd2f0b7b0ce-7de3214906333> (Ziyaret Tarihi: 07/02/2022)

Anonim 1, 2022. Türkiye’de yoğun talep gören Afrika ağaçları. *Ekşioğlu orman ürünleri ürün kataloğu*. <http://eksiogluorman.com.tr/kereste/> (Ziyaret Tarihi: 04/04/2022)

Anonim 2, 2022. Seger orman ürünleri dabema kereste kullanım alanları. <https://segerorman.com.tr/product-details/dabema-kereste/> (Ziyaret Tarihi: 04/04/2022)

Antwi-Boasiako C., Ofosuhene L. and Boadu K.B. 2018. Suitability of sawdust from three tropical timbers for woodcement composites. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(4), 414-428.

ASTM D6662 2001. Standard Specification for Polyolefin-Based Plastic Lumber Decking Boards. West Conshohocken, PA, USA

ASTM D790 2010. Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials. West Conshohocken, PA, USA

ASTM D638 2010. Standard test for tensile properties of plastics. West Conshohocken, PA, USA

ASTM D256. 2010. Standard test for determining the izod pendulum impact resistance of plastics. West Conshohocken, PA, USA

Avcı, E. 2012. Ahşap plastik kompozitlerin kullanım performansları üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Basboga, I.H., Atar, I., Karakus, K. and Mengeloglu F. 2017. Determination of selected properties of PP based composites filled eggplant (*Solanum Melongena*) stalks. *ProLigno* 13(4), 276–282.

Basboga, I.H., Atar, I., Karakus, K. and Mengeloglu F. 2020. Determination of some technological properties of injection molded pulverized-HDPE based composites reinforced with micronized waste tire powder and red pine wood wastes. *J Polym Environ* 28, 1776–1794. <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01726-7>

Brahmia F.Z., Hortvath P.G. and Alpar T.L. 2020. Effect of pre-treatments and additives on the improvement of cement wood composite: A Review. *BioResources*, 15(3), 7288-7308.

Dönmez Çavdar, A. 2011. Farklı lignoselülozik ve termoplastik maddelerle üretilen odun-plastik kompozitlerin özelliklerinin incelenmesi. Doktora Tezi. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Fan, M., Nadikontar, M. K., Zhou, X., and Ngamveng, J. N. (2012). Cement-bonded composites made from tropical woods: Compatibility of wood and cement. *Construction and Building Materials* 36, 135-140. DOI:10.1016/j.

conbuildmat.2012.04.089.

Gastro, V., Zambuja, R. D. R., Parchen, C. F. A., and Iwakiri, S. 2019. Alternative vibro-dynamic compression processing of wood-cement composites using Amazonian wood. *Acta Amazonia* 49(1), 75-80.

Hamdan S., Talib Z.A., Rahman M.R., Ahmed A.S. and Islam M.S. 2010. Dynamic young's modulus measurement of treated and post-treated tropical wood polymer composites (WPC). *BioResources*, 5(1), 324-342.

Idrus M.A.M.M., Hamdan S., Rahman M.R. and Islam M.S. 2011. Treated tropical wood sawdust-polypropylene polymer composite: mechanical and morphological study. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, 2, 435-444.

Islam M.S., Hamdan S., Hassan A., Talib Z.A. and Sobuz H.R. 2014. The chemical modification of tropical wood polymer composites. *Journal of Composite Materials*, Vol. 48(7) 783–789.

Ismail, H., Edyham, M.R., Wirjosentono, B. 2002. Bamboo fibre filled natural rubber composites: the effects of filler loading and bonding agent. *Polym Test* 21:139–144. [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(01\)00060-5](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(01)00060-5)

Karakuş, K. 2008. Üniversitemizdeki polietilen ve polipropilen atıkların polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Karmarkar, A., Chauhan, S.S., Modak, J.M., Chanda, M. 2007. Mechanical properties of wood-fiber reinforced polypropylene composites: effect of a novel compatibilizer with isocyanate functional group. *Composites A* 38:227–233. <https://doi.org/10.1016/J.COMPOSITE-SA.2006.05.005>

Matuana, L.M., Park, C.P. and Balatinecz, J. J. 1998. Cell morphology and property relationships of microcellular foamed PVC / wood-fiber composites” *Polym. Eng. Sci.* 38, 1862-1872

Mengeloglu, F., Kurt, R., Gardner, D.J. and Oneil, S. 2007. Mechanical properties of extruded high density polyethylene and polypropylene wood flour decking board. *Iranian Polymer Journal*. 16(7), 477-487.

Mengeloglu, F., Karakus, K. 2008a. Thermal degradation, mechanical properties and morphology of wheat straw flour filled recycled thermoplastic, *Sensors*, ISSN 1424-8220 8. pp. 497-516.

Mengeloglu, F., Karakus, K. 2008b. Some properties of eucalyptus wood flour filled recycled high density polyethylene polymer-composites. *Türk J Agric For.*, 32, pp. 537-546.

Mengeloglu, F., Kabakci, A. 2008. Determination of thermal properties and morphology of eucalyptus wood residue filled high density polyethylene Composites. *Int. J. Mol. Sci.*, 9: 107–119.

Mengeloglu F., Basboga, I.H., and Aslan T. 2015. Selected

properties of furniture plant waste filled thermoplastic composites. *ProLigno* 11(4), 199–206 (2015).

Nourbakhsh, A., Ashori, A. 2008. Highly fiber-loaded composites: physical and mechanical properties. *Polymers and Polymer Composites*, 16:343–347. <https://doi.org/10.1177/096739110801600508>

Qiu, W., Endo, T. & Hirotsu, T. 2004. Interfacial interactions of a novel mechanochemical composite of cellulose with maleated polypropylene. *J. Appl. Polym. Sci.* 94, 1326-1335.

Papadopoulos, A. N. 2009. Physical mechanical properties and durability against basidiomycetes of particleboards made from cement and *Carpinus betulus* L. wood particles. *Wood Research* 54(2), 95-100.

Pasca, S. A., Hartly, I. D., Reid, M. E., and Thring, R. W. 2010. Evaluation of compatibility between beetle-killed lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *Latifolia*) wood with Portland cement. *Materials* 3(12), 5311-5319. DOI: 10.3390/ma3125311.

Petkim, 2016. Petoplen EH-102 Polipropilen (PP) ürün teknik özellikleri ürün kataloğu. <https://www.starflot.com/pdfs/PPH/PETKIM-EH-102.pdf> (Ziyaret Tarihi: 04/04/2022)

Phillips, D. R., and Hse, C. Y. 1987. Effect of cement / wood ratios and wood storage conditions on hydration temperature, hydration time, and compressive strength of wood-cement mixtures. *Wood and Fiber Science* 19(3), 262-268.

Ramezani Kakroodi, A., Kazemi, Y., Rodrigue, D. 2013. Mechanical, rheological, morphological and water absorption properties of maleated polyethylene/hemp composites: Effect of ground tire rubber addition. *Composites B* 51:337–344. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2013.03.032>

Rao, J., Zhou, Y., Fan, M. 2018. Revealing the interface structure and bonding mechanism of coupling agent treated WPC. *Polymers*, 10:1–13. <https://doi.org/10.3390/polym10030266>

Wang, X., and Yu, Y. 2012. The compatibility of two common fast-growing species with Portland cement. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 9(2), 154-159.

Wang, Y., Yeh, F.C., Lai, S.M., Chan, H.C. & Shen, H.F. 2003. Effectiveness of functionalized polyolefins as compatibilizers for polyethylene/wood flour composites. *Polym. Eng. Sci.* 43 (4), 933-945.

Woodhams, R.T., Law, S., Balatinecz, J.J. 1993. Intensive mixing of wood fibers with thermoplastics for injection-molded composites. In: Proc. Wood fiber/polymer composites: fundamental concepts, processes, and material options. Forest Product Society, Madison

Yang, H.S., Wolcott, M.P., Kim, H.S., Kim, S. and Kim, H.J. 2007. Effect of different compatibilizing agents on the mechanical properties of lignocellulosic material

filled polyethylene bio-composites. *Composite Structures*, 79(3); 69–375. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2006.02.016>

Yap M.G.S., Que Y.T., Chia L.H.L. and Chan H.S.O. 1991. Thermal properties of tropical wood-polymer composites. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol.

43,2057-2065.

Yuan, Q., Wu, D., Gotama, J., Bateman, S. 2008. Wood fiber reinforced polyethylene and polypropylene composites with high modulus and impact strength. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 21(3);195–208pp. <https://doi.org/10.1177/0892705708089472>

Mobilya tercihinde etkili kriterlerin uzman ve kullanıcılar açısından incelenmesi

Examining the effective criteria in furniture preference from perspective of experts and users

İbrahim YILDIRIM¹

Merve ASLAN¹

¹ Karadeniz Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

İbrahim YILDIRIM
ibrahim@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

21.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

14.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atf (To cite this article): Yıldırım, İ. & Aslan, M. (2022). Mobilya tercihinde etkili kriterlerin uzman ve kullanıcılar açısından incelenmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 281-290 . DOI: 10.17568/ogmoad.1091390



Creative Commons Atf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Türkiye’de mobilya sektörü, firma sayısı, mobilya üretim kapasite-leri, tüketici talepleri ve son dönemlerde hızlı artan ihracat talepleri göz önüne alındığında, ülke ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Mobilya açısından, tüketici tercihini etkileyen kriterlerin tespit edilmesi, sektör için önemli bir konudur. Bu çalışmada mobilya alanında uzmanlara (akademisyen, mimar ve mühendis vb.) ve sektör dışında bulunan kullanıcılara anket yapılmıştır. Mobilya tercihlerini etkileyen kriterler, ana ve alt kriterler halinde belirlenmiştir. Anketlerde, Likert ölçeğinden yararlanılarak, bu kriterlerin önem derecesine göre puanlanması talep edilmiştir. Anket verilerinden elde edilen puanlara göre her kriterin ortalaması alınarak, ana ve alt kriterlerin ortalama puan değerleri hesaplanmıştır. Anket sonuçlarına göre, mobilya tercihinde etkili olan kriterlere bakıldığında, sektörde yer alan uzmanlar ile kullanıcılar arasında öncelikli kriterler açısından farklılıklar görülmüştür. Mobilya tasarım ve üretim süreçlerinde yer alan uzmanların, kullanıcı beklentilerini göz önünde bulundurması oldukça önem taşımaktadır. Mobilya sektörü, değişimlerin yaşandığı pazar ortamında rekabet gücünü sağlayabilmek için, ürün geliştirirken kullanıcı beklentilerini ve hedef pazarda etkili olan kriterleri dikkate almalıdır. Mobilya firmalarının başarısında, mobilyanın kullanım alanı ve kullanıcı açısından beklentilerinin doğru bir şekilde analiz edilmesi etkili olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mobilya sektörü, tüketici tercihleri, uzman görüşü, anket

Abstract

The furniture sector in Turkey is important for the country’s economy, considering the number of companies, furniture production capacities, consumer demands and the rapidly increasing export demands in recent times. In terms of furniture, determining the criteria that affect consumer choice is an important issue for the sector. In this study, surveys were conducted with experts in the field of furniture (academicians, architects, engineers, etc.) and users outside the sector. The criteria affecting the furniture preferences are determined as main and sub-criteria. By using the Likert scale in the surveys, it was requested that these criteria be scored according to the degree of importance. The average score values of the main and sub-criteria were calculated by taking the average of each criterion according to the scores obtained from the survey data. According to the results of the survey, when the criteria that are effective in choosing furniture are examined, there are differences between the experts in the sector and the users in terms of priority criteria. It is very important for experts involved in furniture design and production processes to consider user expectations. The furniture industry should consider the user expectations and the criteria that are effective in the target market while developing the product, in order to ensure its competitiveness in the market environment where changes are experienced. The correct analysis of the furniture’s usage area and expectations of the user is effective in the success of furniture companies.

Keywords: Furniture industry, consumer preferences, expert opinion, survey

1. Giriş

Günümüzde mobilyalar toplumsal düzeyin ortaya konulmasından, kullanıcı sanatsal eğilimlerinin yansıtılmasına kadar talep ve ihtiyaçlar çerçevesinde belirlenen son derece geniş ve karmaşık bir yelpaze içermektedir (Özel ve Ürük, 2021). Geçmişte lüks ve statü göstergesi olarak el emeği işçiliğinin yoğun olduğu mobilyalar, tasarım, malzeme ve üretim teknolojilerinin gelişmesine bağlı olarak her kesimden kullanıcıya çok çeşitli alternatifler sunar hale gelmiştir.

Mobilya “Belli bir eylemin yerine getirilmesinde, etkinliği artırmak amacıyla kullanılan eşya (donatı)” olarak tanımlanabilir (Kurtuluş ve ark., 1997). Hasol (2013)’e göre mobilya: oturlan, yemek yenilen, çalışılan, yatılan yerlerin donatılmasına yarayan taşınabilir eşya olarak tanımlanmıştır. Mobilya, insanların oturma, yatma, çalışma, depolama gibi temel fiziksel gereksinimlerini sosyal ve kültürel boyutları ile ele alarak, güvenli ve konforlu bir şekilde gidermelerini amaçlayan elemanlar ve sistemler olarak da tanımlanabilir (Üst, 2015).

21. Yüzyılın günlük yaşamının her alanında yer alan mobilya, toplumun refahını sağlayarak, sosyal ve kültürel gereksinimlere hizmet eden, insanın yaşam kalitesini etkileyen, insan yaşamı üzerinde en etkili ürün çeşitlerinden biridir (Terece ve ark., 2020).

Mobilyalar, günlük yaşamımızı sürdürmek için gerekli olan tüm eylemleri gerçekleştirmemizi sağlar. Bundan dolayı günlük yaşantımızda ve bulunduğumuz bütün sosyal mekanlarda, kullandığımız eşyaların büyük bir bölümü olarak, en yakın çevremizi oluşturmaktadırlar. Mekan düzenlemeleri, insan ve onun gereksinimlerini karşılamak için yapıldığından, insanın gerekli çevresel koşullarını yaratmak ve ona uygun niteliklerin bilinmesi gerekmektedir (Engin, 2011).

Türkiye mobilya sektörü nüfus artışı, kentleşme, mobilya değişim süresinin kısalması gibi sebeplerden dolayı son 10 yıl içerisinde hızlı bir büyüme göstermiştir (Aytekin, 2019).

Türkiye’de mobilya sektörü eskiye dayanan ve hızlı gelişme gösteren sanayi alanlarından biridir. Son yıllarda, kalite standartları ve ürün çeşitliliği açısından yaşanan gelişmelerle birlikte yurt içi ve yurt dışı alanda faaliyetleri artarak önemli gelişmeler göstermiştir. Mobilya sanayi, katma değer açısından ülkemizin önde gelen sektörlerinden birisi olup, ihracatta yerli kaynakları en çok kullanan ve ithal ürünlere bağımlılığı en az olan sektörlerden biri olarak ekonomiye katkısını artarak devam ettirmektedir. Özellikle son yıllarda küçük ölçekli

işletmelerin yanı sıra orta ve büyük ölçekli işletmelerin sayısı artmaya başlamıştır. Ayrıca fabrikasyon üretim yapan firmaların sayısı her geçen gün artmaktadır (STB, 2020).

2020 içerisinde ticarete olumsuz etkileri önemli ölçüde hissedilen pandemi koşullarına rağmen, 2020 yılında mobilya ihracatı geçen yıla göre %12 oranında artış kaydetmiştir. 2020 yılında ise mobilya ithalatımız bir önceki yıla oranla %9,1 azalmıştır (TB, 2021).

Türkiye’de mobilya sektöründe, dünyaca ünlü markaların ürünleri de talep görmektedir. Bu durum ülkemizdeki mobilya kullanıcılarının, yenilikçi ve tasarım yönü dikkat çeken ürünlere talebi olduğunu göstermektedir.

Tasarımcı bir mobilyayı hayata geçirme aşamasında işlev, çevre ve malzeme gibi faktörlerin yanı sıra kullanıcı veya kullanıcı profiliyle etkileşimli etmenleri de çözümlemesi gerekmektedir (Özel ve Ürük, 2021). Mobilyalar, tüketicilerin aileleri ve arkadaşlarıyla rahatça vakit geçirmelerinde önemli rol alan ürünlerdir. Birçok tüketici, evlerini ve mobilyalarını kendilerinin bir uzantısı olarak görmektedir. Bu açıdan mobilya satın alma duygusal bir satın alma olarak görülebilir (Pirc Barçic ve ark., 2021).

Mobilya, tüketicilerin büyük bir dikkatle seçtikleri, satın almaya karar vermeden önce çok zaman harcadıkları ve çoğu insanın karar vermeden önce test ettiği bir ürün türüdür (Oblak, ve ark., 2017; Oblak ve ark., 2020). Tüketici mobilya satın alma kararının, en çok mağazalarda, ikinci olarak internet üzerinden verildiği bulunmuştur (Jost ve ark., 2020).

Bir ürünle ilgili temel zorluk, tüketicilerin dikkatini çekmek, tercihlerini ve satın alma alışkanlıklarını belirlemektir (Jost ve ark., 2020). Tüketici davranışları ve tercihleri, çeşitli endüstrilerin başarısında ve gelişmesinde, giderek önemi artan bir stratejik konu olarak bilinmektedir. Tüketiciler zaman geçtikçe para harcamalarına, satın aldıkları ürünlere ve ürünleri seçerken aldıkları risklere daha fazla dikkat etmektedirler. Bu bağlamda mobilya sektörü, tüketici davranışlarından en çok etkilenen pazarlardan biridir (Khosro ve ark., 2020).

Mobilya şirketleri güçlü bir küresel pazarlama rekabeti yaşamaktadır. Değişimlerin sürekli olduğu bir pazar ortamında, müşterilerin satın alma davranışlarını anlamak, şirketler için hem başarılı hem de etkili bir şekilde faaliyet gösterebilmek için çok önemlidir. Mobilya firmaları başarılı bir pazarlama stratejisi hazırlamak istiyorsa, seçilen hedef pazarda hangi faktörün müşteriyi etkilediğini belirlemelidir. Potansiyel tüketicilerin ihtiyaç ve is-

teklerini araştırmak, aynı zamanda tüketicileri bir ürün oluşturma sürecinde etkileyen faktörleri araştırmak gerekmektedir (Oblak ve ark., 2020).

Mobilya satın alındığında uzun süre kullanılan bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Fiyat, satış için en önemli kriter olma özelliğini artık yitirmiştir. Türkiye'deki mobilya işletmelerinin, tasarım sürecini geliştirmesi ve müşteri beklentilerini daha iyi anlaması gerektiği belirtilmektedir (Erdinler ve Koç 2015).

Türkiye'de mobilya sektörü, firma sayısı, mobilya üretim potansiyeli, tüketici talepleri ve ihracattaki payı dikkate alındığında, ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Mobilya tüketici tercihini etkileyen kriterlerin tespit edilmesi ise bu alanda sektörün, kullanıcının beklentilerini anlaması ve kullanıcı beklentilerine uygun mobilya üretiminin yapılması açısından yarar

sağlayacaktır.

Bu çalışmada, ev mobilyalarında tüketici tercihlerini etkileyen kriterleri belirleyerek, uzman görüşleriyle birlikte incelenmesi amaçlanmıştır. Tüketici tercihlerinde etkili olan unsurların daha kapsamlı değerlendirilmesi bakımından, sadece ana kriterler değil, alt kriterlere de yer verilerek inceleme yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, öncelikle konuyla ilgili tez, makale ve mobilya sektörü ile ilgili hazırlanan raporlar incelenmiştir. Mobilya tercihinde etkili olan kriterler, daha önce bir ön çalışma yapılarak Delphy tekniğiyle uzmanlara sorularak, 10 ana kriter ve 34 alt kriter halinde belirlenmiştir (Tablo 1). Belirlenen bu kriterler doğrultusunda, kullanıcı ve uzman görüşlerinin alınması için anket yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 1. Mobilya tercihinde etkili olan ana ve alt kriterler.
Table 1. Main and sub-criteria effective in choosing furniture.

A.Fonksiyonellik	B.Ergonomi	C.Görünüm ve Kişisel Beğeni	D.Fiyat	E.Kalite
A.1.Çok amaçlı - işlevli kullanım A.2.Kullanım amacına uygunluk	B.1.Kullanım kolaylığı B.2.Antropometrik ölçülere uyum	C.1.Biçim C.2.Estetik C.3.Renk C.4.Malzeme C.5.Stil	D.1.Promosyon D.2.Ödeme seçenekleri D.3.İndirim	E.1.Marka E.2.Garanti süresi E.3.İşçilik kalitesi E.4.Kalite belgeleri-Standartlar
F.Hizmet	G.Dayanıklılık	H.Çevresel Etki	I.Satış ve Pazarlama Stratejisi	J.Bakım-Onarım
F.1.Teslim süresi F.2.Satış sonrası hizmetler F.3.Alanında uzman personel F.4.İş ahlakı	G.1.Emniyet (devrilme, çökme vb.) G.2.Direnç- Sağlık G.3.Çevresel/ iklimsel koşullara dayanım G.4.Kullanım süresi	H.1.Çevre-İnsan Sağlığı H.2.Karbon ayak izi H.3.Geri dönüştürülebilir H.4.Çevre dostu ürün	I.1.Tanırlık- Bilişirlik I.2.Reklam I.3.Tanıdık tavsiyesi I.4.Kolay ulaşılabilirlik	J.1.Kolay temizlenmesi J.2.Bakım-onarım kolaylığı

Mobilya tercihinde etkili olan kriterler için uzman anketleri akademisyen ve özel sektörde mobilya alanında uzman kişilere yapılmıştır. Uzman anketlerine 62 adet katılım sağlanmıştır. Uzman anketine katılan 62 kişinin %71'i özel sektörde mobilya alanında uzman ve %29'u akademisyendir.

Kullanıcı anketleri ise mobilya sektöründe profesyonel olarak rol almayan 248 kişiye yapılmıştır. Uzman anketlerinden farklı olarak, kullanıcılara cinsiyet, yaş, eğitim durumu ve ailenin aylık geliri gibi demografik özellikleri sorulmuştur.

Anket formunda 5'li Likert ölçeğinden yararlanılarak, bu kriterlerin önem derecesine göre puanlanması istenmiştir (5: çok önemli, 4: önemli, 3: orta derecede önemli, 2: az önemli, 1: önemli değil). Anketlerde ana ve alt kriterlere ayırmadan kriter-

lerin tümü anket formunda sıralanmıştır.

Anket sonuçlarına göre elde edilen veriler istatistiksel olarak SPSS 22 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın ilk kısmında tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. İkinci kısmında ise ortalamaların karşılaştırılmasında kullanılan bağımsız iki örnek t-testi (iki grup) ve basit varyans analizi (üç ve daha fazla grup) kullanılmıştır. Aralarında fark çıkan grupların belirlenmesi ise Duncan testi ile yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Kullanıcı anket verilerine yönelik bulgular

Mobilya sektöründe profesyonel olarak rol almayan 248 kişiye anket yapılmıştır. Kullanıcı anketlerinde demografik yapı ve mobilya tercih kriterleri-

ne yönelik sorular sorulmuştur. Ayrıca anketlerde, mobilya konusunda genel yorum almak için açık uçlu soru bulunmaktadır.

Katılımcıların demografik yapısı incelendiğinde, cinsiyet dağılımına göre %62,1'i kadın ve %37,9'u erkektir. Yaş grubu dağılımına göre, %9,7'si 18-25 yaş arası, %52,8'i 26-40 yaş arası, %37,5'i 41 yaş ve üzeri çıkmıştır. Eğitim durumuna göre %17,7'si Lise ve altı, %11,7'si Yüksekokul, %48'i Lisans, %22,6'sı Lisansüstü mezunu çıkmıştır. Katılımcılar aylık gelir dağılımına göre bakıldığında, %23'ü 0-4000 TL, %38,3'ü 4001-7000 TL,

%17,7'si 7001-10000 TL, %21'i 10000 TL üzeridir.

Kullanıcı anketlerinde, mobilya tercihinde etkili ana kriterler önem derecesine göre sıralandığında öncelikle dayanıklılık ve ardından kalite kriteri gelmektedir. Bu ana kriterlerin ardından gelen fonksiyonellik, hizmet ve ergonomi kriterleri aynı önem derecesine sahip olduğu görülmüştür. Buna göre kullanıcı tercihlerinde en önemli beş ana kriter, dayanıklılık, kalite, fonksiyonellik, hizmet ve ergonomi olarak görülmektedir. Satış ve pazarlama stratejisi önem derecesi en düşük olan ana kriter olmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Mobilya tercihi ana kriterlerin cinsiyet değişkenine göre yapılan bağımsız iki örnek t- testi analizi
Table 2. Independent two-sample t-test analysis performed according to the gender variable of the main criteria of furniture preference

Ana kriterler	Cinsiyet	N	Ortalama	Standart Sapma	P
Fonksiyonellik	Kadın	154	4,67	0,61	0,348
	Erkek	94	4,60	0,57	
Ergonomi	Kadın	154	4,68	0,56	0,235
	Erkek	94	4,57	0,70	
Görünüm ve Kişisel Beğeni	Kadın	154	4,66	0,53	0,083
	Erkek	94	4,52	0,67	
Fiyat	Kadın	154	4,69	0,54	0,017
	Erkek	94	4,48	0,73	
Kalite	Kadın	154	4,87	0,37	0,157
	Erkek	94	4,77	0,65	
Hizmet	Kadın	154	4,73	0,53	0,011
	Erkek	94	4,50	0,74	
Dayanıklılık	Kadın	154	4,90	0,30	0,005
	Erkek	94	4,74	0,48	
Çevresel Etki	Kadın	154	4,40	0,78	0,225
	Erkek	94	4,28	0,81	
Satış ve Pazarlama Stratejisi	Kadın	154	3,94	0,98	0,034
	Erkek	94	3,64	1,14	
Bakım-Onarım	Kadın	154	4,65	0,63	0,009
	Erkek	94	4,38	0,84	

Kullanıcı anketlerinde, mobilya tercihinde etkili kriterler ana ve alt kriterlere ayrılmadan önem derecesine göre incelendiğinde, ilk on kriter sırasıyla: dayanıklılık, kalite, emniyet (devrilme vb.), direnç, işçilik kalitesi, kullanım amacına uygunluk, kullanım kolaylığı, iş ahlakı, malzeme ve kolay temizlenmesidir. Bu kriterlerden kalite ve dayanıklılık ana kriterler olup, diğerleri alt kriterlerdir. Bu alt kriterlerden, emniyet (devrilme, çökme vb.) ve direnç, dayanıklılık ana kriterinin alt kriterleridir. 'İşçilik kalitesi', kalitenin alt kriteri, 'kullanım amacına uygunluk' fonksiyonellik ana kriterinin alt kriteri, 'kullanım kolaylığı' ergonomi ana kriterinin alt kriteri, 'iş ahlakı' hizmet ana kriterinin alt kriteri, 'malzeme' alt kriteri görünüm kişisel beğeni ana kriterinin alt kriteri ve 'kolay temizlenmesi'

bakım-onarım ana kriterinin alt kriteridir (Tablo 2).

Kriterlerin genel önem derecesi sıralamasında en sonda kalan beş kriter sırasıyla, satış ve pazarlama stratejisi ana kriteri, promosyon, tanınır-bilinirlik, marka ve reklam alt kriterleri olmuştur. Bu kriterlerden reklam ve tanınır-bilinirlik, satış ve pazarlama stratejisi ana kriterinin alt kriteridir. Promosyon, fiyat ana kriterinin alt kriteri, marka ise kalite ana kriterinin alt kriteridir.

Kullanıcı tercihlerinde, demografik yapıya göre ana kriterler arasındaki ilişkiyi analiz etmek için çapraz tablo analizleri yapılarak, mobilya tercihinde etkili olan ana kriterleri, cinsiyet, yaş, eğitim durumu ve gelir grubu dağılımına göre incelenmiştir.

Çalışmaya katılan kullanıcıların mobilya tercihinde etkili olan 10 ana kriterin cinsiyet bakımından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığı yapılan bağımsız iki örnek t-testi ile analiz edilmiştir (Tablo 2). Yapılan analizler sonucunda fiyat, hizmet, dayanıklılık, bakım-onarım, satış ve pazarlama stratejisi ana kriterleri katılımcıların cinsiyetleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($P < 0,05$). Bütün kriterlerde kadın katılımcıların verdiği cevaplar ortalaması erkeklerden daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak tüm kriterlerin önemi yüksek olup en düşük olan kriter satış ve pazarlama stratejisidir.

Çalışmaya katılan kullanıcıların mobilya tercihinde etkili olan 10 ana kriterin yaş grupları bakımından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığına Basit Varyans Analizi ile bakılmıştır. Yapılan analizler sonucunda herhangi bir kriter katılımcıların yaş grupları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($P > 0,05$).

Çalışmaya katılan kullanıcıların mobilya tercihinde etkili olan 10 ana kriterin eğitim durumları bakımından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığına Basit

Tablo 3. Mobilya tercihi ana kriterleri ile eğitim değişkenine göre yapılan ANOVA analizi
Table 3. ANOVA analysis according to the main criteria of furniture preference and education variable

Ana kriterler	Eğitim Durumu	N	Ortalama	Standart Sapma	P
Fonksiyonellik	Lise ve Altı	44	4,43	0,73	0,052
	Yüksekokul	29	4,66	0,55	
	Lisans	119	4,72	0,50	
	Lisansüstü	56	4,63	0,65	
Ergonomi	Lise ve Altı	44	4,61	0,62	0,751
	Yüksekokul	29	4,59	0,50	
	Lisans	119	4,62	0,68	
	Lisansüstü	56	4,71	0,53	
Görünüm ve Kişisel Beğeni	Lise ve Altı	44	4,64	0,53	0,053
	Yüksekokul	29	4,38	0,73	
	Lisans	119	4,69	0,52	
	Lisansüstü	56	4,54	0,66	
Fiyat	Lise ve Altı	44	4,75	0,53	0,302
	Yüksekokul	29	4,55	0,57	
	Lisans	119	4,61	0,61	
	Lisansüstü	56	4,52	0,74	
Kalite	Lise ve Altı	44	4,86	0,41	0,744
	Yüksekokul	29	4,83	0,76	
	Lisans	119	4,85	0,42	
	Lisansüstü	56	4,77	0,54	
Hizmet	Lise ve Altı	44	4,75	0,58	0,387
	Yüksekokul	29	4,72	0,59	
	Lisans	119	4,62	0,58	
	Lisansüstü	56	4,55	0,76	
Dayanıklılık	Lise ve Altı	44	4,82	0,45	0,525
	Yüksekokul	29	4,86	0,35	
	Lisans	119	4,87	0,33	
	Lisansüstü	56	4,79	0,46	
Çevresel Etki	Lise ve Altı	44	4,39	0,65	0,772
	Yüksekokul	29	4,48	0,74	
	Lisans	119	4,34	0,84	
	Lisansüstü	56	4,30	0,83	
Satış ve Pazarlama Stratejisi	Lise ve Altı	44	4,23 ^a	0,89	0,010
	Yüksekokul	29	4,07 ^{ab}	1,07	
	Lisans	119	3,71 ^b	1,08	
	Lisansüstü	56	3,64 ^b	1,02	
Bakım-Onarım	Lise ve Altı	44	4,70	0,51	0,378
	Yüksekokul	29	4,41	0,68	
	Lisans	119	4,53	0,80	
	Lisansüstü	56	4,54	0,74	

Varyans analizi ile bakılmıştır. Yapılan analizler neticesinde sadece satış ve pazarlama stratejisi ana kriteri katılımcıların eğitim durumları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($P<0,05$). Bu farklılığın eğitim durumları bakımından (homojenlik grupları) nasıl oluştuğuna ise Duncan testi ile bakılmış olup Tablo 3’de oluşan gruplar belirtilmektedir. Eğitim durumu arttıkça satış ve pazarlama stratejisine verilen önem azalış göstermektedir.

Çalışmaya katılan kullanıcıların mobilya tercihinde etkili olan 10 ana kriterin aylık gelir durumları bakımından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir

farklılık olup olmadığına yapılan Basit Varyans Analizi ile bakılmıştır. Yapılan analizler sonucunda ergonomi, fiyat, kalite, satış ve pazarlama stratejisi ana kriterleri katılımcıların gelir durumları bakımından (homojenlik grupları) nasıl oluştuğuna ise Duncan testi ile bakılmış olup, oluşan gruplar belirtilmiştir (Tablo 4). Gelir durumu arttıkça genellikle ergonomiye verilen önem artış göstermektedir. Beklendiği gibi gelir durumu düşük olanların fiyat kriterine verdiği önem artış göstermektedir. Gelir durumu düşük olanların genellikle kalite kriterine verdiği önem artış göstermektedir. Gelir durumu düşük olanların satış ve pazarlama stratejisine verdiği önem artış göstermektedir.

Tablo 4. Mobilya tercihi ana kriterleri ile aylık gelir grubu değişkenine göre yapılan ANOVA analizi
Table 4. ANOVA analysis according to the main criteria of furniture preference and monthly income group variable

Ana kriterler	Gelir Durumu	N	Ortalama	Standart Sapma	P
Fonksiyonellik	0-4000 TL	57	4,58	0,65	0,479
	4001-7000 TL	95	4,63	0,62	
	7001-10000 TL	44	4,61	0,49	
	10000 TL üzeri	52	4,75	0,56	
Ergonomi	0-4000 TL	57	4,46 ^a	0,76	0,008
	4001-7000 TL	95	4,71 ^{bc}	0,52	
	7001-10000 TL	44	4,52 ^{ab}	0,73	
	10000 TL üzeri	52	4,81 ^c	0,40	
Görünüm ve Kişisel Beğeni	0-4000 TL	57	4,54	0,60	0,816
	4001-7000 TL	95	4,63	0,60	
	7001-10000 TL	44	4,61	0,54	
	10000 TL üzeri	52	4,63	0,60	
Fiyat	0-4000 TL	57	4,77 ^a	0,50	0,034
	4001-7000 TL	95	4,64 ^{ab}	0,56	
	7001-10000 TL	44	4,52 ^b	0,82	
	10000 TL üzeri	52	4,44 ^b	0,64	
Kalite	0-4000 TL	57	4,91 ^a	0,34	0,044
	4001-7000 TL	95	4,89 ^{ab}	0,34	
	7001-10000 TL	44	4,70 ^b	0,67	
	10000 TL üzeri	52	4,73 ^{ab}	0,66	
Hizmet	0-4000 TL	57	4,68	0,57	0,591
	4001-7000 TL	95	4,67	0,57	
	7001-10000 TL	44	4,64	0,75	
	10000 TL üzeri	52	4,54	0,67	
Dayanıklılık	0-4000 TL	57	4,91	0,34	0,339
	4001-7000 TL	95	4,83	0,38	
	7001-10000 TL	44	4,77	0,48	
	10000 TL üzeri	52	4,85	0,36	
Çevresel Etki	0-4000 TL	57	4,39	0,73	0,758
	4001-7000 TL	95	4,39	0,82	
	7001-10000 TL	44	4,36	0,75	
	10000 TL üzeri	52	4,25	0,86	
Satış ve Pazarlama Stratejisi	0-4000 TL	57	4,02 ^a	1,03	0,001
	4001-7000 TL	95	4,04 ^a	1,03	
	7001-10000 TL	44	3,52 ^b	0,82	
	10000 TL üzeri	52	3,48 ^b	1,16	
Bakım-Onarım	0-4000 TL	57	4,58	0,73	0,698
	4001-7000 TL	95	4,60	0,71	
	7001-10000 TL	44	4,48	0,70	
	10000 TL üzeri	52	4,48	0,80	

3.2. Uzman anket verilerine yönelik bulgular

Uzman anketlerinde, mobilya tercihinde etkili olan ana kriterler önem derecesine göre bakıldığında ergonomi kriteri ilk sırada yer almaktadır. Ana kriterler önem derecesine göre sıralandığında, en önemli ilk beş kriter sırasıyla ergonomi, dayanıklılık, kalite, fonksiyonellik ve hizmet olarak karşımıza çıkmaktadır. Önem derecesi en düşük olan ana kriter ise satış ve pazarlama stratejisi olmuştur.

Uzman anketlerinden elde edilen veriler doğrultusunda, mobilya tercihinde etkili kriterler ana ve alt kriterlere ayrılmadan önem derecesine göre sıralanmıştır. Buna göre ergonomi ana kriteri ile fonksiyonellik ana kriterinin alt kriteri olan kullanım amacına uygunluk kriteri aynı önem derecesinde ilk sırada yer almıştır. Diğer kriterler önem derecesine göre sırasıyla dayanıklılık, emniyet (devrilme, çökme vb.), kalite, direnç/sağlamlık, fonksiyonellik, işçilik kalitesi, kullanım kolaylığı ve iş ahlakı olmuştur. Bu kriterlerden ergonomi, dayanıklılık, kalite ve fonksiyonellik ana kriterlerdir. Emniyet ve direnç (sağlamlık), dayanıklılık ana kriterinin alt kriteridir. İşçilik kalitesi, kalite ana kriterinin alt kriteri; kullanım kolaylığı, ergonomi ana kriterinin alt kriteri ve iş ahlakı, hiz-

met ana kriterinin alt kriteridir. Kriterlerin önem derecesi sıralamasında en sonda kalan beş kriter, tanınırlık, satış-pazarlama stratejisi, promosyon, marka ve reklam olmuştur.

3.3. Kullanıcı ve uzman anket verilerinin karşılaştırılarak incelenmesi

Mobilya tercihinde etkili olan kriterler anket verilerine göre incelendiğinde mobilya alanında uzman ve sektör dışında yer alan kullanıcılar arasında öncelikli kriterler arasında farklılıklar görülmüştür.

Mobilya tercihinde etkili olan 10 ana kriterin kullanıcılar ve uzmanlar bakımından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığı yapılan Bağımsız İki Örnek T- Testi ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda görünüm ve kişisel beğeni, fiyat, kalite, hizmet, dayanıklılık, çevresel etki ve bakım-onarım ana kriterleri kullanıcı ve uzman katılımcılar bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ($P < 0,05$). Farklılık olan bütün kriterlerde kullanıcıların verdiği cevaplar ortalaması uzmanlardan daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak tüm kriterlerin önemi yüksek olup en düşük olan kriter satış ve pazarlama stratejisidir (Tablo 5).

Tablo 5. Mobilya tercihinde ana kriterlerin uzman ve kullanıcı tercihlerine göre karşılaştırılması
Table 5. Comparison of the main criteria in furniture preference according to expert and user preferences

Ana kriterler	Kullanıcı ve Uzman Görüşü	N	Ortalama	Standart Sapma	P
Fonksiyonellik	Kullanıcı	248	4,64	0,59	0,961
	Uzman	62	4,65	0,52	
Ergonomi	Kullanıcı	248	4,64	0,61	0,515
	Uzman	62	4,69	0,59	
Görünüm ve Kişisel Beğeni	Kullanıcı	248	4,61	0,59	0,006
	Uzman	62	4,32	0,74	
Fiyat	Kullanıcı	248	4,61	0,63	0,003
	Uzman	62	4,34	0,68	
Kalite	Kullanıcı	248	4,83	0,50	0,028
	Uzman	62	4,66	0,54	
Hizmet	Kullanıcı	248	4,64	0,63	0,049
	Uzman	62	4,42	0,84	
Dayanıklılık	Kullanıcı	248	4,84	0,39	0,018
	Uzman	62	4,68	0,50	
Çevresel Etki	Kullanıcı	248	4,35	0,79	0,004
	Uzman	62	4,02	0,97	
Satış ve Pazarlama Stratejisi	Kullanıcı	248	3,83	1,05	0,118
	Uzman	62	3,60	0,95	
Bakım-Onarım	Kullanıcı	248	4,55	0,73	0,000
	Uzman	62	4,10	0,84	

Uzman ve kullanıcı tercih kriterleri ana ve alt kriterlere ayrılmadan önem derecesine göre sıralaması yapılmıştır (Tablo 6). Bu veriler incelendiğinde,

mobilya tercihlerinde etkili olan kriterler kullanıcı ve uzmanlar açısından farklılık göstermektedir. Kullanıcı verilerine göre en önemli kriter daya-

Tablo 6. Mobilya tercih kriterlerinin uzman ve kullanıcı verilerine göre sıralaması
Table 6. Sorting of furniture preference criteria according to expert and user data

Ana ve Alt Kriterler (Kullanıcı)	Ortalama	Ana ve Alt Kriterler (Uzman)	Ortalama
G.DAYANIKLILIK	4,84	A.2.Kullanım Amacına Uygunluk	4,69
E.KALİTE	4,83	B.ERGONOMİ	4,69
G.1.Emniyet (Devrilme, Çökme vb.)	4,82	G.DAYANIKLILIK	4,68
G.2.Direnç/Sağlamlık	4,80	G.1.Emniyet (Devrilme, Çökme vb.)	4,66
E.3.İşçilik Kalitesi	4,75	E.KALİTE	4,66
A.2.Kullanım Amacına Uygunluk	4,73	G.2.Direnç/Sağlamlık	4,65
B.1.Kullanım Kolaylığı	4,72	A.FONKSİYONELLİK	4,65
F.4.İş Ahlakı	4,72	E.3.İşçilik Kalitesi	4,65
C.4.Malzeme	4,68	B.1.Kullanım Kolaylığı	4,55
J.1.Kolay Temizlenmesi	4,68	F.4.İş Ahlakı	4,55
A.FONKSİYONELLİK	4,64	H.1.Çevre-İnsan Sağlığı	4,48
F.HİZMET	4,64	F.HİZMET	4,42
B.ERGONOMİ	4,64	J.1.Kolay Temizlenmesi	4,40
D.FİYAT	4,61	C.4.Malzeme	4,39
C.GÖRÜNÜM VE KİŞİSEL BEĞENİ	4,61	C.2.Estetik	4,37
J.2.Bakım-Onarım Kolaylığı	4,58	F.2.Satış Sonrası Hizmetler	4,35
G.4.Kullanım Süresi	4,57	B.2.Antropometrik Ölçülere Uyum	4,35
G.3.Çevresel/İklimsel Koşullara Dayanım	4,56	D.FİYAT	4,34
J.BAKIM-ONARIM	4,55	A.1.Çok Amaçlı/İşlevli Kullanım	4,34
H.1.Çevre-İnsan Sağlığı	4,54	C.GÖRÜNÜM VE KİŞİSEL BEĞENİ	4,32
F.2.Satış Sonrası Hizmetler	4,53	G.3.Çevresel/İklimsel Koşullara Dayanım	4,31
A.1.Çok Amaçlı/İşlevli Kullanım	4,52	G.4.Kullanım Süresi	4,24
C.2.Estetik	4,49	J.2.Bakım-Onarım Kolaylığı	4,21
C.1.Biçim	4,47	H.4.Çevre Dostu Ürün	4,21
F.1.Teslim Süresi	4,47	C.3.Renk	4,21
C.3.Renk	4,44	C.1.Biçim	4,15
E.2.Garanti Süresi	4,37	F.3.Alanında Uzman Personel	4,13
F.3.Alanında Uzman Personel	4,37	E.2.Garanti Süresi	4,11
B.2.Antropometrik Ölçülere Uyum	4,36	J.BAKIM-ONARIM	4,10
H.ÇEVRESEL ETKİ	4,35	F.1.Teslim Süresi	4,10
C.5.Stil	4,35	H.3.Geri Dönüştürülebilirlik	4,03
H.4.Çevre Dostu Ürün	4,35	H.2.Karbon Ayak İzi	4,02
I.4.Kolay Ulaşılabilirlik	4,31	H.ÇEVRESEL ETKİ	4,02
E.4.Kalite Belgeleri/Standartlar	4,27	I.4.Kolay Ulaşılabilirlik	4,00
D.3.İndirim	4,21	C.5.Stil	3,98
H.3.Geri Dönüştürülebilirlik	4,20	I.3.Tanıdık Tavsiyesi	3,92
D.2.Ödeme Seçenekleri	4,18	D.3.İndirim	3,90
H.2.Karbon Ayak İzi	4,15	D.2.Ödeme Seçenekleri	3,90
I.3.Tanıdık Tavsiyesi	3,85	E.4.Kalite Belgeleri/Standartlar	3,89
I.SATIŞ VE PAZARLAMA STRATEJİSİ	3,83	I.1.Tanımlılık/Bilinirlik	3,65
D.1.Promosyon	3,79	I.SATIŞ VE PAZARLAMA STRATEJİSİ	3,60
I.1.Tanımlılık/Bilinirlik	3,69	D.1.Promosyon	3,47
E.1.Marka	3,69	E.1.Marka	3,44
I.2.Reklam	3,34	I.2.Reklam	3,23

nıklılık ana kriteri çıkmıştır, uzmanlara göre ise dayanıklılık üçüncü sırada olup daha düşük önem derecesine sahip olduğu görülmüştür.

Uzman anketlerinde önem derecesine göre bakıldığında, ergonomi ana kriteri ile kullanım amacına uygunluk alt kriteri aynı puanı alarak ilk sıralarda yer almaktadır. Kullanım amacına uygunluk, fonksiyonellik ana kriterinin alt kriteridir. Kullanıcı verilerinde kalite ana kriteri önem derecesine göre ikinci sırada yer alırken, uzman verilerinde beşinci sırada yer almaktadır. Kullanıcı tercihlerinde üçüncü sırada, uzmanlara göre dördüncü sırada yer alan emniyet kriteri, dayanıklılık ana kriterinin alt kriteridir. Kullanıcılara göre dördüncü, uzman anketlerine göre altıncı sırada bulunan 'direnc / sağlamlık' kriteri dayanıklılık ana kriterinin alt kriteridir. Kullanıcı verilerine göre beşinci sırada, uzmanlara göre sekizinci sırada yer alan işçilik kalitesi, kalite ana kriterinin alt kriteridir.

Bu verilere göre ana ve alt kriterlerden ilk beşi incelendiğinde kullanıcılar için dayanıklılık ve kalite en öncelikli kriterler olarak ortaya çıkmıştır. Uzman anketlerinde ise fonksiyonellik, ergonomi, dayanıklılık ve kalite öne çıkmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Bir ev veya apartman dairesi sadece bir oda grubu değildir (Oblak ve ark., 2020). Bu yapılar insanların kendi, ailesi ve yakınlarıyla birlikte zaman geçirdikleri, duygusal bağ kurdukları mekanlardır. Bu nedenle insanların yaşadıkları mekanları iyi hissettikleri, konfor sağladıkları ve keyif aldıkları şekilde düzenlerken, mobilyalar önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Düzenlenen mekanlarda mobilyalar yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. İnsanlar konutlarında, iç mekanlarını kendi estetik bakış açılarıyla kurgularken, işlevsellik, dayanıklılık ve konforu sağlamaya çalışırlar.

Mobilya, genellikle dayanıklı ve uzun süreli kullanım için satın alınan bir üründür. Mobilya üreticileri, tüketicinin ihtiyaç ve isteklerini karşılayabilen ürün ve hizmet sağlayabilmek için tüketicileri daha iyi anlamaları gerekmektedir.

Türkiye'de mobilya sektörü, firma sayısı, mobilya üretim potansiyeli, tüketici talepleri ve ihracattaki payı dikkate alındığında, ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Mobilya tüketicisi tercihini etkileyen kriterlerin tespit edilmesi ise bu alanda sektörün, kullanıcının beklentilerini anlaması ve kullanıcı beklentilerine uygun mobilya üretiminin yapılması açısından önemlidir.

Mobilyaya yönelik beklentiler, nüfus artışına bağ-

lı olarak konut artışı, kentleşme ve değişen yaşam koşullarının getirdiği ihtiyaçlarla birlikte değişim göstermektedir. Modern hayatın getirdiği ihtiyaç ve beklentiler, mobilya tasarımlarında estetik, fonksiyonellik, sadelik, hafiflik, hijyen, dayanıklılık ve ergonomi gibi kriterleri önemli hale getirdiği görülmektedir.

Mobilya firmaları, değişimlerin yaşandığı pazar ortamında rekabet gücünü sağlayabilmek için ürün geliştirirken kullanıcı beklentilerini ve hedef pazarda etkili olan kriterleri dikkate almalıdır. Bilgi teknolojilerinin kullanımının artmasıyla yeni eğilimler, malzeme ve tasarımlar konusunda bilgiye daha hızlı ulaşılması tüketici talep ve beklentilerini etkilediği görülmektedir. Değişen dünya koşullarında, mobilya tüketicisi, artık fiyattan önce dayanıklılık, kalite ve tasarım gibi kriterlere öncelik verdiği görülmektedir.

Kullanıcı ve uzman anketlerinde mobilya konusunda genel görüşlerin alındığı yoruma dayalı soruya verilen yanıtlar incelenmiştir. Bu yanıtlara göre, dayanıklılık, kalite, hafiflik, uzun ömürlü ve kolay taşınabilir mobilyalara yönelik yoğun bir talebin olduğu görülmüştür. Ayrıca, hasar alan parçanın kolay değişebilmesi, pratik uygulamalarla mobilyaların şekil ve renk değiştirmeye olanak sağlaması, geri dönüşüme ve çevreye duyarlı olması gibi özelliklere yönelik taleplerin de olduğu görülmüştür.

Tüketici anketlerinden elde edilen verilere göre demografik yapının ev mobilyaları tercihleri üzerine olan etkisi incelenmiştir. Buna göre cinsiyet, yaş, eğitim ve gelir durumunun mobilya tercihleri üzerinde etkisi olduğu görülmüştür. Bütün kriterlerde kadın katılımcıların verdiği puanların ortalaması erkeklerden daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak tüm kriterlerin önemi yüksek olup en düşük olan kriter satış ve pazarlama stratejisidir.

Eğitim durumu arttıkça satış ve pazarlama stratejisine verilen önem azalış göstermektedir. Gelir durumu arttıkça genellikle ergonomiye verilen önem artış göstermektedir. Gelir durumu düşük olanların fiyat kriterine verdiği önem artış göstermektedir. Gelir durumu düşük olanların genellikle kalite ile satış ve pazarlama stratejisine verdiği önem artışı göstermektedir.

Satış ve pazarlama stratejisi hem kullanıcı hem de uzman anketlerinde son sıralarda yer almıştır. Ayrıca marka ve reklam alt kriterleri genel sıralamada her iki grupta son iki sırada yer almaktadır. Buna rağmen birçok firma, imajı için markalaşma stratejisine önem vermektedir.

İnsanlar yaşam alanlarını donatırken, mekânla-

ra anlam kazandıran mobilyaları tercih ederken özen göstermektedir. Günümüz koşullarında mobilya tercihlerinde, dayanıklılık, kalite, hafiflik, kolay taşınabilirlik, kullanım ömrü uzun, ergonomik, kolay temizlenebilir, fonksiyonel ve sade/yalın tasarımlar ön plana çıkan özellikler olarak görülmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Aytekin, A., 2019. Mobilya Endüstrisinde İhracat Performansının Belirleyicilerinin Analizleri: Bulanık AHP ve Karar Ağacı Modellemesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Zonguldak.

Engin, D., 2011. Günümüz Mobilya Tasarımının Zaman İçinde Değişen İnsan Gereksinimleri Işığında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul

Erdinler, E. S., Koç, K. H., 2015. Mobilyada tüketici tercihleri ve tasarım beklentileri, 3. Ulusal Mobilya Kongresi (UMK-2015), 10-12 Nisan 2015, Konya.

Hasol, D., 2013. Mimarlık Cep Sözlüğü, 3.baskı, YEM Yayınları-159, İstanbul.

Jost, M., Kaputa, V., Nosáľová, M., Pirc Barčič, A., Perić, I., Oblak, L. 2020. Changes in customer preferences for furniture in slovenia, *Drvna Industrija*, 71(2): 149-156.

Khosro, S. K., Shalbanan, A., Thoemen, H., 2020. Con-

sumer behavior assessment regarding lightweight furniture as an environmentally-friendly product, *European Journal of Wood and Wood Products*, 78(4).

Kurtoğlu, A., Koç, K. H., Erdinler, S., 1997. Mobilya-Kullanıcı ilişkileri ile mobilya seçiminde dikkat edilecek hususlar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri:B, 47(4): 13-28.

STB, 2020. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, Mobilya Sektörü Raporu.

Oblak, L., Glavonjić, B., Pirc Barčič, A., Bizjak Govedič, T., Grošelj, P., 2020. Preferences of different target groups of consumers in case of furniture purchase, *Drvna Industrija*, 71(1): 79-87.

Oblak, L., Pirc Barčič, A., Klarić, K., Kitek Kuzman, M., Grošelj, P., 2017. Evaluation of factors in buying decision process of furniture consumers by applying AHP method, *Drvna Industrija*, 68(5): 37-43.

Özel, Y., Ürük, Z. F., 2021. Mobilya-Biçim-Tercih, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 21: 589-600.

Pirc Barčič, A., Kitek Kuzman, M., Vergot, T., Grošelj, P., 2021. Monitoring consumer purchasing behavior for wood furniture before and during the covid-19 pandemic, *Forests*, 12(7): 873.





TB, 2021. T.C. Ticaret Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü, Maden, Metal ve Orman Ürünleri Dairesi, Mobilya Sektör Raporu, Ankara.

Terece, Z., Edirne Erdiñç, J., Seçer Kariptaş, F., 2020. Türkiye'de mobilya sektörünün durumu ve 2000'li yıllardan sonra küreselleşme etkisi ile değişimi, *Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1): 159-180.

Üst, S., 2015. Konutlarda iç mekan ile mobilya etkileşimi bağlamında mobilyaya dair özelliklerin incelenmesi, *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 1(15): 103-118.

Investigation of some mechanical properties of composite materials made of LDPE and bamboo at two different rates

Bambu ve LDPE'den üretilmiş kompozit malzemelerin bazı mekanik özelliklerinin incelenmesi

Samet DEMİREL¹ 
Onur GENÇALIOĞLU¹ 
Mustafa ASLAN¹ 
Hüseyin KIRCI¹ 

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (*Corresponding author*)
Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (*Received*)
30.03.2022

Kabul Tarihi (*Accepted*)
29.04.2022

Sorumlu editör (*Corresponding editor*)
Ali TEMİZ
temiz@ktu.edu.tr

Atıf (*To cite this article*): Demirel, S. , Gençaliolu, O. , Aslan, M. & Kırcı, H. (2022). Investigation of some mechanical properties of composite materials made of LDPE and bamboo at two different rates . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 291-298 . DOI: 10.17568/ogmoad.1093439

Abstract

In this study, some mechanical properties of wood-plastic composite material produced from bamboo (Bambusoideae) were investigated. Wood-plastic composite materials were produced by mixing Low Density Polyethylene (LDPE) material and bamboo fibers at the rates of 5% and 10%. The produced wood-composite samples were subjected to tensile strength and bending strength tests and the results were examined. The results showed that the tensile strength decreased by 6% as the bamboo ratio increased from 5% to 10%. In addition, increasing the bamboo ratio from 5% to 10% increased the average bending strength of each test group by 44.75%.

Keywords: Bamboo, Fiber, LDPE, Wood-plastic composite.

Öz

Bu çalışmada, bambu liflerinden üretilen ahşap-plastik kompozit malzemenin bazı mekanik özellikleri araştırılmıştır. LDPE malzeme ile bambu liflerinin %5 ve %10 oranlarında karıştırılmasıyla ahşap plastik kompozit malzemeler üretilmiştir. Üretilen ahşap-kompozit örnekler çekme mukavemeti ve eğilme mukavemeti testlerine tabi tutulmuş ve sonuçları incelenmiştir. Sonuçlar, bambu oranı %5'ten %10'a yükseldikçe çekme mukavemeti % 6 oranında azaldığı göstermiştir. Ayrıca, bambu oranının %5'ten %10'a yükseltilmesi, her bir test grubunun ortalama eğilme mukavemetini % 44,75 oranında artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bambu, Lif, LDPE, Ahşap-plastik kompozit.



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Introduction

Wood composites are divided into two main classes: thermoset glues and wood composites produced with materials such as thermoplastic and cement. Wood material and thermoset glues are used in the production of thermoset based wood composites. Joining under heat is achieved with the press. Thermoplastic based wood composites contain wood material and plastics such as polyethylene (PE), polypropylene (PP) and polyvinyl chloride (PVC). Materials called Wood Plastic Composites (WPC) are produced with a mixture of wood flour and thermoplastic-based polymers (Tufan et al., 2015).

WPCs took roles in many industry areas due to their superior properties such as resistance to moisture, good dimensional stability, use of waste materials in production, color and size adjustment, and resistance to fungi and insects. It has become one of the fastest growing areas, especially in the forest products sector (Tufan et al., 2015).

WPC refers to materials formed by combining two or more materials with different adhesives. Wood composites, on the other hand, refer to materials obtained by combining wood material with another wood material or other material using adhesives. Composites refer not only to panel products but also to molded products formed by a combination of wood and other materials. These products range widely from fiberboard to laminated materials (Güller, 2001).

The concept of WPC describes a wide range of materials, from PE to PVC as a polymer and from wood flour to natural fibers as filler. In the last twenty years, the popularity of WPCs has increased, and they are used in many areas of use in our daily life, such as flooring, automotive panels, fences, garden furniture, camellia, hiking trail, exterior cladding, frames, etc. started to take place. Mostly, waste wood dust generated in the forest products industry is used as a filling material in the production of WPCs (Ozmen et al., 2014).

WPCs refer to composites containing wood in any form and thermosets or thermoplastics. Of these, thermoset plastics, when hardened, do not soften by reheating. Examples are epoxy and phenolic resins, which are well known in the forest products industry. Thermoplastics can soften again when heated. Examples of these are PE and PVC. Thermoplastics are used in many different commercial products such as milk cartons, grocery bags and siding (Clemons, 2002).

Due to their superior properties compared to plas-

tic and wood, WPCs have started to find wide usage areas all over the world. The important advantages are having low cost compared to plastic, being easily degradable in nature and having less polluting effects on the environment, having better dimensional stability compared to wood material, produced in the desired size and shape, in different colors, being resistant to fungi and insects, and being produced from recycled materials (Suinanç, 2007).

Tufan et al. (2015) investigated the effects of different polymers, high density polyethylene (HDPE) and polypropylene (PP) on some physical, mechanical and thermal properties in WPCs samples. They provide these materials from disposable cups and recycled polymers. Results showed that using these materials did not negatively affect physical, mechanical and thermal properties in WPCs samples.

Kouhi et al. (2021) studied combining bamboo fiber with LDPE by adding some agents as composite materials and analyzed some of their mechanical properties. Results indicated that flexural properties of composites were improved by adding a coupling agent to the combination of bamboo fiber and LDPE.

Bamboo grows in tropical climates, reaches maturity in a short period of 3-4 years and is used in many fields such as paper, furniture, construction, food, and chemical industry (Okur, 2006).

LDPE is the most common polymer material for some industry fields. Therefore, an urgent solution is needed to reintegrate it into high volume production. The reinforcement of recycled LDPE with natural fibers such as bamboo provides a solution for the re-use of the recycled LDPE (Kouhi et al., 2021)

LDPE is branched polyethylene and easily obtained. It is inexpensive because it does not require special conditions. It is very difficult for very large polymer molecules to come together physically in a certain order, to take place in a certain lattice to crystallize (Kılıçkalkan, 2012).

LDPE is a milky white, opaque, waxy-like material, slightly harder than PVC, hazy as a film, and can be transparent if very thin. LDPE is a chemical and corrosion resistant plastic. No solvent dissolves at ordinary temperature, but swells in hot solvents such as benzene and carbon tetrachloride (Kılıçkalkan, 2012).

The aim of this study is to see the effects of different amounts of bamboo fibers on the bending and tensile strength of WPC produced from LDPE and bamboo. Therefore, 5% and 10% bamboo fibers were mixed with LDPE in an extruder. The prepared specimens in an injection machine were tested

and the results were evaluated.

2. Material and Method

2.1. Materyal

In this study, the tensile and bending strength properties of composite materials produced with bamboo (Bambusoideae) and LDPE materials were investigated. Therefore, the materials used in this study are as follows.

2.1.1. Bamboo

In this study, bamboo material with an average length of 200 cm and an average diameter of 12 cm, which was obtained from the crop field of the Faculty of Forestry at Karadeniz Technical University, was used in 5 % and 10 % of the composite mixture. Figure 1 shows the bamboo plant used in this study.



Figure 1. The bamboo plant used in this study
Şekil 1. Bu çalışma kapsamında kullanılan bambu bitkisi

2.1.2. Low-Density Polyethylene (LDPE)

In this study, LDPE material was used to mix with bamboo fibers. LDPE is a flexible type of polyethylene with a density of 0.85-0.90 g/cm³. Since the molecular structure is in a branched form, the crystallization rate is relatively low. Its melting point is around 110°C (Uzun, 2017).

2.2. Method

In the production of bamboo-LDPE composite material produced for this study, the bamboo plants were prepared for chipping and they were chipped with the help of a coarse chipping machine. Figure 2 shows the coarse chipping machine.



Figure 2. Coarse chipper
Şekil 2. Kaba yongalama makinesi

With the help of the coarse chipping machine, bamboo straws are formed into smaller sized chips. The chips are shown in Figure 3.



Figure 3. Coarse bamboo chip
Şekil 3. Kaba bambu yongası

The bamboos, which were reduced to chip size, were then separated into their fibers with the help of a disc refiner. The knives used in the refinery are shown in Figure 4 and the refinery machine in Figure 5.

During the fibering process in the refinery, flaking was facilitated by adding water along with bamboo chips from the chip inlet. The reason for adding water is that water penetrates into the spaces of bamboo chips. In this way, it prevents the chips from fibering more easily between the refiner discs and the fibers from being damaged during the fibering process. After the fibering process, the bamboo fibers obtained were purified from excess water and dried by lying. This drying process at

room temperature took approximately two weeks.



Figure 4. Refiner blade
Şekil 4. Rafinör bıçağı



Figure 5. Refiner machine
Şekil 5. Rafinör makinesi

The purpose of this drying process is to dry the fibers for two weeks at room temperature in order to eliminate defects such as cracking and torsion by causing a shock effect on the fibers in the case of drying in the drying oven due to the high humidity of the fibers. After this process, the fibers are prepared to be put into the drying oven. The humidity of the bamboo fibers was reduced to 5% by drying the prepared bamboo fibers in the drying oven at 100 degrees for 45 minutes.

After this drying process, the dried bamboo fibers were classified into 1 mesh, 1.5 mesh and 3 mesh sizes with the help of a vibrating sieve. Figure 6 shows the smallest bamboo fibers coming out of the vibrating screen.



Figure 6. Bamboo fibers in 1 mesh size coming out of the vibrating sieve
Şekil 6. Sarsak elekten çıkan 1 mesh boyutundaki bambu lifleri

The bamboo fibers remaining on the 3 mesh sieve were ground with the help of the mill until they were turned into powder again. After these processes, 5% and 10% bamboo fiber and LDPE were proportioned in the extrusion machine and combined with the help of high temperature. Figure 7 shows the extruder.



Figure 7. Extruder
Şekil 7. Ektrüzyon makinesi

The product taken from the outlet was dipped into the cold water pool and directed to the crusher. Figure 8 shows the granulation of the product coming out of the cold water pool with the help of a crusher.



Figure 8. Crusher machine
Şekil 8. Kırıcı makinesi

Here, the product, which is produced in a long and single piece with the help of a crusher, is turned into granules and made ready for use in the injection machine. The granules coming out of the crusher are shown in Figure 9.



Figure 9. Bamboo-LDPE mix granules
Şekil 9. Bambu-LDPE karışımı granülleri

The final products were obtained by remelting the granulated product with the help of heat in the injection machine, whose working principle is similar to the extrusion machine, and pressing it into the mold. The injection machine is shown in Figure 10.



Figure 10. Injection machine
Şekil 10. Enjeksiyon makinesi

2.2.1. Bending Test

A total of eight test samples were prepared for the 5% and 10% bamboo fiber reinforced LDPE composite material for the bending test, and a test specimen with the size of 80×10×5 mm is shown in Figure 11. Composite test specimens obtained from bamboo-LDPE mixture were subjected to bending test in MTS Universal Testing Machine under 25 mm/min loading speed based on ASTM D-790-17 standard. Figure 12 shows the loading of the bending test.

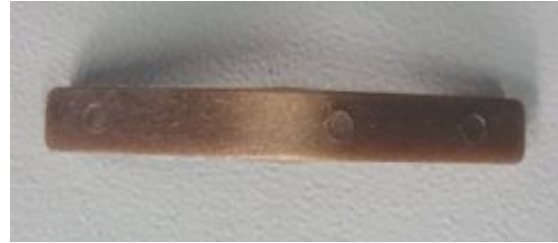


Figure 11: LDPE bamboo composite test sample with different percentage values prepared for bending test.
Şekil 11: Eğilme testi için hazırlanmış LDPE bambu kompozit test örneği

2.2.2. Tensile Test

A total of eight specimens were prepared for the 5% and 10% bamboo fiber reinforced LDPE composite material prepared for the tensile test, and a typical specimen with the size of 115×25×5 mm is shown in Figure 13.



Figure 12. Bending test of bamboo-LPDE composite material under a certain load.
Şekil 12. Bambu-LPDE kompozit malzemesinin belirli bir yük altında eğilme testine tabi tutulması



Figure 14. Tensile testing of bamboo-LPDE composite material with the aid of an extensometer under a certain load
Şekil 14. Bambu-LPDE kompozit malzemesinin belirli bir yük altında ekstansometre yardımıyla çekme testine tabi tutulması



Figure 13: LDPE bamboo composite test sample with different percentages prepared for tensile testing
Figure 13: Çekme testi için hazırlanmış LDPE bambu kompozit test örneği

Composite test specimens obtained from bamboo-LPDE mixture were subjected to tensile test in MTS Universal Testing Machine under 25 mm/min loading speed based on ASTM D-638-14 Standard. During loading, an extensometer was mounted on the sample and the amount of elongation was measured. Figure 14 shows the loading of the tensile test.

3. Results and Discussions

3.1. Bending Test

The curves in Figure 15 show typical load-displacement curves of 5% and 10% bamboo added LDPE composite materials as a result of the bending test.

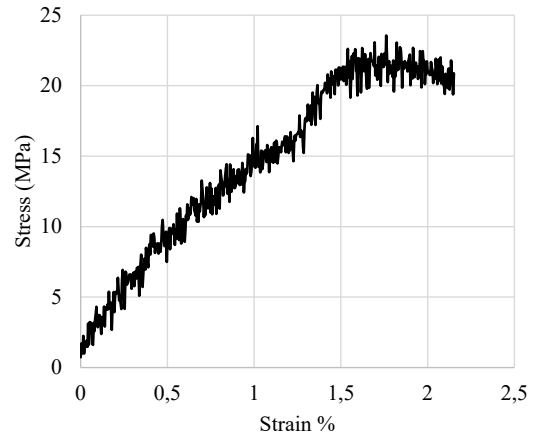


Figure 15a) Typical load-displacement curve for 5% bamboo reinforced LDPE composite materials.
Şekil 15a) %5, bambu katkılı LDPE kompozit malzemelere ait tipik yük-yer değiştirme eğrisi.

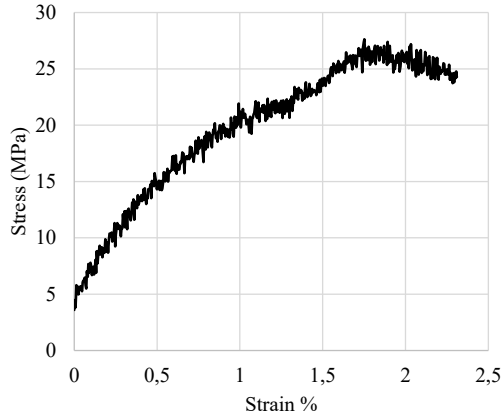


Figure 15 b) Typical load-displacement curve for 10% bamboo reinforced LDPE composite materials.
Şekil b) %10, bambu katkılı LDPE kompozit malzemelere ait tipik yük-yer değiştirme eğrisi.

The samples prepared for the bending test were subjected to the bending test with 4 repetitions for each percentage value under the ASTM D-790-17 standard, and the results with the average of the values belonging to each percentile group are given in Table 1.

Table 1. Average values of 5% and 10% bamboo added LDPE composite materials.
Tablo 1. %5 ve %10 bambu katkılı LDPE kompozit malzemelerine ait ortalama değerler.

	Bamboo Rate (%)	Bending Strength Maximum Load (N)
Test	5	22,39
Specimen	10	32,41

As can be seen from the bending test results, it was observed that the average bending strength values of the composite materials increased as the bamboo ratio increased from 5% to 10% in LDPE composite materials. Likewise, Ozmen et al. (2014) observed that the bending strength values of composite materials produced by combining Polypyrene material and MDF wastes increase to a certain extent when the MDF waste ratio is increased from 10% to 40%. At this point, this study is consistent with the literature.

3.2. Tensile Test

The curves in Figure 16 show typical load-displacement curves for LDPE composite materials with 5% and 10% bamboo additives as a result of tensile testing.

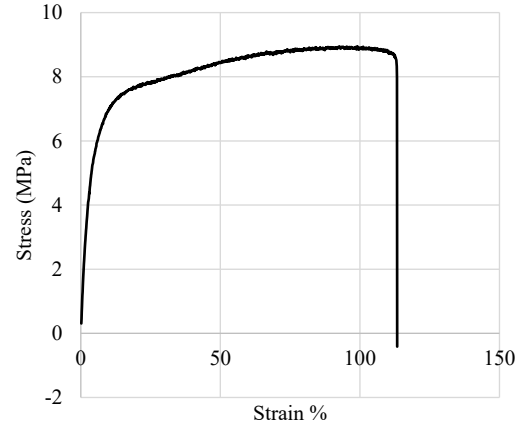


Figure 16a) Typical stress-strain (load-displacement) curve of 5% bamboo reinforced LDPE composite materials obtained as a result of the tensile test.
Şekil 16a) Çekme testi sonucu elde edilmiş % 5, bambu katkılı LDPE kompozit malzemelere ait tipik yük-yer değiştirme eğrisi.

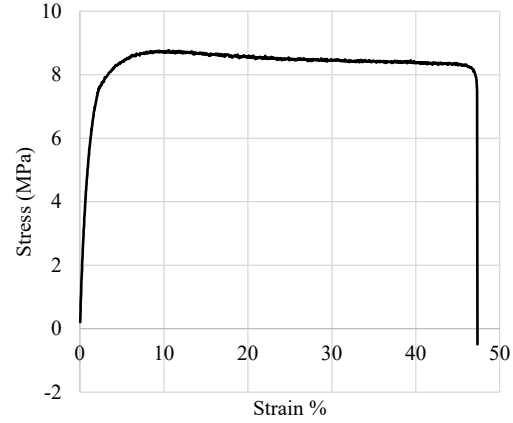


Figure 16b) Typical stress-strain (load-displacement) curve of 10% bamboo reinforced LDPE composite materials obtained as a result of the tensile test.
Şekil 16b) Çekme testi sonucu elde edilmiş %10, bambu katkılı LDPE kompozit malzemelere ait tipik yük-yer değiştirme eğrisi.

The samples prepared for the tensile test were subjected to bending test with 4 repetitions for each percentage value under ASTM D-638-14 standard, and the results with the average of the values belonging to each percentile group are given in Table 2.

Table 2. Average values of 5% and 10% bamboo added LDPE composite materials

Tablo 2. %5, %10 bambu katkılı LDPE kompozit malzemelerine ait ortalama değerler

	Bamboo Rate (%)	Tensile Strength Maximum Load (N)
Test	5	9,05
Specimen	10	8,48

As can be seen from the tensile test results, it was observed that the tensile strength values of the composite materials decreased when the bamboo ratio in composite materials was increased from 5% to 10%. Likewise, Delgado et al. (2012) observed that the tensile strength of the composite materials they produced from LDPE and bamboo flour decreased as the amount of bamboo increased. Likewise, Ozmen et al. (2014) found that the tensile strength values of the test specimens obtained by adding fiberboard wastes to the production of WPCs decreased as the fiberboard waste participation rate increased. This may be due to the deterioration of the compatibility of the bamboo and LDPE matrix in the composite material, and therefore, the increase in porosity leads to a decrease in tensile strength. Robledo Ortiz et al. (2020) investigated that the tensile strength of short natural fiber-filled composites was decreased because of the compatibility between fiber and matrix which leads to higher porosity content.

4. Conclusions

In this study, the bending and tensile strength values of composite materials obtained by adding 5% and 10% bamboo fibers to LPDE material were investigated. The results showed that the addition of 5% to 10% bamboo fiber to the composite material increased the bending strength values on average. On the other hand, increasing the bamboo fiber ratios from 5% to 10% decreased the tensile strength. An impact test can also be done as a suggestion to increase the scope of this study.

Acknowledgment

This study was orally presented at the IV. National Karadeniz Forestry Congress on 6-9 December 2021. However, it has not been published anywhere in full text.

References

ASTM D 638-14, 2014. ASTM International (astm.org).

Standard test method for tensile properties of plastics. West Conshohocken, Pennsylvania, USA

ASTM D 790-17, 2017. ASTM International (astm.org). Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials. West Conshohocken, Pennsylvania, USA

Clemons, C., 2002. Wood-plastic composites in the united states: the interfacing of two industries. *Forest Product Journal*, 52(6), 10-17.

Delgado P.S., Lana, S. L. B., Ayresa, E., Patricio, P.O.S., Oréface, R. L., 2012. The potential of bamboo in the design of polymer composites, *Materials Research*. 15(4), 639-644

Güller, B., 2001. Odun kompozitleri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, 2(1), 135-160.

Kılıçkalkan, S., 2012. Alçak Yoğunluk Polietilen Plastik Atıklar İle Önişlemlili Linyitlerin Eş-Pirolizi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kouhi, M., Butan, S., Li, Y., Shakour, E., Banu, M., 2021. Role of chemically functionalization of bamboo fibers on polyethylene-based composite performance: a solution for recycling. *Polymers*, 13, 1-15.

Okur, N., 2006. Bambu lifi ve iplik özelliklerinin diğer lif ve ipliklerin performans özellikleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi, Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Ozmen, N., Cetin, N. S., Narlıoğlu, N., Cavus, V., Altuntas, E., 2014. Utilization of MDF waste for wood plastic composites production, *Suleyman Demirel University Journal of Forestry Faculty*, 65-71.

Robledo-Ortiz, J. R., González-López, M. E., Rodrigue, D., Gutiérrez-Ruiz, J. F., Prezas-Lara, F., Pérez-Fonseca, A. A. 2020, Improving the compatibility and mechanical properties of natural fibers/green polyethylene biocomposites produced by rotational molding. *Journal of Polymers and the Environment*, 28(3), 1040-1049.

Suinanç, F.Ö., 2007. Odun plastik kompozitlerinin üretimi, özellikleri ve kullanım yerleri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tufan, M., Gulec, T., Cukur, U., Akbas, S., İmamoğlu, S., 2015. Atık bardaklardan üretilen odun plastik kompozitlerin bazı özellikleri. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(2), 176-182.

Uzun, M. T., 2017. Kil takviyeli alçak yoğunluklu polietilen kompozit üretimi ve mekanik özelliklerinin incelenmesi, , Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

İç ortam kullanım yerlerinde güneş ışınlarının ahşabın özelliklerine etkisi

The effect of sunlight on the wood properties in indoor applications

Uğur ÖZKAN¹

Eylem DİZMAN TOMAK²

¹ Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Orman Fakültesi, Isparta

² Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Bursa

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Uğur ÖZKAN
ugurozkan@isparta.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

17.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

29.04.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Özkan, U. & Dizman Tomak, E. (2022). İç ortam kullanım yerlerinde güneş ışınlarının ahşabın özelliklerine etkisi. Ormanlık Araştırma Dergisi, Karok 2021, 299-309. DOI: 10.17568/ogmoad.1089335



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Doğal bir mühendislik yapı malzemesi olan ahşap, dış ortam koşullarında dış cephe, yürüyüş yolları, kamelya, ev yapımı gibi pek çok kullanım yerlerinde değerlendirilebilirken, iç mekan kullanımı için de sıklıkla tercih edilen dekoratif bir malzeme olmaktadır. Ahşabın iç mekan malzemesi olarak kullanımında, özellikle mobilyada yüzey görünümü ve renk stabilizasyonu çok önemlidir. Ahşap ürünlerde dış ortam koşullarına benzer şekilde iç ortamda da ligninin foto-oksidasyonu sonucu zamanla sararmalar ve koyulaşmalar görülmektedir. Ahşabın güneş ışınlarına karşı dayanımının belirlenmesi amacıyla laboratuvar koşullarında UV, nem ve sıcaklığın değişken döngülerinde belirli bir sürede yapay yaşlandırma testine tabi tutulması yaygın bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Ahşabın servis ömrünün doğru tespit edilmesi için laboratuvar koşullarındaki testlerin yanı sıra doğal ortam koşullarına maruz bırakılma gerekli görülmektedir. İç ortam koşullarında pencere yakınındaki kullanım yeri olan ahşap malzemeler camdan geçen güneş ışıkları nedeniyle renk değişimi ve yüzey bozunmasına maruz kalabilmekte ve bu bozunma UVA-351 nm'lik lambaların kullanılması ile yapay olarak simüle edilebilmektedir. Bu derleme çalışmasında, ahşap malzemenin iç ortam koşullarında kullanımını sırasında maruz kalabileceği bozunduruçu faktörlerin ahşabın özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada farklı yapay ve doğal iç ortam yaşlandırma test yöntemleri irdelenmiş ayrıca yapay ve doğal yaşlandırma arasında modelleme çalışmalarına da değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: UV, fotodegradasyon, yapay yaşlandırma, iç ortam koşulları, renk değişimi

Abstract

Wood, as a natural building material, can be used in many places such as exterior facades, pathways, camellias and house construction. It is also preferred indoors due to its aesthetic appearance. Surface appearance and color stabilization are very important in indoor applications, especially for furniture. Similar to outdoor conditions, wood products tend to yellowing and darkening over time as a result of photo-oxidation of lignin in indoor conditions. It is a common practice to subject the wood to artificial weathering test in a variable cycle of UV, water and temperature in laboratory conditions to determine the resistance of wood against solar irradiance degradations. However, more realistic and objective results can be obtained by exposure to natural conditions. The wooden materials, which are used near the windows in indoor conditions, can be subjected to color change and surface degradation due to sunlight passing through the glass, and this can be artificially simulated by using UVA-351 nm lamps. In this review study, the effects of the degrading factors of wood in indoor conditions, and its effects on wood properties were investigated. In addition, different artificial and natural weathering test methods were examined, and the modellings between the artificial and natural weathering tests were mentioned in this study.

Keywords: UV, photodegradation, artificial weathering, indoor conditions, color changes

1. Giriş

Ahşap, yenilenebilir bir malzeme olması, kolay işlenebilmesi, ısı yalıtımının yüksek olması, özgül ağırlığına oranla yüksek taşıma gücüne sahip olması gibi özelliklerinden dolayı iç mekanlarda uzun yıllar hiçbir şekilde değerini kaybetmeyen bir malzeme olarak değerlendirilmektedir. Ancak, ahşabın bu avantajlarının yanı sıra iç ve dış ortam koşullarında maruz kaldığı bazı bozunduruç faktörler vardır. Bunlar çevresel koşullara göre değişmektedir. Örneğin, oksijen, güneş radyasyonu (ultraviyole (UV), görünür ve kızılötesi ışık), sıcaklık, nem (çiğ, yağmur, kar ve nem), hava kirlenmeler vb. gibi faktörler çeşitli etkiler yaparak ahşabın yüzeyinde renk değişikliği ve bozulmalara sebebiyet vermektedir (Hon ve Chang, 1982).

Ahşabın yüzeyindeki renk değişikliğine sebebiyet veren UV ışığı genel olarak ahşabı bozandıran en etkili faktörlerden biri olarak bilinmektedir (Browne ve Simonson, 1957; Tolvaj ve Faix, 1995; Andrady ve ark., 1998; Hon ve Shiraishi, 2001; Muller ve ark., 2003; Tolvaj ve Mitsui, 2005). UV ışığına maruz kalma sonucunda ahşabın yapısındaki bazı kimyasal bileşenler duyarlılık göstermektedir. Ahşaptaki renk değişimi, ahşap bileşenlerinin ışığı emmesinin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Chang ve Chang 2001). Özellikle renk stabilitesi iç ortamlarda ahşap ve ahşap esaslı ürünler için son derece önemli görsel özelliklerden biridir (Derbys-hire ve Miller 1981).

Bir yapı malzemesi olan ahşap, dış ortam koşullarında dış cephe, yürüyüş yolları, kamelya, ev yapımı gibi pek çok kullanım yerlerinde değerlendirilebilirken, iç mekan kullanımı için de sıklıkla tercih edilen dekoratif bir malzeme olmaktadır. Ahşabın iç mekan malzemesi olarak kullanımında, özellikle mobilyada yüzey görünümü ve renk stabilizasyonu çok önemlidir. İç mekan uygulamasında mobilya ve parke öncelikli olmaktadır (Hayoz ve ark., 2003). Ahşap rengi, üretim sırasında buharlama, kurutma, ya da ışığa, ısıya, neme, alkali veya asitlere maruz kaldığında büyük ölçüde değişebilir (Aydın ve Colakoğlu, 2005).

Ticari öneme sahip ağaç türlerinin birçoğunun zamanla renklenmeye yatkın bir yapısı vardır (Oltean ve ark., 2008). Çünkü yapısındaki odun bileşenleri ışığa karşı hassastır (Chang ve Chang, 2001). Ahşap ürünlerde dış ortam koşullarına benzer şekilde iç ortamda da ligninin foto-oksidasyonu sonucu (Miklečić ve ark., 2012) zamanla sararmalar ve koyulaşmalar görülmektedir (Hayoz ve ark., 2003). İç ortam koşullarının da renk değişimi ve yüzey kimyasındaki değişim başta olmak üzere ahşap yüzeylerde önemli değişikliklere neden olduğu bildiril-

miştir (Zigon ve ark., 2019). Ahşabın rengi, genetik faktörleri göz önünde bulundurulduğunda önemli ölçüde farklılık gösterebilmektedir (Burtin ve ark., 1998). Ahşabın yüzeyinde çevresel faktörlerden dolayı meydana gelen renk değişikliği fotokimyasal reaksiyonlar tarafından gerçekleşmektedir (Hon ve Ifju, 1978; Hon ve Shiraishi, 2001; Aydın ve Çolakoğlu, 2005; Kataoka ve ark., 2007).

Ahşabın yüzey rengi üzerindeki ışık etkileri, tam anlamıyla solma veya koyulaşma gibi farklı tonlarda gerçekleşmektedir. Bununla birlikte yapılan kapsamlı çalışmalar ve gözlemler, ticarileşen ağaç türlerinin tamamının olmasa da birçoğunun, renk bozulmalarına yatkın olduğunu göstermektedir. Ahşabın rengindeki bozulmalar genellikle ışığın yoğunluğu (Kataoka ve ark., 2007), dalga boyu (MacLeod ve ark., 1995; Mitsui 2004; Papp ve ark., 2004; Kataoka ve ark., 2007) ve ışığa maruz kalma süresi ile ilişkilidir (Tolvaj ve Faix, 1995; Hon ve Shiraishi, 2001; Muller ve ark., 2003; Pandey, 2005).

Ahşap UV degradasyonuna maruz kaldıktan sonra, yüzeyde renk değişikliği, mikro yapıda hasar ve ağırlık kaybı, çatlama ve pürüzleşme gibi istenmeyen etkiler gösterebilir. Bu istenmeyen etkilere ahşabın temel bileşenlerinin (selüloz, hemiselüloz, lignin) yapısındaki kimyasal modifikasyonlar (değişimler) neden olmaktadır (Hon ve Feist, 1992; Hon ve Shiraishi, 2001; Pastore ve ark., 2004). Bu durumda, ahşabın mekanik özelliklerinin bir seviyeye kadar kaybına da yol açabilmektedir (Turkulin ve Sell, 2002). Ahşabın bozunmasındaki ışığın etkisi, diğer faktörlere (sıcaklık, nem hava kirliliği vb.) nazaran daha az zaman alması ve ışığa maruz kalma sırasında oluşan koşulların sabit ve risk teşkil etmemesinden dolayı genellikle yapay koşullar altında yaşlandırma testleri araştırılmıştır. Bununla birlikte, iç mekanlarda kullanılan ahşap malzemenin yüzeyinde pencere camından geçen ışığın etkisi nedeniyle meydana gelen olası bozunmaları araştıran az sayıda çalışma mevcuttur (Chang ve Chang, 2001; Wu ve ark., 2002).

2. İç mekan koşullarında ahşap malzemeyi bozandıran etmenler

İç mekan koşullarında ahşap malzemeyi bozandıran etmenleri kimyasal faktörler, çevresel faktörler ve biyolojik zararlılar olarak üçe ayırmak mümkündür. Ahşap malzemeyi bozandıran bu faktörler, güneş ışığı, su (rutubet), sıcaklık, yanma, mantar ve böcek zararlıları, kimyasal maddeler ve insan etkisi gibi etmenler sonucunda oluşmaktadır. Bu etmenler ahşabın fiziksel ve kimyasal yapısında ciddi hasarlar meydana getirmektedir (Erdin, 2009).

Fiziksel hasarlar, bir sürece bağlı olarak iç mekandaki havanın aşırı sıcak veya aşırı soğuk olması ve bununla birlikte sıcaklık değerlerinde ani değişimler görülmesi sonucunda oluşmaktadır. Bununla birlikte, çevresel faktörlerde ahşap malzemeyi fiziksel hasara maruz bırakmaktadır. Özellikle insanlar ve biyolojik zararlılar tarafından oluşan degradasyonlar ahşapta direnç kaybına yol açabilmektedir. Kimyasal hasarlarda ise ahşap asit, baz ve gazlara maruz kaldığında olumsuz şekilde etkilenmektedir (Erdin, 2009).

2.1. Kimyasal faktörler

Kimyasal maddeler ahşabı iç ortamda etkileyen önemli faktörlerden biridir. Kimyasal maddeler ahşabın hücre çeper bileşenlerinde kimyasal bozunma meydana getirmektedir. Kimyasal maddeler genellikle ahşap malzemenin önce rengini değiştirmektedir. Buna ilaveten metaller ahşap üzerinde korozyon oluşumuna, asitler erimeye, bazlar yumuşamaya, alkoller şişmeye neden olmaktadır. Gaz borularındaki sızmalarda ahşabın bozunmasına neden olan önemli kimyasal faktörlerdendir. Ancak ahşabın kimyasını değiştiren en önemli faktörler ışık ile asitler ve alkalilerdir (Terzi, 2008).

Asit ve alkali ortamlar ahşabı farklı şekillerde etkilemektedir. Asitler, şekerlerin arasındaki karbon bağlarını bozularak 5 karbonlu şekerleri 6 karbonlu şekerlerden çok daha kolay hidrolize uğratmaktadır. Bunun sonucunda ahşap daha kırılabilir bir yapıda olmaktadır. Alkaliler ise asidik ortamların ahşaba verdiği etkiden daha fazlasını vermektedir. Odun dokusu tamamen liflerine ayrılmakta ve bu etkiyle beraber ahşapta ciddi şekilde bozunmalar meydana gelmektedir. Ahşap alkalilerin etkisiyle yumuşamaktadır ve önemli ölçüde direnç kaybı yaşamaktadır (Erdin, 2009).

2.2. Çevresel faktörler

Ahşap malzemeler radyatörler, havalandırma delikleri, şömine, soba, kalorifer vb. gibi ısıtma cihazlarının yakınında olduğunda maruz kalacağı ısı, ahşap malzemedeki yapıştırıcı ve kaplamaların açılmasına neden olmaktadır. Ayrıca ahşap malzeme yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında tutuşma kabiliyetinden dolayı yanma görülmektedir.

Çevresel faktörlerde bağıl nem değişiklikleri ve insan etkisi de ahşabın bozunmasına doğrudan etki eden faktörlerdendir. Ahşap çalışan bir malzeme (ıslanma ya da ortam rutubetinin değişmesi ile boyut değiştirmesi) olduğundan dolayı bağıl nemdeki dalgalanmalar ahşabın daralmasına ve şişmesine neden olmaktadır. Bu daralma ve şişmeler ahşapta heterojen bir özellik gösterdiği için çarpılma ve

bükülmelere neden olmaktadır. Ayrıca neme uzun süre maruz kalan ahşaplar zamanla çürümeye veya böcek istilasına da uğrayabilmektedir. Böylelikle böceklerin ahşabın yapısında tüneller kazarak çeşitli derecede tahribata neden olduğu bilinmektedir (Terzi, 2008).

Işık, ahşap yüzeyde fotokimyasal ve termal bozunmaya neden olmaktadır. Işık bir enerji kaynağı olmakla beraber aydınlattığı her şeyle etkileşime girmektedir ve ışık enerjisi ahşap yüzeyleri bozundurabilmektedir. Bu bozulmaların miktarı ışığın yoğunluğuna ve miktarına göre değişmektedir. Gözle görülemeyen UV radyasyonu ışığın en zararlı bileşenidir. Çoğu zaman güneş tarafından, floresan tüpler ve ampuller gibi bazı yaygın armatürlerce üretildiği için görünür ışığa eşlik etmektedir. Çoğunlukla ağartma gibi renk değişikliğine neden olmaktadır. UV bozunma, ahşabın hücre yapısının bozunmasına neden olmakla birlikte, en çok lignin bileşenini bozmaktadır. İç mekan koşullarında ultraviyole ışığın ahşaba etkisi çoğunlukla gölgesiz pencerelerden geçen güneş ışığından kaynaklanmaktadır (Feist ve Hon, 1984).

2.3. Biyolojik zararlılar

Ahşap malzeme biyolojik zararlılar tarafından da degradasyona uğramaktadır. Çünkü özellikle bazı böcekler ahşabı kendileri için yaşam ortamı sağlayan bir besin kaynağı olarak kullanmaktadır. Çoğunlukla tehlikeli olduğu bilinen ve ahşap malzeme üzerinde önemli derecede bozunmalar meydana getirip ekonomik kayıplara sebep veren böcek türleri mobilya böceği (*Anobium punctatum*), ev teke böceği (*Hylotrupes bajulus*) ve ölüm saati böceği (*Xestobium rufovillosum*) ülkemizde çokça gördüğümüz önemli böcek türlerindedir. Bu 3 böcek türü de ahşaba farklı şekillerde ve farklı kullanım yerlerinde arız olmaktadır. Örneğin mobilya böceğine genellikle eski mobilyalarda, duvarla bağlantısı olan yerlerde ve döşemelerde rastlanırken, ev teke böceği çatı kerestelerinde, ölüm saati böceği ise çoğunlukla eski binalarda kullanılmış olan meşe ve karaağaç türlerinin yapı malzemesi olarak kullanımında ve mantarların arız olduğu ahşap ve yonga levhalarda görülmektedir (Erdin, 2009).

Böceklerle birlikte çürütücü mantarlarda ahşap malzemenin ciddi şekilde bozunmasına neden olmaktadır. Rutubet bu mantarlar için en önemli faktördür (Williams, 2005). Mantarlara yaşamını sürdürdüğü bir besin ortamı sağlanmaması için rutubet değerinin %20'yi aşmaması, yeterli oksijenin bulunmaması ve 15-45 °C aralığında sıcaklık olmaması gerekmektedir. Bu değerlere dış ortam koşullarında kullanılan ahşap malzemedeki daha sık rastlanılmaktadır (Zabel ve Morrell, 1992; Yıldız,

2000). Bu yüzden iç ortam koşullarında mantar tahribatı fazla görülmemektedir. Ancak ahşap malzemenin kullanıldığı ortamın çok rutubetli olması sonucu mantar tahribatı, küflenme, renk değişimi ve şişmeler meydana gelebilmektedir (Akkılıç ve Avcı, 2015).

3. Dış ortam koşullarında ahşap malzemenin fotodegradasyonu

Dış ortam koşullarında ahşap malzemenin bozunma mekanizması, kullanılan odunun türü, UV ışığı, ortamın rutubet değeri, ortam sıcaklığı, hava kirliliği vb. gibi faktörlerden etkilenmektedir (Feist ve Hon, 1984; Williams, 2005). Bunlar ahşabı çeşitli şartlarda bozundurarak farklı etkiler meydana getirmektedir ve aralarında en önemli etkiyi UV ışığının gösterdiği bildirilmiştir (Feist ve Hon, 1984; Anderson ve ark., 1991a; Temiz ve ark. 2005, 2007; Zhang ve ark., 2009).

Ahşap yapısında kromoforik gruplar bulundurmaktadır. Bunlar karbonil, karboksil, peroksit, kinon, hidroperoksit, konjuge çift bağlar, asetil vb. gibi gruplar olup odunun fotodegradasyonunda oldukça etkilidir (Feist ve Hon, 1984; Temiz, 2005; Williams, 2005; Can ve Sivrikaya, 2019). Ahşap malzemede güneş ışığı, ahşabın yapısındaki kimyasal bağları yeterli ışık ile kopararak fotodegradasyon olayını meydana getirmektedir. Ahşabın yapısındaki bileşenlerden biri olan lignin fotodegradasyondan en çok etkilenendir. Ultraviyole ışığının etkisi sonucu serbest radikaller oluşmaktadır. Bunun sonucunda ise yüzey kimyasında değişiklikler meydana gelmektedir (Temiz, 2005).

Ahşap malzemede ultraviyole bozunmanın ardından metoksil ve lignin içeriğinde bir düşüş meydana gelmekte, karboksil ve asidite oranında ise bir artış gerçekleşmektedir. Işık etkisiyle odunun yüzeyinde renk değişimleri ve çatlaklar görülmektedir. Degradasyonun oluşması ise hücre çeperi bağlarının dayanımı yüzeye yakın olan yerlerde kaybedilmesiyle meydana gelmektedir (Temiz, 2005; Can, 2018).

4. İç ortam koşullarında ahşap malzemenin fotodegradasyonu

Ahşabın iç ortam koşullarında bozunmasına neden olan faktörler, ahşabın yüzeyinde renk değişikliği, grileşmeye ve yüzeyde liflenme meydana getirerek yüzey kalitesini bozundurmaktadır. Bunun sonucunda ahşapta fiziksel ve kimyasal değişimler meydana gelmektedir (Derbyshire ve Miller, 1981). Ahşabın iç ortam koşullarında bu bozundurucu faktörlere maruz kalma süresi artarsa, ahşap yüzeyde çatlaklar, eğilmeler ve koşulların uygun ol-

ması durumunda biyolojik zararlıların verdiği hasarlar meydana gelmektedir. İç ortam koşullarında kullanılan ahşap dış ortam koşullarında kullanılan ahşaba kıyasla daha az renk değişimine uğrar. Çünkü fotooksidasyondan sorumlu UV spektrumun bir kısmı cam tarafından absorbe edilir. İç ortam koşullarında kullanılan ahşap malzemenin renk değiştirmesinde UV ile görünür ışığın etkisi olduğu ve görünür ışığın odundaki ekstraktifleri degrade edebilecek enerjiye sahip olduğu belirtilmiştir (Williams, 2005). Çeşitli organik bileşiklerden oluşan ekstraktifler, lignin ve karbohidratlara kıyasla daha düşük enerjilerde fotodegradasyona uğrayabilirler. Oysa görünür ışık, lignin ve odun karbohidratlarındaki bağları koparma yeteneğine sahip enerjiye sahip değildir (Williams, 2005).

İç ortamda kullanılan ahşap ürünler çoğunlukla natürel ya da şeffaf üst yüzey işlem maddeleri ile muamele edilerek kullanılırlar ve güneş ışınları bu yüzeyi kolaylıkla degrade edeceği için renklenme kaçınılmaz olur (Miklečić ve ark., 2011). Odunun renk değiştirmesinde ışığın enerjisi ve UV bölgesinde olması önemlidir (Miklečić ve ark., 2011). Lignin ultraviyole ışığı absorbe ederek serbest radikallerin oluşumunu sağlamaktadır ve bunların etkisiyle moleküler yapı ayrılmaktadır. Sonucunda ise oksitlenmiş radikallerin oluşumu meydana gelmektedir.

Ahşap malzemenin yüzeyinde meydana gelen renk değişikliklerine kinonlar da neden olmaktadır. Bu degradasyonun gelişmesi biraz zaman almaktadır (Feist ve Hon, 1984; Kartal, 1992; Temiz, 2005; Williams 2005; Temiz ve ark., 2005; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Yoğunluğu yüksek ağaç türlerinin fotodegradasyona karşı dayanımı, düşük yoğunluklu olan ağaç türlerine karşı daha iyi olduğu görülmektedir (Anderson ve ark., 1991b). Yaşlanma sonrasında odundaki spektrumlar karşılaştırıldığında, düşük yoğunluklu ağaç türlerinin fonksiyonel gruplarında ciddi şekilde göze çarpan değişiklikler görülüyorken, yüksek yoğunluklu ağaç türlerinde küçük değişiklikler görüldüğü tespit edilmiştir (Anderson ve ark., 1991b).

5. Ahşap malzemeye uygulanan iç ortam yapay ve doğal yaşlandırma testleri

Ahşabın yüzeyinde iç ve dış ortam faktörlerinin etkisini en kısa zamanda saptamak için yapay yaşlandırma testleri yapılmaktadır. Bu testlerde, ahşap yüzeye dış ortam koşullarındaki etkinin benzeri olması için güneş ışığı, sıcaklık, nem ile yağmur etkisi gösterecek birtakım döngülerin kullanılması gerekmektedir. Laboratuvarında yaşlandırma test-

lerinin yapılması; UV florasan lamba, ksenon-ark lambası ve termal işlemlerle yapılarak 3 şekilde gerçekleştirilebilir (Çakıcıer ve Korkut, 2009; Çolak, 2014; Arpacı ve Tomak, 2020).

Termal işlemler olarak ifade edilen ısıl döngü testi (donma ve çözünme) kaplamaların veya kaplama sistemlerinin tekrarlanan ısıl döngülere karşı çatlama, kabarma, yapışma direnci ve benzeri özelliklerini değerlendirmek için kullanılan bir test yöntemidir (ASTM D6944, 2020). Oberhofnerova ve ark. (2018), Kristyna ve ark. (2020), Budakçı ve Korkut (2010) çeşitli vernik/kaplamalar ile muamele edilen odun örneklerini farklı döngü ve sıcaklıklarda ısıl döngü prosesine maruz bırakmış ve ısıl döngü prosesi sonrasında örneklerde renk ve parlaklık bozunmasını incelemiştir. Oberhofnerova ve ark. (2018) ile Kristyna ve ark. (2020), ısıl döngü prosesinin UV yaşlandırmaya göre örneklerde daha az renk ve parlaklık bozunmasına neden olduğunu tespit etmiştir.

Yaşlandırma testinin ultraviyole florasan lamba ile yapımında UVA 340 nm lambalar kullanılmaktadır. Bu lambalar 295-365 nm aralığındaki dalga boyuna sahiptir. Böylelikle doğal ışıkta zararın en az olduğu ışığı vermesi ve dış ortam koşullarında maruz kalma ile en iyi bağıntıyı sağladıkları için çokça tercih edilmektedir. UVA-351 lambaları ise, pencere camında geçen ultraviyole ışığının bir kısmını taklit etmek için kullanılmaktadır. Bu

yüzden, UVA-351 nm lambalar iç ortam koşullarını test etmek için tercih edilmektedir (Chang ve Chang, 2001). UVB ışığı ise malzemelerin, özellikle de polimerlerin, yaşlandırmaya maruz kalma süresince yapısında meydana gelen gevrekliği göstermektedir. Bunun aksine UVA lambaların yüzeyde oluşan renk solmasını ve sararmayı gittikçe hızlandırdığı görülmektedir (ASTM G154, 2006). Süreyi kısaltmak amacıyla yapay yaşlandırma testleri doğal yaşlandırmaya kıyasla tercih edilen bir yöntemdir (Chang ve Chang, 2001).

Ahşap malzemenin UV degradasyonunu belirlemeye yönelik araştırılmasını konu alan çalışmalar özellikle UVA-340 nm'lik lambaların kullanıldığı ve doğal dış ortam koşullarının simüle edilmeye çalışıldığı yapay yaşlandırma testine maruz bırakılması ardından malzemenin dayanım özelliklerinin belirlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Oysa iç ortam koşullarında pencere yakınındaki kullanım yeri olan ahşap malzemeler camdan geçen güneş ışıkları nedeniyle renk değişimi ve yüzey bozunmasına maruz kalabilmekte ve bu bozunma UVA-351 nm'lik lambaların kullanılması ile yapay olarak simüle edilebilmektedir. İç ortam koşulların (camdan geçen ışığı simüle eden) yaşlandırmasını konu alan çalışmalar dış ortam yaşlandırmasına kıyasla literatürde nispeten daha azdır (Oltean ve ark., 2008, 2010; Zigon ve ark., 2019). Bu konuda yapılan çalışmalar Tablo 1' de özetlenmiştir.

Tablo 1. İç ortam yapay ve doğal yaşlandırma testleri
Table 1. Indoor artificial and natural weathering tests

Ağaç türü	Lamba	Önemli Bulgular	Çalışmayı yapanlar
Soğuk suda ekstrakte edilen sarıçam odunu kullanılmıştır.	Soğuk suda ekstrakte edildikten sonra 0,5Wm ⁻² ve 38 °C'de 340nm ve 351nm dalga boyundaki lambalara maruz bırakılmıştır.	Örneklerin 1, 5, 10, 25, 50 ve 100 saat boyunca renk ölçümünü yapmış ve ilk 10 saatte önemli değişimler tespit etmiştir.	Stachowiak-Wencek ve ark. (2013)
Ipe (<i>Tabebuia</i> spp.) örneğinin UV ışınlarıyla fotodegradasyonu üzerine iki tip lamba kullanılmıştır.	UVA-340nm ve 351nm 0,5Wm ⁻² ve 38 °C'de kullanılarak 1, 5, 10, 25, 50 ve 100 saat sonrasında renk değişikliğini gözlemlemiştir.	UVA-340 lambanın etkisi 351nm lambaya kıyasla daha fazla değişikliğe neden olmuştur.	Zborowska ve ark. (2014)
Asit ve alkali ile muamele edilen kara-ceviz (<i>Juglans nigra</i>) odunu örnekleri kullanılmıştır.	Asit ve alkali ile muamele edildikten sonra 0,5Wm ⁻² ve 38 °C'de UVA-351nm ve 340nm ışığa 100 saat maruz bırakılmıştır.	Sonuçlarda örneklerin b* renk parametresinin iç ortam koşullarındaki ışığa daha duyarlı olduğunu bulmuştur.	Zborowska ve ark. (2015)
Isıl işlemli kavak ve kızılgağaç odunu örnekleri kullanılmıştır.	Riga'da doğal dış ve iç ortam ile 340nm'lik lambaların kullanıldığı yapay yaşlandırma testine 30 saat boyunca bırakılmıştır.	2,5, 5 ve 10 saat sonunda renk parametreleri belirlenmiş ve testler kendi içinde kıyaslanmıştır.	Cirule ve ark. (2015)

(Tablo 1'in devamı / Table 1 continued)

Ağaç türü	Lamba	Önemli Bulgular	Çalışmayı yapanlar
Titanyum oksit, çinko oksit ve mika katkılı üst yüzey işlemleriyle muamele edilen radiata çamı, kwila, tik, akasya, kayın, mahogany, akçağaç, meşe, dişbudak ve kara-ceviz kullanılmıştır.	UVA-351nm ve 340nm 0,5Wm ⁻² ve 38 °C'de deney yapılmıştır.	Üst yüzey işleminden sonra iç ortam koşulları (camdan geçen ışık) ve dış ortam koşullarının simüle edildiği yaşlandırma testine sırasıyla ASTM G24-97 ve ASTM D1006-01 standartları esas alınarak tabii tutulmuş ve örneklerde meydana gelen renk değişimleri araştırılmıştır.	Baur ve ark. (2006)
Boya ile muamele edilen huş kaplama örnekleri kullanılmıştır.	Muamele ettikten sonra 254, 313, 340, 365 ve 420 nm ışık kaynağında, 55 °C'de, %50 bağıl nemde ve 35 Wm ⁻² 'de 5, 10, 20, 40 ve 100 saat boyunca yapay olarak yaşlandırmış ardından örneklerin renk ve FTIR analizleri yapılmıştır.	Renk değişiminin araştırılan tüm dalga boylarının ilk saatlerinde önemli olduğunu bulmuş, 254nm'de ilk 20 saatlik değişim dikkati çekmiştir. En fazla renk değişimi 254 ve 420nm'ye kıyasla 313 ve 340 nm'de görülmüştür. Renk değişiminin karbonil grupların oluşması ve lignin degradasyonu ile alakalı olduğu belirtilmiştir.	Liu ve ark. (2015)
<i>Tsuga heterophylla</i> , <i>Cunninghamia lanceolata</i> , <i>Cryptomeria japonica</i> odunu örnekleri kullanılmıştır.	UVA-351nm lambalarda 60°C'de 4, 8, 16 saat ile 1, 4, 8, 12 ve 16 gün boyunca yapay yaşlandırma testine maruz bırakılmış ve aynı zamanda gerçek iç ortam koşullarında 1, 2, 3, 6 ay ile 1, 2, 3, 4 ve 5 yıl boyunca %65-95 bağıl nemde 12,8-30 °C'de bekletilmiştir.	Regresyon modelleri ile 2 yaşlandırmayı kıyaslamıştır. Yapay yaşlandırmanın doğal koşullara kıyasla 250 kez daha fazla renk değişimine sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmanın yapraklı ağaçlar ile yapılmasına gerek duyulduğu belirtilmiştir.	Chang ve Chang (2001)
Avrupa'da yaygın olarak kullanılan on altı ağaç türü kullanılmıştır.	Örnekleri 3 mm pencere camı filtresi ile donatılmış bir ksenon arkı lambasına 765Wm ⁻² radyasyonda ve 45 °C'de 600 saat süreyle maruz bırakılmışlardır.	Önemli renk değişimleri İYA'da ilk 24 saat içerisinde, YA'da ilk 12 saat içinde tespit edilmiştir. Örnekler için kırılma noktası 120 saat olarak belirlenmiştir.	Oltean ve ark. (2008)
2 tip kavak hibriti ile yalancı akasya odun örnekleri kullanılmıştır	Örnekler 96 saat pencere cam ekipmanlı ksenon ark lambasında 765Wm ⁻² ışınımı ve 45 °C'de maruz bırakılmıştır.	Örneklerdeki renk değişimlerini 30, 60, 90 ve 120 dakika ile 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat boyunca tespit edilmiştir. 12 saat sonunda önemli renk değişimleri olduğu belirlenmiş ve 72 saate kadar artış gösterdiği rapor edilmiştir.	Oltean ve ark. (2010)
Isıl işlemleri ve yüzeyi üst yüzey işlem maddeleri (su bazlı, 2k solvent bazlı poliüretan ve su bazlı nano kimyasal madde) ile kaplanan dişbudak, kayın ve adi gürgen örnekleri kullanılmıştır.	UVA-351nm lambalarla 60 °C'de 0,77Wm ⁻² koşullarında 768 saat (32 gün) boyunca araştırılmıştır	Örneklerin FTIR ve renk değişimleri 1, 2, 4, 8, 16 ve 32 gün sonrasında belirlenmiştir. İlk 4 günde L* değerlerinde azalmalar gözlenmiştir. Kontrol örneklerinde ilk 8 günde önemli renk değişimleri tespit edilmiştir.	Mikleciç ve ark. (2011)

(Tablo 1'in devamı / Table 1 continued)

Ağaç türü	Lamba	Önemli Bulgular	Çalışmayı yapanlar
Isıl işlemler ve üst yüzeyi kaplanan kayın, gürgen ve dişbudak örnekleri kullanılmıştır.	351nm lambalar ve 60 °C'de 32 gün yaşlandırma testine tabi tutulmuş ve 1, 2, 4, 8, 16 ve 32. günün sonunda renk değişimlerini belirlemiştir.	Test sonunda yüzeyi kaplanmayan örneklerde kaplanan örneklere kıyasla daha fazla renk değişimi tespit edilmiştir.	Mikleic ve ark. (2008)
Bu çalışmada kızılğaç ve kiraz kaplama örnekleri kullanılmıştır.	1 ve 3 ay boyunca yaklaşık 25 °C'de ve %60 bağıl nemde iç ortam koşulunda ışık ve karanlık ortamda bekletilmiş ve örneklerin renk değişimleri belirlenmiştir.	Örneklerde önemli renk değişiklikleri tespit edilmiştir.	Salca ve ark. (2007)
OSB, yongalevha, MDF ve kontrplak levha örnekleri kullanılmıştır.	6 farklı proseste iç ortam yaşlandırma testine tabi tutulmuştur. Testler 10 yıl ve ortam rutubeti %5 ile 18 arasında tutulmuştur.	Test sonunda örneklerin mekanik özellikleri (eğilme direnci, elastikiyet modülü, iç yapışma direnci ve vida tutma direncini) araştırılmıştır.	Sekino ve Korai (2018)
Sarıçam odun örnekleri kullanılmıştır.	351nm lambalar kullanılmıştır.	Sarıçamın yaşlandırmasını renk ölçümünü inceleyerek araştırmıştır.	Grekin ve ark. (2005)
Taze kesilmiş kızılğaç kaplama örnekleri kullanılmıştır.	20-22,5 °C'de %62 bağıl nemde 1 ve 3 ay boyunca güneşli ve karanlık olan 2 iç ortam koşulunda bekletmiş, örneklerin renk ölçümünü yapmıştır.	Renk parametrelerinde değişimler güneşli ortamda ilk ay sonunda belirgin olarak ortaya çıkmıştır.	Salca ve Cismaru (2011)
İç ortam koşullarında depolanmış Japon sediri örnekleri kullanılmıştır.	%65 bağıl nemde, 18-21 °C'de, 32W*6 floresan lambada günde 8 saat lambanın açık olduğu iç ortam koşullarında renk, kimyasal ve mikroskobik analizler yapılmıştır.	Örneklerde meydana gelen değişimlerin dış ortam koşullarında meydana gelen tahribata benzer olduğunu vurgulamıştır.	Lee ve ark. (2009)
Kayın, sarıçam, yalancı akasya, kavak, zelnova, Japon sediri, bambu, Japon selvi, ladin kaplamaları kullanılmıştır.	Örnekler doğal koşullarda güneş ışığına ve 300-400nm aralığında 200 saat ksenon ışığı ile 20 saat civalı ışığa maruz bırakılmıştır.	Örneklerin renk ve yüzey kimyasını araştırmıştır.	Tolvaj ve Mitsui (2005)
Yüzeyleri modifiye edilen akçaağaç ve çam odunu örnekleri kullanılmıştır.	Dış (0,35Wm ⁻² nm ışınımında 340nm lamba) ve iç ortam (1,10Wm ⁻² nm, 420 nm, işlem döngüsü: 3,8 saat ışık, %35 bağıl nem ve 63 °C sıcaklık; 1 saat karanlık, %90 bağıl nem, 43°C) yaşlandırma testlerine 250, 500, 750 ve 1000 saat tabi tutulmuştur.	Örneklerin temas açısı, rengi ve boyut stabilitesi analiz edilmiştir.	Raphael ve ark. (2018)
CuP ile emprenye edilen 3 grup Bambu odun örnekleri kullanılmıştır.	Örnekler UVA-351nm lambalar kullanılarak 60 °C'de 32, 180 ve 360 gün yapay olarak yaşlandırılmaya maruz bırakılmış, ayrıca bir grup örnekte Tayvan'da 1 yıl boyunca doğal dış ortam ve iç ortam testine tabii tutulmuştur	Örneklerin renk parametreleri incelenmiştir. Emprenyeli örnekler daha iyi bir yüzey rengi vermiştir.	Wu ve ark. (2002)
Plasma ile yüzeylerin aktivasyonu amaçlanan ladin ve kayın odun örnekleri kullanılmıştır.	3mm pencere cam ekipmanlı 340nm ksenon ark lambası- 0,35Wm ⁻² -55 °C kullanılmıştır.	5, 10 ve 24 saat maruz bırakarak yaşlandırma testine tabi tutulmuş, odunun yaşlanması ile renginde önemli değişiklikler olduğu, aromatik lignin bileşenlerinde azalmalar olduğu, geçitlerin açıldığı ve hücre çeperinde bozunmalar olduğu gözlemlenmiştir.	Zigon ve ark. (2019)

İç ortam yaşlandırmasını simüle eden yapay yaşlandırma testlerinden görüleceği üzere odun yüzeyindeki değişiklikler odunun özellikleri, lamba türü, ışık kaynağı (yoğunluk ve dalga boyu), ışınma süresi ve sıcaklık ile rutubet gibi faktörlere bağlıdır (Oltean ve ark., 2008, 2010; Zigon ve ark., 2019).

Yapılan çalışmalarda, iç ortam yaşlandırması uygulandıktan sonra yoğunlukla odunun yüzeyindeki renk farklılıkları ve yüzey kimyasındaki değişimin araştırıldığı görülmüştür. İç ortam yaşlandırmasını konu alan çalışmalar incelendiğinde yoğunlukla camdan geçen ışığı simüle eden ve 351 nm'lik lambaların kullanıldığı yapay yaşlandırma testleri çalışılmıştır. Cama yakın bir yerde doğal iç ortam koşullarına maruz bırakılmaya yönelik çalışmalar ise yapay yaşlandırmaya kıyasla daha az çalışılmıştır (Chang ve Chang, 2001; Wu ve ark., 2002; Salca ve ark., 2007; Lee ve ark., 2009; Salca ve Cismaru, 2011; Cirule ve ark., 2015; Liu ve ark., 2016).

6. Ahşabın yapay ve doğal yaşlandırmasında öne çıkan modelleme çalışmaları

Laboratuvar ortamında yapılan yapay yaşlandırma testlerinin sonuçları malzemenin doğal ortam koşullarında ne kadar dayanma göstereceği sorusuna da cevap aramaktadır. Bu konuda yapay ve doğal yaşlandırma test sonuçları arasında modellemeler yapılmıştır. Atlas Malzeme Test Cihazı Şirketine göre (Linsengericht, Almanya, www.atlasmtt.com) 26 gün süresince yapay yaşlandırma test cihazında (UVA-312 nm, 765 W/m², 45 °C) bekleme zamanının Avrupa'daki bir iç mekan kullanımında (camın arkası) 1 yıla eş değer olduğu belirtilmiştir (Oltean ve ark., 2008, 2010; Valverde ve Moya, 2014).

Chang ve Chang (2001), tsuga (*Tsuga sp.*), göknar (*Abies sp.*) ve sedir (*Cedrus sp.*) ağaç türü örnekleri ile UVA-351 nm lambaların 16 gün süresince kullanıldığı iç ortam yaşlandırma testinin Tayvan'daki gerçek iç alanda 5 yıla eş değer olduğunu bildirmiştir.

Wu ve ark. (2002) bambu (*Bambusoideae*) örneklerinin 32 gün UVA-351 nm lamba yaşlandırmasını Tayvan'daki gerçek iç ortamda 22 yıla eşdeğer olduğunu rapor etmiştir.

Liu ve ark. (2016) pavlonya (*Paulownia sp.*), odun türü örneklerini 3 farklı yaşlandırmaya maruz bırakmış (doğal iç ortam testi-6 ay-Brasov, UV testi -72 saat, sıcaklık yaşlandırma testi-288 saat) ve örneklerdeki renk farklılığını ile yüzey kimyasını (FTIR) araştırmıştır. Doğal iç ortam testinde örnekler cam arkasında 20-25 °C'de, 90 derecelik açı ile güney yönüne bakacak şekilde yerleştirilmiş ve her ay renk ölçümleri yapılmıştır. UV testinde 24,

48 ve 72 saat, sıcaklık yaşlandırma testinde ise 72, 144, 216 ve 288 saat sonunda ölçümler alınmıştır. Sonrasında renk ve FTIR ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlarda 3 aylık doğal iç ortam yaşlandırması 36 saatlik UV testine eşdeğer olduğu görülmüştür. Doğal iç ortam ile kıyaslandığında UV testinde yaşlandırma indeksi 50X olarak bulunmuştur.

7.Sonuçlar ve Öneriler

Ahşap ürünlerde dış ortam koşullarına benzer şekilde iç ortamda da ligninin foto-oksidasyonu sonucu zamanla sararmalar ve koyulaşmalar görülmektedir. İç ortam koşullarının da renk değişimi ve yüzey kimyasındaki değişim başta olmak üzere ahşap yüzeylerde önemli değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir. İç ortam koşullarında kullanılan ahşap malzemenin renk değiştirmesinde UV ile görünür ışığın etkisi olduğu ve görünür ışığın odundaki ekstraktifleri degrade edebilecek enerjiye sahip olduğu belirtilmiştir. Yapay ve doğal iç ortam yaşlandırma testleri; ağaç türüne, lamba türüne, filtre kullanılıp kullanılmamasına, radyasyon süresine ve değerine, yaşlandırma testindeki sıcaklığa, örneklerin konulduğu ülkenin iklimsel parametrelerine ve bozundurucu faktörlerine göre değişiklik göstermektedir (Pandey ve Vourinen, 2008; Tolvaj ve ark., 2011; Liu ve ark., 2016).

Literatürde yapay yaşlandırma ile gerçek ortam koşullarında yaşlandırma arasında korelasyona yönelik çalışmaların çok olmadığı ve bu konuda yapılacak çalışmalara gerek duyulduğu bahsedilmiştir. İç ortam koşulların (camdan geçen ışığı simüle eden) yaşlandırmasını konu alan çalışmalar dış ortam yaşlandırmasına kıyasla literatürde nispeten daha azdır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Akkılıç, H., Avcı, E. Mobilya servis ömrünün uzamasında kullanıcı faktörü, 3. Ulusal Mobilya Kongresi , Konya, Turkey, pp.45-57, 2015

Anderson, E.L., Pawlak, Z., Owen, N.L., Feist, W.C. 1991a. Infrared studies of wood weathering. Part I: Softwoods, *Applied Spectroscopy*, 45 (4), 641-647.

Anderson, E.L., Pawlak, Z., Owen, N.L., Feist W.C. 1991b. Infrared studies of wood weathering. Part II: Hardwoods, *Applied Spectroscopy*, 45 (4), 648-652.

- Andrady, A. L., Hamid, S. H., Hu, X., & Torikai, A. 1998. Effects of increased solar ultraviolet radiation on materials. *Journal of photochemistry and photobiology B: Biology*, 46(1-3), 96-103.
- Arpacı, Ş. S., Tomak, E. D. 2020. Yaşlandırma testlerinin ahşap malzemenin özelliklerine etkisi. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 22(2), 654-673.
- ASTM G154. 2006. Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials, American Society for Testing and Materials. (astm.org)
- ASTM D6944. 2020. Standard Practice for Determining the Resistance of Cured Coatings to Thermal Cycling, American Society for Testing and Materials. (astm.org)
- Aydin, I., Colakoglu, G. 2005. Effects of surface inactivation, high temperature drying and preservative treatment on surface roughness and colour of alder and beech wood. *Applied Surface Science*, 252(2), 430-440
- Baur, S., Easteal, A., Edmonds, N., Waddingham, D., Jones, R., Devendra, R. 2006. Photoprotection and photostabilisation of timber surfaces using clear coatings. *Surface Coatings Australia*, 43(10), 20.
- Browne FL, Simonson HC 1957. The penetration of light into wood. *For Prod J* 7(10):308-314
- Budakçi, M., Korkut, D.S. 2010. The color changes on varnish layers after accelerated aging through the hot and cold-check test, *African Journal of Biotechnology*, 9(24), 3595-3602.
- Burtin P, Jay-Allemand C, Charpentier J-P, Janin G 1998. Natural wood colouring process in *Juglans sp.* (*J.nigra*, *J.regia* and hybrid *J.nigra* 23x *J.regia*) depends on the native phenolic compounds accumulated in the transition zone between sapwood and heartwood. *Trees* 12:258-264
- Can, A., 2018. Su itici maddeler ile kombine edilmiş bazı empenye maddelerinin performansının incelenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi, Doktora Tezi, Bartın, Türkiye.
- Can, A., Sivrikaya, H. 2019. Surface characterization of wood treated with boron compounds combined with water repellents. *Color Research & Application*, 44(3), 462-472.
- Chang, H. T., Chang, S. T. 2001. Correlation between softwood discoloration induced by accelerated lightfastness testing and by indoor exposure, *Polymer Degradation and Stability*, 72, 361-365.
- Cirule, D., Kuka, E., Antons, A. 2015. Disparity in discoloration of thermally modified wood exposed to solar and artificial ultraviolet irradiation, *Rural Sustainability Research*, 34(329), 10.1515.
- Çakıcıer, N., Korkut, D.S. 2009. Ahşap yüzeylere uygulanan kaplama katmanlarında yaşlandırma Testleri, *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi* , 5 (1), 75-90.
- Çolak G. 2014. Isıl işlemin (Thermowood yöntemi) bazı ağaç türlerinin fiziksel özellikleri, çürüklük ve hava koşullarına karşı dayanıklılığı üzerine etkileri). Düzce Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / (Yüksek Lisans Tezi
- Derbyshire, H., Miller, E. R. 1981. The photodegradation of wood during solar irradiation. *Holz Roh Werkst off Journal*, 39(8), 341-350.
- Erdin, N. 2009. Ahşap Konservasyonu. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:51, İstanbul
- Feist, W.C., Hon, D.N.S. 1984. Chemistry of weathering and protection, The chemistry of solid wood, *Advances in chemistry series*, 207, 401-451
- Grekin, M., Lukkarinen, A., Verkasalo, E. 2005. Colour change of Nordic Scots pine wood under UV radiation – A laboratory approach, *Natural Resources Institute*, 16, FI-96301.
- Hayoz, P., Peter, W., Rogez, D. 2003. A new innovative stabilization method for the protection of natural wood. *Progress in organic coatings*, 48(2-4), 297-309.
- Hon DNS, Chang S-T 1982. Participation of singlet oxygen in the photodegradation of wood surfaces. *Wood Sci Technol* 16:193-201
- Hon DNS, Feist WC 1992. Hydroperoxidation in photoirradiated wood surfaces. *Wood Fiber Sci* 24(4):448-455
- Hon DNS, Ifju G 1978. Measuring penetration of light into wood by detection of photo-induced free radicals. *Wood Sci* 11:118-127
- Hon DNS, Shiraishi N 2001. Wood and Cellulose chemistry, Chap. 9 Color and Discoloration, Chap. 11 Weathering and photochemistry of wood. Marcel Dekker Inc, New York, Basel
- Kartal,S.N. 1992. Odun degradasyonunda güneş ışığı ve su etkileri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 42,169-176.
- Kataoka, Y., Kiguchi, M., Williams, R. S., Evans, P. D. 2007. Violet light causes photodegradation of wood beyond the zone affected by ultraviolet radiation.
- Kılıç, A., Hafizoğlu, H. 2007. Açık hava koşullarının ağaç malzemenin kimyasal yapısında meydana getirdiği değişimler ve alınacak önlemler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orm Fak Derg A* (2), 175-183.
- Kristýna, Š., Štěpán, H., Eliška, O., Miloš, P., Hakan, F. 2020. Effect of artificial weathering and temperature cycling on the adhesion strength of waterborne acrylate coating systems used for wooden windows, *Journal of Green Building*, 15(1), 1-14.
- Lee, K. H., Cha, M. Y., Chung, W. Y., Bae, H. J., Kim, Y. S. 2009. Chemical and morphological change and discoloration of cedar wood stored indoor. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 37(6), 566-577.
- Liu, X. Y., Timar, M. C., Varodi, A. C., Yi, S. L. 2016.

- Effects of ageing on the color and surface chemistry of paulownia wood (*P. elongata*) from fast growing crops, *Qing Hua East Road*, 35, 100083.
- Liu, Y., Shao, L., Gao, J., Guo, H., Chen, Y., Cheng, Q., Via, B. K. 2015. Surface photo-discoloration and degradation of dyed wood veneer exposed to different wavelengths of artificial light. *Applied Surface Science*, 331, 353-361.
- MacLeod IT, Scully AD, Ghiggino KP, Ritchie PJA, Paravagna OM, Leary B 1995. Photodegradation at the wood-clearcoat interface. *Wood Sci Technol* 29:183–189
- Miklečić, J., Jirouš-Rajković, V., Antonović, A. 2012. Discolouration of coated modified oak wood during simulated indoor sunlight exposure, *Innovation In Woodworking Industry And Engineering Design*, 1 (1), 31–37.
- Miklečić, J., Jirouš-Rajković, V., Antonović, A., Španić, N. 2011. Discolouration of thermally modified wood during simulated indoor sunlight exposure, *BioResources*, 6(1), 434-446.
- Miklečić, J., Jirouš-Rajković, V., Čmárec, S. 2008. Photoresistance of heat treated wood in interior use. In Proceedings of the 19th International Scientific Conference Wood is Good: Properties, Technology, Valorisation, Application. Ed. Grbac, I. Faculty of Forestry, University of Zagreb (pp. 137-143).
- Mitsui K. 2004. Changes in the properties of light irradiated wood with heat treatment: Part 2 Effect of light irradiation time and wavelength. *Holz Roh- Werkst* 62:23–30
- Muller U, R "atzsch M, Schwanninger M, Steiner M, Z "obl H 2003 " Yellowing and IR-changes of spruce wood as a result of UVirradiation. *J Photochem Photobiol B* 69:97–105
- Oberhofnerová, E., Hýsek, Š., Pánek, M., Böhm, M. 2018. Effect of artificial weathering and temperature cycling on the performance of coating systems used for wooden Windows, *Journal of Coatings Technology and Research*, 15(4), 851-865.
- Oltean, L., Hansmann, C., Nemeth, R., Teischinger, A. 2010. Wood surface discolouration of three hungarian hardwood species due to simulated indoor sunlight exposure, *Wood Research*, 55, 49-58.
- Oltean, L., Teischinger, A., Hansmann, C. 2008. Wood surface discolouration due to simulated indoor sunlight exposure, *HolzalsRoh- und Werkstoff*, 66, 51–56.
- Pandey KK. 2005. A note on the influence of extractives on the photo-discoloration and photo-degradation of wood. *Polym Degrad Stabil* 87:375–379
- Pandey, K. K., Vuorinen, T. 2008. Comparative study of photodegradation of wood by a UV laser and a xenon light source, *Polymer Degradation and Stability*, 93(12), 2138-2146.
- Papp G, Preklet E, Kosikova B, Barta E, Tolvaj L, Bohus J, Szatm "ari ' S, Berkesi O 2004. Effect of UV laser radiation with different wavelengths on the spectrum of lignin extracted from hard wood materials. *J Photochem Photobiol A* 163:187–192
- Pastore TCM, Santos KO, Rubim JC. 2004. A spectrorimetric study on the effect of ultraviolet irradiation of four tropical hardwoods. *Bioresour Technol* 93:37–42
- Raphael, W., Martel, T., Landry, V., Tavares, J. R. 2018. Surface engineering of wood substrates to impart barrier properties: a photochemical approach. *Wood science and technology*, 52(1), 193-207.
- Salcă, E. A., Cismaru, I. 2011. Colour changes evaluation of freshly cut alder veneers under the influence of indoor sunlight. *Pro Ligno*, 7(1), 15-24.
- Salcă, E. A., Cismaru, I., Fotin, A. 2007. Effect of sunlight upon colour stability of alder and cherry veneers. *Pro Ligno*, 3(4).
- Sekino, N., Korai, H. 2018. The evaluation of long-term mechanical properties of wood-based panels by indoor exposure tests. *Journal of Wood Science*, 64(4), 377-389.
- Stachowiak-Wencek, A., Zborowska, M., Waliszewska, B., Prądzyński, W., Nowaczyk-Organista, M. 2013. Colour changes in pine wood subjected to ageing tests in an uv chamber, *Forestry and Wood Technology*, 84, 300-304.
- Temiz, A. 2005. Benzetilmiş dış hava koşullarının empenyeli ağaç malzemeye etkileri, Doktora Tezi. KTU, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Temiz, A., Terziev, N., Eikenes, M., Hafren J. 2007. Effect of accelerated weathering on surface chemistry of modified wood, *Applied Surface Science*, 253, 5355-5362.
- Temiz, A., Yildiz, U.C., Aydin, I., Eikenes, M., Alfredsen, G., Colakoglu, G. 2005. Surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test, *Applied Surface Science*, 250, 35-42.
- Terzi, E., 2008. Amonyum bileşikleri ile empenye edilen ağaç malzemenin yanma özellikleri, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Tolvaj L, Faix O. 1995. Artificial ageing of wood monitored by DRIFT spectroscopy and CIEL*a*b* color measurements. *Holzforshung* 49:397–404
- Tolvaj, L., Mitsui, K. 2005. Light source dependence of the photodegradation of wood, *Journal of Wood Science*, 51, 468–473.
- Tolvaj, L., Persze, L., Albert, L. 2011. Thermal degradation of wood during photodegradation, *Journal of Photochemistry And Photobiology*, 105, 90–93.
- Turkulin H, Sell J. 2002. Investigations into the photodegradation of wood using microtensile testing. Part 4: Tensile properties and fractography of weathered wood. *HolzRoh- Werkst* 60:96–105

-
- Valverde, J. C., Moya, R. 2014. Correlation and modeling between color variation and quality of the surface between accelerated and natural tropical weathering in *Acacia mangium*, *Cedrela odorata* and *Tectona grandis* wood with two coating. *Color Research & Application*, 39(5), 519-529.
- Williams, R.S. 2005. Weathering of wood, Handbook of wood chemistry and wood composites. R. Florida. 139-185.
- Wu, J. Y., Wu, S. Y., Hsieh, T. Y., Chang, S. T. 2002. Effects of copper-phosphorous salt treatments on green colour protection and fastness of ma bamboo (*Dendrocalamus latiflorus*), *Polymer Degradation and Stability*, 78, 379-384.
- Yıldız, Ü.C. 2000. Odun zararlıları ders notları (basılmamış). Trabzon: KTÜ, Orman Fakültesi.
- Zabel, R.A., Morrell, J.J. 1992. Wood Microbiology: Decay and Its Prevention, UK: *Academic Press.*, 254-25
- Zborowska, M., Pradzynski, W., Stachowiak – Wencek, A., Waliszewska, B., Biernat, H. 2015. “ Δa^* and Δb^* of walnut wood (*Juglans nigra L.*) treated with acid and alkaline buffers and UV - VIS light irradiation” *Ann. WULS - SGGW, For. and Wood Technol.*, 91, 229-233.
- Zborowska, M., Wencek, A. S., Waliszewska, B., Prądzyński, W. 2014. Annals of comparative studies of ipe (*tabebuia spp.*) wood photodegradation cause by treatment with outdoor and indoor UV-a light irradiation, *Forestry and Wood Technology*, 88, 292-296.
- Zhang, J., Kamdem, P.D., Temiz, A. 2009. Weathering of copper-amine treated wood, *Applied Surface Science*, 256, 842-846.
- Zigon, J., Petrič, M., Dahle, S. 2019. Artificially aged spruce and beech wood surfaces reactivated using FE-DBD atmospheric plasma. *Holzforschung*, 73(12), 1069-1081.

Dezenfekte ürünlerinin laminat parkenin çizilme direnci, yüzey pürüzlülüğü ve toplam renk değişimine etkisi

The effect of disinfection products on the scratch resistance, surface roughness and total color change of laminate flooring

Mehmet KARAMANOĞLU

Kastamonu Üniversitesi, Tosya Meslek
Yüksekokulu, Kastamonu

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Mehmet KARAMANOĞLU
mkaramanoglu@kastamonu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

26.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

30.05.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Karamanoğlu, M. (2022). Dezenfekte ürünlerinin laminat parkenin çizilme direnci, yüzey pürüzlülüğü ve toplam renk değişimine etkisi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 310-317 . DOI: 10.17568/ogmoad.1093890

Öz

Bu çalışmanın amacı, laminat parkelerin dezenfekte ürünlerinin etkisine karşı görsel bozunma, çizilme direnci, yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimlerinin belirlenmesidir. Bunun için piyasadan temin edilen laminat parke yüzeylerine TS EN 12720:2009+A1 esaslarına göre iki farklı etki süresinde (16 ve 24 saat) el ve yüzey dezenfektanları ile kolonya uygulanmıştır. Laminat parkelerin görsel muayenesi TS EN 12720, çizilme direnci TS EN 15186, yüzey pürüzlülüğü TS 6956 EN ISO 4287/A1 ve toplam renk değişimi ASTM D2244 esaslarına göre belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre parke yüzeylerinde gözle algılanabilen renk bozulması, parlaklık ve renk değişimi, kabarma, şişme gibi kusurlar tespit edilmemiştir. Genel olarak yüzey pürüzlülüğü ve toplam renk değişimi değerleri azalırken tüm dezenfekte ürünleri tüm etki sürelerinde çizilme direncini azaltmıştır.

Anahtar Kelimeler: Laminat parke, çizilme direnci, yüzey pürüzlülüğü, renk, soğuk sıvılara karşı direnç

Abstract

The aim of this study is to determine the visual deterioration, scratch resistance, surface roughness, and color changes of laminate flooring against the effect of disinfection products. For this purpose, hand and surface disinfectants and cologne were applied to the surfaces of laminate flooring obtained from the local market in Kastamonu. Two different effect times (16 and 24 hours) according to TS EN 12720:2009+A were studied on visual inspection of laminate flooring (TS EN 12720), scratch resistance (TS EN 15186), surface roughness (TS 6956 EN ISO 4287/A1), and total color change (ASTM D2244) principles. According to the results of the study, no visible defects such as discoloration, brightness and color change, and swelling were detected on the surfaces of laminate flooring. While the surface roughness and total color change values decreased in general, all disinfectant products decreased the scratch resistance at all effect times.

Keywords: Laminate flooring, scratch resistance, surface roughness, color, resistance to cold liquids



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ana maddesi ahşap olan parkeler, ahşap maliyetinin yüksek olması dolayısıyla parkecilik dalında değişik ahşap ürünlerle parke imalatını gündeme getirmiş ve başarılı da olmuştur. Basit bir kör döşeme (tahta kaplama) ile başlayan parkecilik daha sonra birçok yapının vazgeçilmez seçeneği olmuştur ve kendine geniş alanda uygulama yeri bulmuştur. Günümüzde yaygın kullanım alanına sahip parkelerden bir tanesi hibrit bir ürün olan laminat parkelerdir.

Laminat parkeler, piyasaya girişlerinden (1977 yılı Perstorp Firması-İsveç) günümüze en çok tercih edilen ve kullanılan parkeler arasındadır (Gençer ve ark., 2021; Hayriatak, 2021). Laminat parkelerin genel yapısını melamin-formaldehit termoset reçineler ile empenye edilmiş kağıtlardan elde edilen yüzey levhaları ve ahşap esaslı levhalardan (yonga levha, lif levha (MDF, HDF vb.)) elde edilen taşıyıcı tabaka oluşturmaktadır (Döngel ve ark., 2008; Döngel ve ark., 2015; Kılıç, 2017; Gençer ve ark., 2021).

Laminat parkeler kullanım ve bakım kolaylığı, aşınma ve çizilmeye karşı dayanıklılık, ürün çeşitliliği gibi birçok özelliği nedeni ile ev, kamu ve ticari binalarda kullanımda tercih edilmektedir (Singer ve Özşahin, 2021).

Dezenfekte ürünleri birçok kimyasal bileşenden oluşan farklı kullanım alanları için farklı içerik ve formda üretilebilen, temel olarak bakteri ve virüslerin yayılmasına engel olan temizlik ürünleridir. Covid 19 pandemisi ile birlikte bu ürünlerin kullanım alanları ve miktarları artış göstermiştir.

Zemin döşeme yüzeylerinin günlük hayatımızda çeşitli etkilere (çeşitli sıvılara, deterjanlara, mekanik etkilere maruz kalması ve bu etkiler sonucunda çizilmesi, aşınması, deformasyona uğraması vb.) sık sık maruz kalması döşemeyi bu etkilere iç mekanda en çok maruz kalan unsurlardan biri haline getirmektedir (Pavlič ve ark., 2021).

Pavlič ve ark. (2021) farklı verniklerle kaplanmış meşe (*Quercus* sp.) parke için asetik asit (%10), aseton, amonyak (%10), sitrik asit (%10), temizlik maddesi, kahve, etanol (%48), hardal, yağ (parafin), kırmızı şarap (Merlot, %13), su ve ter (alkali solüsyon) soğuk sıvıları ile yaptıkları çalışmada soğuk sıvılara karşı direncin son kat kullanımının özelliklerine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Salca ve ark. (2021) farklı verniklerle kaplanmış kızılğacın (*Alnus glutinosa* L.) parlaklığı üzerine yaptıkları çalışmada su, yağ (sıvı parafin), %48 alkol ve kahve soğuk sıvılarını farklı sürelerde örneklerle uygulamış ve sıvıların yüzeyde hem az

görünür hem de görünür izler bıraktığını, özellikle alkolün hızlı bir şekilde yüzey bozunmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Vidholdová ve ark. (2021) farklı sıcaklıklarda ısı işlem görmüş meşe (*Quercus cerris* L.) odununa yağ ve mum bazlı koruyucu katmanlar uygulamış ve çeşitli mekanik ve direnç özelliklerini incelemişlerdir. Soğuk sıvılara karşı direncin koruyucu katmana göre farklılık gösterdiğini, çalışmada kullanılan dezenfektanın (Kloramin T, %2,5 sulu çözelti) belirgin renk değişikliğine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı Covid 19 pandemisi ile birlikte bilinçli veya bilinçsiz kullanımları aşırı oranda artan dezenfekte ürünlerinin (el ve yüzey dezenfektanı ile kolonya) laminat parkenin özelliklerine etkisini belirlemek ve laminat parkelerin soğuk sıvılara karşı dirençleri ile ilgili literatüre katkıda bulunmaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

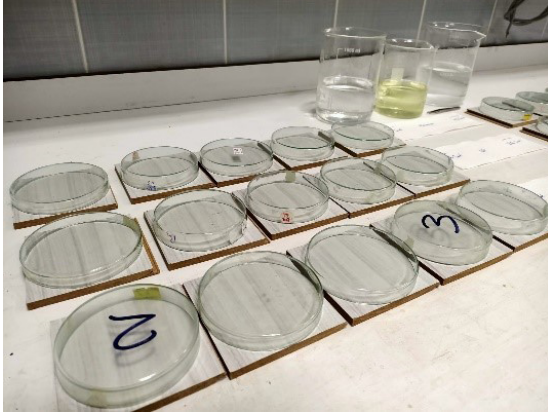
2.1.1. Laminat parke

Laminat parkeler Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi firmasının Kastamonu Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren tesislerinden temin edilmiştir. Laminat parkelerin taşıyıcı tabakası 8 mm HDF, alt (balans) ve üst (overlay) katmanları melamin reçinesi emdirilmiş alfa selüloz esaslı kağıt filmlerden oluşmaktadır. Dekor katmanı yoğunluğu 60 - 80 g/m² olan melamin reçine emdirilmiş kağıttır. Emprenye edilerek hazırlanan kağıt katmanlar taşıyıcı levha üzerine 200 °C sıcaklık, 35-37 kg/cm² basınç altında 15-20 saniye süreyle preslenmiştir.

120x20,5 cm boyutlarında temin edilen parkeler 10x10 cm ölçülerinde kesilmiş ve sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi %65±5 olan Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir (TS 642 ISO 554, 1997). Ardından dezenfekte ürünlerine maruz bırakılmış ve testler yapılmıştır (Şekil 1).

2.1.2. Dezenfekte ürünleri

Çalışmada kullanıma hazır yüzey dezenfektanı, el dezenfektanı ve kolonya kullanılmış olup Kastamonu ilinde serbest piyasadan tesadüfi temin edilmiştir. Ürünlerin içerikleri Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Testin uygulanması
Figure 1. Application of the test

Tablo 1. Dezenfekte ürünleri ve içerikleri
Table 1. Disinfectant products and ingredients

Yüzey Dezenfektanı	El Dezenfektanı	Kolonya
<ul style="list-style-type: none"> • <%5 Hidrojen Peroksit 	<ul style="list-style-type: none"> • Etil alkol • Gliserin • Hidrojen peroksit • Deiyonize su 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol denat • Agua • Parfum • Limonene • Citral • Linalool • Benzyl Alcohol • Benzyl Benzoate

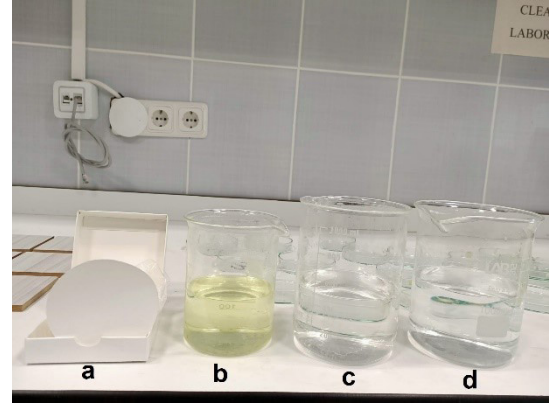
2.2. Yöntem

2.2.1. Dezenfekte ürünlerinin uygulanması

Dezenfekte ürünlerinin laminat parke yüzeylerine uygulanmasında TS EN 12720:2009+A1 esaslarına uyulmuştur. Deney örnekleri kondisyonlama sonrası $23\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklığa sahip laboratuvar ortamında yüzeyleri temiz bir bez ile hafifçe temizlendikten sonra tezgahlara terazisinde yatay olarak yerleştirilmiştir. Çapı 90 mm (pamuk filtreli, partikül tutumu $2.5\ \mu\text{m}$, filtrasyon hızı 1870 saniye/100 ml (herzberg), ağırlığı $100\ \text{g/m}^2$, kalınlığı $200\ \mu\text{m}$) olan filtre kağıdı cımbız yardımı ile 30 sn dezenfekte sıvılarına daldırılarak sıvı kapları kenarında sıyrılarak hızlı bir şekilde deney örnekleri yüzeyine yerleştirilmiştir ve hızlıca çapı 100 mm olan cam petri tabaklarla filtre kağıdına temas ettirmeden kapatılmıştır (Şekil 2).

Deney periyotlarının (16 ve 24 saat) ardından cam petri tabaklar kaldırılmış, filtre kağıtları cımbız ile yüzeyden alınmıştır. Her 4 saatte bir aynı işlem tekrarlanmıştır. Deney örnekleri herhangi bir işlem yapmadan 24 saat deney ortamında bekletilmiştir. Daha sonra örnek yüzeyleri temiz bir bez yardımı ile destile suyla hafifçe bastırarak silinmiştir ve

ardından kuru bir bez yardımı ile tekrar silinmiştir. Örnekler deney ortamında üzeri örtülmeden ve dokunulmadan 30 dk bekletilmiştir. Ardından deney levhalarının muayenesi ve testler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. a) Filtre kağıdı b) kolonya
c) el dezenfektanı d) yüzey dezenfektanı
Figure 2. a) Filter paper b) cologne
c) hand disinfectant d) surface disinfectant

2.2.2. Örneklerin muayenesi

Örnek yüzeylerinde dezenfekte ürünlerinin neden olduğu renk bozulması, parlaklık ve renk değişimi, kabarma, şişme vb. kusurlar 1200 ± 400 lüks ışık kaynağı altında, 0,25-1 metre arasında değişen mesafelerde, çeşitli açılardan, yön ve düzlemlerden görsel ve yüzeye dokunmak sureti ile belirlenmiştir ve Tablo 2'ye göre değerlendirilmiştir (TS EN 12720, 2009).

2.2.3. Çizilme direnci ölçümü

Çizilme direnci TS EN 15186 (2017) esaslarına göre belirlenmiştir. Ölçümler Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi firmasının laboratuvarlarında ERICHSEN Model 413 çizilme direnci test makinesinde yapılmıştır. Örnekler deney düzeneğine yerleştirildikten sonra; öncelikle 5 N'luk bir kuvvetle örnek bir tur döndürülmekte kesintisiz bir çizgi oluşmaması ise kesintisiz bir çizgi oluşuncaya kadar 1 N'luk kademelerle kuvvet arttırılmaktadır. 5 N'luk kuvvet uygulamasında kesintisiz çizgi oluşur ise, 2 N'a kadar 0,5 N'luk, 1 N'a kadar 0,20 N'luk ve 1 N'un altında 0,1 N'luk kademelerle kuvvet azaltılarak işlem sürdürülmektedir. Her kademede örnek yüzeyleri 1000 Lüks'lük ışık kaynağına sahip görüntüleme kabininde kontrol edilmektedir. Daire şeklinde meydana gelen sürekli çizgilerde kesintiler oluşmaya başladıktan sonra denemeye son verilmektedir. 8 eşit bölgeye ayrılan örnek yüzeyinde 8 bölgeden 6'sında aynı tekrarı veren uygulama kuvvetlerine göre belirlenmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı numerik derecelendirme kodu (TS EN 12720, 2009)
Table 2. Descriptive numerical rating code

Numerik Der. Kodu	Tanımlama
5	Değişiklik yok Bitişik alandan ayırt edilemeyen deney alanı
4	Küçük değişiklik Sadece ışık kaynağı deney yüzeyi üzerine aksettirildiğinde veya iz oldukça yaklaştırıldığında ve gözlemleyicinin bakış yönüne doğru yansıtıldığında, yalnızca önemsiz bir renk değişikliği ve parlaklık görülür veya sadece yalıtılmış izler görülür. Yüzey yapısında örneğin, lif değişikliği, şişme, çatlama ve kabarma gibi bir değişiklik olmaz.
3	Orta derece değişiklik Deney alanı, inceleme yönlerinin tamamında görülebilen örneğin renk değişikliği ve parlaklık değişimi görülebilen bitişik alanlardan görülebilir. Yüzey yapısında örneğin, lif değişikliği, şişme, çatlama ve kabarma gibi bir değişiklik olmaz.
2	Önemli değişiklik Bitişik alanlardan ayırt edilebilir ve tüm görünüm yönlerinden görülebilen deney alanı (renk değişikliği ve parlaklık ve renkteki değişiklik gibi) ve/veya yüzeyin yapısındaki hafif bir değişiklik (şişme, lif değişikliği, çatlama ve kabarma gibi). Belirgin değişiklik Yüzeyin yapısında belirgin biçimde değişiklik oluşur ve/veya renk değişikliği, parlaklık ve renkte değişiklik, ve/veya yüzey malzemesinde, kısmen ya da tamamen kalkma ve/veya yüzeye yapışan filtre kağıdı.
1	

2.2.4. Yüzey pürüzlülüğü ölçümü

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri TS 6956 EN ISO 4287/A1 (2013) esaslarına göre Accretch Handysurf E-35 B (Tokyo Seimitsu) iğne taramalı yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Pürüzlülük ölçümü parke yüzeyine dik yönde yapılmıştır.

Çalışmada, örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra^*) değerleri ölçülmüştür. Ortalama pürüzlülük (Ra^*), pürüzlülük profili boyunca profil ortalama çizgisinden sapmalara ilişkin tüm değerlerin aritmetik ortalamasıdır. Ra^* , pürüzlülük profili ile bu profilin ortalama çizgisi arasındaki alandır (Aydın ve Çolakoğlu, 2003). Bu çalışmada yüzey

pürüzlülüğü Ra^* parametresine göre değerlendirilmiştir.

Ölçümler oda sıcaklığında, titreşim ve gürültü kaynaklarından uzak iğne çapı 5 μ m, ölçme hızı 0,5 mm/sn, tarama uzunluğu 12,5 mm ve sınır dalga boyu, $\lambda_c = 2,5$ mm olacak şekilde yapılmıştır. Ölçüm hassasiyeti için her 50 ölçümde bir cihaz yeniden kalibre edilmiştir. Örneklerin ve cihazın yer düzlemine paralellığı kontrol edilmiş ve ayarlanmıştır.

2.2.5. Toplam renk değişimi ölçümü

Renk ölçümlerinde ASTM D2244-16 (2016)'da belirtilen esaslara uyulmuştur. Renk değişimleri $CIE L^*a^*b^*$ renk sistemine göre ölçüm yapabilen Konica Minolta CM-2300d cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz ışık kaynağı D65 ve 10° olarak kalibre edilmiştir.

$CIE L^*a^*b^*$ sistemine göre, toplam renk değişimi (ΔE^*):

$$\Delta L^* = L^*2 - L^*1$$

$$\Delta a^* = a^*2 - a^*1$$

$$\Delta b^* = b^*2 - b^*1$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

eşitliğinden yararlanılarak belirlenir (Karamanoğlu, 2012).

Burada:

ΔL^* , Δa^* ve Δb^* , değerleri renklerin ilk hali (1) ile son hali (2) arasındaki farktır. Örneklerin toplam renk değişimi (ΔE^*) değerleri kontrol gruplarına göre değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Örneklerin muayenesi

Dezenfekte ürünlerinin etkisine maruz bırakılan laminat parkelerin gözle algılanabilen renk bozulması, parlaklık ve renk değişimi, kabarma, şişme gibi kusurlar TS EN 12720 (2014)'de yer alan ve Tablo 2'de verilen tanımlayıcı numerik derecelendirmeye göre değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3'e göre örneklerin muayenesi sonucunda dezenfekte ürünlerinin laminat parke yüzeylerinde herhangi bir kusura neden olmadığı belirlenmiştir.

3.2. Çizilme direncine ait bulgular

Kontrol ve dezenfekte ürünlerinin etkisine maruz bırakılan örneklerin çizilme direnci değerlerine ait veriler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3. Örneklerin muayene sonuçları
Table 3. Examination results of samples

Etki Maddesi	Etki Süresi	Numerik Derecelendirme Kodu				
		1	2	3	4	5
Yüzey Dezenfektanı	16 Saat					√
El Dezenfektanı	24 Saat					√
El Dezenfektanı	16 Saat					√
El Dezenfektanı	24 Saat					√
Kolonya	16 Saat					√
Kolonya	24 Saat					√

Tablo 4. Çizilme direncine ait veriler
Table 4. Results of scratch resistance

Etki Maddesi	Etki Süresi	\bar{X}	Ss	Xmin	Xmax
Kontrol	Kontrol	4,80	0,44	4,50	5,50
Yüzey Dezenfektanı	16 Saat	4,10	0,22	4,00	4,50
Yüzey Dezenfektanı	24 Saat	4,20	0,27	4,00	4,50
El Dezenfektanı	16 Saat	4,00	0,00	4,00	4,00
El Dezenfektanı	24 Saat	4,00	0,00	4,00	4,00
Kolonya	16 Saat	4,10	0,00	4,00	4,50
Kolonya	24 Saat	4,00	0,22	4,00	4,00

\bar{X} : aritmetik ortalama Ss: standart sapma

Tablo 5. Çizilme direnci ANOVA sonuçları
Table 5. Results of ANOVA for scratch resistance

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P, $\alpha \leq 0,05$
Etki süresi	1	0,033	0,033	0,622	0,437**
Etki maddesi	2	0,117	0,058	1,089	0,350**
Etkileşim	2	0,017	0,008	0,156	0,857**
Hata	28	1,500	0,054		
Toplam	35	613,000			

*: anlamlı ($\alpha \leq 0,05$ 'e göre) **: anlamsız

Laminat parkelerin çizilme direnci değerleri, etki maddesi ve etki süresine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5'e göre; etki süresi, etki maddesi ve bu faktörlerin etkileşimleri anlamsız çıkmıştır ($\alpha \leq 0,05$). Etki maddesi ve etki süresi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Çizilme direnci Duncan testi sonuçları
Table 6. Results of Duncan test for scratch resistance

Faktör	\bar{X}	HG
Etki süresi	Kontrol	4,80 A*
	16 saat	4,03 B
	24 saat	4,10 B
Etki maddesi	Kontrol	4,80 A*
	Yüzey Dezenfektanı	4,15 B
	El Dezenfektanı	4,00 B
	Kolonya	4,05 B

\bar{X} : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu *: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.

Tablo 6'ya göre en yüksek çizilme direnci değeri hem etki süresi hem de etki maddesi faktörleri düzeyinde kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

3.3. Yüzey pürüzlülüğüne ait bulgular

Kontrol ve dezenfekte ürünlerinin etkisine maruz bırakılan örneklerin yüzey pürüzlülüğü (Ra^*) değerine ait veriler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Yüzey pürüzlülüğüne (Ra^*) ait bulgular
Table 7. Results of the surface roughness (Ra^*)

Etki Maddesi	Etki Süresi	\bar{X}	Ss	Xmin	Xmax
Kontrol	Kontrol	9,17	0,91	7,80	10,34
Yüzey Dezenfektanı	16 Saat	7,95	1,17	6,40	10,00
Yüzey Dezenfektanı	24 Saat	8,94	1,99	6,30	11,00
El Dezenfektanı	16 Saat	7,98	1,53	7,50	10,90
El Dezenfektanı	24 Saat	9,19	1,28	6,50	13,20
Kolonya	16 Saat	8,56	1,11	7,00	11,10
Kolonya	24 Saat	9,48	2,33	5,90	12,60

\bar{X} : aritmetik ortalama Ss: standart sapma

Laminat parkelerin yüzey pürüzlülüğü değerleri, etki maddesi ve etki süresine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Tablo 8'e göre; etki süresi faktörü anlamlı, etki maddesi ile etki süresi ve etki maddesi etkileşimi anlamsız çıkmıştır ($\alpha \leq 0,05$). Etki maddesi ve etki süresi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. Yüzey pürüzlülüğü ANOVA sonuçları
Table 8. Results of ANOVA for surface roughness

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P, $\alpha \leq 0,05$
Etki süresi	1	16,214	16,214	6,713	0,012*
Etki maddesi	2	3,625	1,812	0,750	0,476**
Etkileşim	2	0,241	0,120	0,050	0,951**
Hata	63	152,151	2,415		
Toplam	70	5540,272			

*: anlamlı ($\alpha \leq 0,05$ 'e göre) **: anlamsız

Tablo 9. Yüzey pürüzlülüğü Duncan testi sonuçları
Table 9. Results of Duncan test for surface roughness

Faktör	\bar{X}	HG
Etki süresi	Kontrol	9,17 A*
	16 saat	8,16 A*
	24 saat	9,20 A*
Etki maddesi	Kontrol	9,17 A*
	Yüzey Dezenfektanı	8,44 A*
	El Dezenfektanı	8,58 A*
	Kolonya	9,02 A*

\bar{X} :Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu *: En yüksek yüzey pürüzlülüğü değerini ifade etmektedir.

Tablo 9'a göre en yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri tüm faktörler düzeyinde tespit edilmiştir.

3.4. Toplam renk değişimine ait bulgular

Kontrol ve dezenfekte ürünlerinin etkisine maruz bırakılan örneklerin toplam renk değişimi değeri-ne ait veriler Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 11. Toplam renk değişimi ANOVA sonuçları
Table 11. Results of ANOVA for total color change

Faktör	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P, $\alpha \leq 0,05$
Etki süresi (A)	1	0,980	0,980	0,475	0,493**
Etki maddesi (B)	2	0,225	0,112	0,054	0,947**
Etkileşim (AB)	2	24,429	12,215	5,918	0,004*
Hata	63	130,029	2,064		
Toplam	70	437636,502			

*: anlamlı ($\alpha \leq 0,05$ 'e göre) **: anlamsız

Tablo 12'ye göre en yüksek toplam renk değişimi değeri tüm faktörler düzeyinde tespit edilmiştir.

Etki süresi – etki maddesi faktör etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13'e göre; en yüksek toplam renk değişimi değeri kontrol, 16 saat yüzey dezenfektanı etkisine maruz bırakılan ve 24 saat kolonya etkisine maruz bırakılan örneklerde tespit edilmiştir. En düşük toplam renk değişimi değeri 24 saat yüzey dezen-

Tablo 10. Toplam renk değişimine ait bulgular
Table 10. Results of total color change

Etki Maddesi	Etki Süresi	\bar{X}	Ss	Xmin	Xmax
Kontrol		79,67	0,61	78,80	80,70
	Yüzey	79,61	1,12	77,85	80,94
	Dezenfektanı	78,12	1,97	75,19	80,24
El	16 Saat	78,59	1,46	76,54	81,10
	Dezenfektanı	79,46	1,41	76,62	80,69
Kolonya	16 Saat	78,23	1,77	75,48	80,77
	24 Saat	79,65	1,27	77,30	81,27

\bar{X} : aritmetik ortalama Ss: standart sapma

Laminat parkelerin toplam renk değişimi değerleri, etki maddesi ve etki süresine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11'e göre; etki süresi ve etki maddesi faktörleri anlamsız, bu faktörlerin etkileşimleri ise anlamlı çıkmıştır ($\alpha \leq 0,05$). Etki maddesi ve etki süresi faktörleri düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 11. Toplam renk değişimi ANOVA sonuçları
Table 11. Results of ANOVA for total color change

fektanı etkisine maruz bırakılan örneklerde tespit edilmiştir.

Tablo 12. Toplam renk değişimi Duncan testi sonuçları.
Table 12. Results of Duncan test for total color change

Faktör		\bar{x}	HG
Etki süresi (A)	Kontrol	79,67	A*
	16 saat	78,82	A*
	24 saat	79,08	A*
Etki maddesi (B)	Kontrol	79,67	A*
	Yüzey Dezenfektanı	78,88	A*
	El Dezenfektanı	79,03	A*
	Kolonya	78,94	A*

\bar{x} :Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

Tablo 13. Etki süresi – etki maddesi etkileşimine ait toplam renk değişimi Duncan testi sonuçları
Table 13. Results of Duncan test for effect duration - active ingredient interaction on total color change

Faktör AB	Kontrol		16 saat		24 saat	
	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG	\bar{x}	HG
Kontrol	79,67	A*	-	-	-	-
Yüzey Dezenfektanı	-	-	79,64	A*	78,12	B
El Dezenfektanı	-	-	78,59	AB	79,46	AB
Kolonya	-	-	78,23	AB	79,65	A*

\bar{x} :Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu *: En yüksek toplam renk değişimi değerini ifade etmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

TS EN 12720 (2014)'ye göre gerçekleştirilen deney sonrası standartta yer alan ve Tablo 2'de verilen tanımlayıcı numerik derecelendirme kodlarına göre muayenesi yapılan örneklerde gözle algılanabilen renk bozulması, parlaklık ve renk değişimi, kabarma, şişme vb. kusurlar tespit edilemediğinden 5 nolu kod (değişiklik yok-bitişik alandan ayırt edilemeyen deney alanı) ile değerlendirilmiştir.

Çalışmada istatistiki olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmasa da tanımlayıcı istatistiklere göre; laminat parkenin çizilme direnci tüm etki maddeleri ve etki süresinde azalmıştır. En fazla azalma %16,67 oranla hem 16 ve hem de 24 saat etki süresinde el dezenfektanı ile 24 saat etki süresinde kolonya maddelerinde meydana gelmiştir. En az azalma 16 saat etki süresinde yüzey dezenfektanında meydana gelmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra^*) genel olarak azalmıştır. Ra^* 'da en fazla azalma %13,3'lük oranla 16 saat etki süresinde yüzey dezenfektanında, en az azalma %2,4 oranla 24 saat etki süresinde yüzey dezenfektanında meydana gelmiştir. Buna karşın 24 saat etki süresinde el dezenfektanı ve kolonya etkisinde sırası ile %0,22 ve %3,38 oranlarında ar-

tış tespit edilmiştir.

Parkelerin dezenfekte etkisine karşı toplam renk değişimi değerleri incelendiğinde değerlerde artış ve azalmalar görülmektedir. Toplam renk değişimi değerindeki azalmalar rengin koyulaştığı, artışlar ise rengin açıldığını ifade etmektedir. Toplam renk değişimi değerlerinde en fazla azalma %3,1'lik oranla 24 saat etki süresi ile yüzey dezenfektanı maddesinde, en az azalma %0,8'lik oranla 16 saat etki süresi ile yine yüzey dezenfektanı maddesinde belirlenmiştir. Buna karşın 24 saat etki süreli el dezenfektanı ve kolonya maddelerinde sırası ile %1,6 ve %1,1 oranlarında artış meydana gelmiştir.

Teşekkür

Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ne desteklerinden dolayı teşekkür ediyorum.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

ASTM D2244-16., 2016. Standard practice for calculation of color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates. American Society for Testing and Materials, astm.org West Conshohocken, Pennsylvania, United States.

Aydın, İ., Çolakoğlu, G., 2011. Odun yüzeylerinde pürüzlülük ve pürüzlülük ölçüm yöntemleri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 4(1), 92-102.

Döngel, N., Küreli, İ., Söğütü, C., 2008. Kuru sıcaklığın ahşap ve ahşap esaslı döşeme kaplama malzemelerinde parlaklık ve renk değişimine etkisi. *Politeknik Dergisi*, 11(3), 255-263.

Döngel, N., Küreli, İ., Söğütü, C., 2015. Ahşap ve ahşap esaslı döşeme kaplama malzemelerinin aşınma ve çizilme direnci ile sigara ateşine dayanıklılıklarının belirlenmesi. 3. Ulusal Mobilya Kongresi (UMK-2015), 10-12 Nisan 2015, Konya.

Gençer, A., Gençer, G. M., Akarsu, M., Arpaç, E., 2021. Kendi kendini temizleme özelliğine sahip antimikrobiyal etki gösteren laminat yüzeylerinin eldesi. *Journal of Scientific, Technology and Engineering Research*, 2(1), 68-76.

Hayri, A., 2021. Laminat parke nedir? <https://hayriatak.com/laminat-parke-nedir/> (Ziyaret tarihi: 30.12.2021).

Karamanoğlu, M., 2012. Açık hava şartlarında bırakılmış bazı ağaç malzemelerin renk açma işlemi ile resto-

rasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

Kılıç, O., 2017. Kafe iç mekan tasarımında ahşap kompozit malzemelerin kullanımının irdelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(63), 1270-1281.

Pavlič, M., Petrič, M., Žigon, J., 2021. Interactions of coating and wood flooring surface system properties. *Coatings*, 11(1), 91.

Salca, E. A., Krystofiak, T., Lis, B., Hiziroglu, S., 2021. Glossiness evaluation of coated wood surfaces as function of varnish type and exposure to different conditions. *Coatings*, 11(5), 558.

Singer, H., Özşahin, Ş. 2021. Prioritization of laminate flooring selection criteria from experts' perspectives: a spherical fuzzy AHP-based model. *Architectural Engineering and Design Management*, 1-16.

TS 642 ISO 554., 1997. Kondisyonlama ve/veya deney için standard atmosferler-özellikler. Türk Standardları Enstitüsü (TSE), tse.org.tr, Ankara.

TS EN 15186., 2017. Mobilya - Çizilmeye karşı yüzey mukavemetinin değerlendirilmesi. TSE. Ankara.

TS 6956 EN ISO 4287/A1., 2013. Geometrik mamul özellikleri (gmö) - yüzey yapısı: profil metodu - terimler, tarifler ve yüzey yapısı parametreleri. TSE. Ankara.

TS EN 12720:2009+A1., 2014. Mobilya - Soğuk sıvılara karşı yüzey dayanıklılığının değerlendirilmesi. TSE. Ankara.

Vidholdová, Z., Slabejová, G., Šmidriaková, M., 2021. Quality of oil-and wax-based surface finishes on thermally modified oak wood. *Coatings*, 11(2), 143.

Firetex ilave edilerek hazırlanmış atık kağıtların termal, fiziksel, optik ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi

Determination of thermal, physical, optical and mechanical properties of waste papers prepared by adding Firetex

Emrah PEŞMAN¹ 
Ezgi CİVİL¹ 

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Artvin

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Emrah PEŞMAN
emrahpesman@artvin.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

28.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

06.07.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Peşman, E. & Civi, E. (2022). Firetex ilave edilerek hazırlanmış atık kağıtların termal, fiziksel, optik ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 318-328 . DOI: 10.17568/ogmoad.1094501



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Çalışmada hammadde olarak mekanik hamur bazlı teksir (gazete) kağıtları, yangın geciktirici olarak su bazlı Firetex (taş suyu) ticari ürünü kullanılmıştır. Teksir kağıtları çalışma öncesi hamurlaştırıcıda açılmış ve rapid-köthen makinesi ile tekrar kağıt haline dönüştürülmüştür. Firetex, kağıtlara daldırma yöntemi ile %25, %50, %75 ve %100 konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Çalışma kapsamında üretilen test kağıtlarının termal, sağlamlık ve optik özellikleri ölçülmüş ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışmada test örneklerinin termogravimetrik (TGA) analizleri sonucunda artırılan Firetex oranı ile kömürleşmenin ve kalıntı miktarının önemli ölçüde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Örneklerin limit oksijen indeksi (LOI) değerlerinin de artırılan Firetex oranı ile arttığı, %50'lik konsantrasyon ile standart kabul edilen 26 LOI değerinin aşıldığı, %100 yangın geciktirici ile işlem gören örneklerde cihaz limitlerinin aşıldığı tespit edilmiştir. Artırılan Firetex oranı yanmaya karşı direnci geliştirirken kopma ve yırtılma direncini düşürdüğü tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda LOI ve sağlamlık değerleri birlikte düşünüldüğünde atık gazete kağıtları için en uygun Firetex konsantrasyonu %50 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık kağıt, Firetex, termogravimetrik analiz, limit oksijen indeksi

Abstract

In the study, mechanical pulp-based (newspaper) papers were used as raw material and water-based Firetex (stone water) commercial product was used as fire retardant. Waste papers were refibrilled in the pulper and recycled with the rapid-köthen machine. Firetex was applied to the papers at 25%, 50%, 75% and 100% concentrations by immersing method. The thermal, mechanical and optical properties of the test papers produced within the scope of the study were measured and optimized. In the study, as a result of the thermogravimetric (TGA) analyzes of the test samples, it was determined that the carbonization and residue amount increased significantly with the increased Firetex ratio. It was determined that the limit oxygen index (LOI) values of the samples also increased with the increasing Firetex ratio, the LOI value of 26 accepted as the standard with 50% concentration was exceeded, and the device limits were exceeded in the samples treated with 100% fire retardant. It has been determined that the increased Firetex ratio improves the resistance against burning, while reducing the tensile and tearing resistance. As a result of the study, when the LOI and strength values are considered together, the most suitable Firetex concentration for waste newspaper is determined as 50%.

Keywords: Waste paper, Firetex, thermogravimetric analysis, limited oxygen index

1. Giriş

Günümüzde kağıtlar çok farklı kullanım alanları bulabilmektedir. Bu nedenle kağıtların kullanım alanına göre direnç ve dayanım özelliklerinin farklılaştırılması oldukça önem taşımaktadır. Örneğin ambalaj endüstrisi açısından bakıldığında oluklu mukavvaların öncelikle yük taşıyabilecek sağlamlıkta olması önemli iken, et ve benzeri ürünlerin ambalajlanmasında kullanılacak kağıtların sızdırmazlık ve sıvılara karşı direnç göstermesi istenilen birincil özelliklerdir. Bu yüzden hammadde-leri benzer olsa da kağıtların üretim yöntemleri ve içerdikleri kimyasallar kullanım alanına bağlı olarak çok büyük farklılıklar göstermektedir. Bu özel kağıtlardan birisi de dekoratif amaçlı kullanılan duvar kağıtları ve izolasyon amaçlı kullanılan atık kağıt dolgularıdır. Beklenildiği gibi bu tür kağıtların öncelikle yangına karşı direnç göstermesi istenilmektedir.

Kağıt ve kağıttan üretilen ürünler, içerdiği selüloz ve hemiselülozlerden dolayı hızlıca tutuşur. Bu nedenle yangına karşı direnç gereken yerlerde yanma geciktirici kimyasallar kullanılmaktadır. Yangın geciktiricileri pasif ve aktif yangın geciktiriciler olarak ikiye ayırmak mümkündür. Pasif yangın geciktiriciler alevin yayılmasını önlemekte ve ısıyı soğurarak kömürleşmeye yardımcı olmaktadır. Tutuşma sıcaklığı üzerine etkileri yoktur. Kalsiyum karbonat, talk, kil, silika ve cam yünü bunlara örnek olarak verilebilir (Mouritz ve Gibson, 2006; Kylosov, 2007). Aktif yangın geciktiriciler ise kimyasal reaksiyonlar ile alev geciktirici özellik gösteren kimyasallardır. Yaygın kullanılanları klorlu ve bromlu bileşik içeren yani halojenli reaktiflerdir (Bocchini ve Camino, 2010).

Çevresel etkiler açısından önemli olan halojen içermeyen aktif yangın geciktiriciler ise metal hidroksitler, fosfor ve bor bileşikleri içeren karışımlardır (Kylosov, 2007; Rakotomalala ve ark., 2010). Amonyum fosfatlar, borik asit, çinko klorür, sodyum borat, boraks, amonyum sülfat, antimon oksit ve fosforik asit önemli yangın geciktiriciler arasında yer alır (Kozłowski ve ark., 1995; Özdemir ve Tutuş, 2013).

Firetex ticari ürünü kireçtaşı mineral formülü içeren, su bazlı ateşe dayanıklı bir maddedir. İçeriği oldukça zengin minerallerden oluştuğu için etkisinin hem inert hem de aktif yangın geciktiriciler gibi olduğu düşünülmektedir. Ahşap malzemenin korunması üzerine önemli çalışmalar yapılmış ve oldukça etkili sonuçlar elde edilmiştir (Tomak ve Donmez Cavdar, 2013; Kesik ve ark., 2015; Özcan ve ark., 2016).

Bu çalışmada Firetex ticari ürünününün kağıt için uygunluğu araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada hammadde olarak baskı içermeyen mekanik hamur bazlı teksir (gazete) kağıtları kullanılmıştır. Kimyasal işlem uygulaması bu teksir kağıtlarından geri dönüştürülmüş test kağıtları kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada yangın geciktirici olarak su bazlı Firetex ticari ürünü kullanılmıştır. Kale Natural Ltd. Şti. tarafından üretilen ürün renksiz, kokusuz sıvı halde bulunmaktadır.

Balıkesir Üniversitesi Temel Bilimler Uygulama ve Araştırma Merkezinin ICP-AES sonuçlarına göre magnezyum, baryum ve nikel açısından zengin olduğu, ayrıca çinko, demir, kurşun gibi diğer elementleri de içerdiği tespit edilmiştir. Toplam çözünmüş katı miktarı 739 ppm, pH değeri 3,7 ve yoğunluğu 1,035 g/cm³tür (Anon., 2004).

2.2. Yöntem

2.2.1. Hamurlaştırma ve kağıt üretimi

Atık teksir kağıtları, laboratuvar tipi hamurlaştırıcıda homojen bir liflendirme sağlamak amacıyla yaklaşık 2x3 cm boyutlarında elle parçalanarak hamurlaştırma işlemine uygun hale getirilmiştir. Hamurlaştırma işlemi 45°C sıcaklık, %8 konsantrasyon, 950 rpm karıştırma hızı ve 10'ar dakikalık süre şartlarında 100 gr atık kağıt üzerinden gerçekleştirilmiştir. Hamurlaştırma işlemi sırasında liflerin açılması amacıyla ortama %1 NaOH ilavesi gerçekleştirilmiştir. Hamurlaştırma kademesi sonrası elde edilen ikincil lifler ile laboratuvar tipi Rapid-Köthen test kağıdı makinesi kullanılarak elek üzerinde kağıt formasyonu oluşturulmuş ve ardından ıslak presleme sonrası yine aynı makine üzerindeki kurutma kısmı yardımı ile çalışmada kullanılacak test kağıtları üretilmiştir.

2.2.2. Firetex uygulaması

Yangın geciktirici uygulaması, geri dönüştürülen bu kağıtların Tablo 1'de belirtilen oranlarda Firetex içeren çözelti içerisine daldırılması ve Rapid-Köthen test kağıdı makinesinin kurutma kısmında kurutulması ile gerçekleştirilmiştir.

2.2.3. Test örneklerinin FTIR-ATR ile karakterizasyonu

Test kağıtlarının FTIR-ATR (Fourier Transform infrared-Attenuated Total Reflectance) spektrumları, Shimadzu IR Prestige-21 FTIR cihazına eklen-

miş Pike Miracle ATR ataşmanıyla ölçülmüştür. Ölçüm aralığı 600-4000 cm⁻¹, çözünürlük 16 cm⁻¹ ve tekrar sayısı 24 olacak şekilde absorban değerleri kaydedilmiştir.

Tablo 1. Firetex'in (taş suyu) seyreltme oranları
Table 1. Dilution ratio of Firetex

Deney Kodu	Firetex (%)	Su (%)
M0	0	100
M1	25	75
M2	50	50
M3	75	25
M4	100	0

2.2.4. Test örneklerinin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji saçınım spektroskopisi (EDS) ile karakterizasyonu

Firetex uygulanmış kâğıtlar ve kontrol örneğinin taramalı elektron mikroskobu görüntüleri (SEM) Carls Zeiss Evo LS-10 taramalı elektron mikroskobu ile ölçülmüştür. Örnekler SEM incelemesinden önce 2 dk. sürede altın ile kaplanmıştır. Örneklerin 1000, 2500, 4000 ve 8000 büyütmedeki görüntüleri incelenmiştir. Örnekler üzerinde ayrıca Bruker enerji saçınım spektroskopisi ile (EDS) element analizi de yapılmıştır.

2.2.5. Termogravimetrik Analizler (TGA)

Termogravimetrik analiz, örnek ağırlığının sıcaklık veya zamana bağlı olarak ölçülmesidir. Test örnekleri analiz öncesi öğütülmüş ve 3-5 mg olacak şekilde önceden cihazda darası alınan porselen krozelere yerleştirilmiştir. Her bir analiz 20 mL/dk. azot gazı akışında, 10 °C/dakika artış ile oda sıcaklığından 900 °C ye kadar yakılmıştır. Cihaz üzerinden ağırlık kaybı basamakları, ağırlık kaybının türevi ve DSC sinyalleri kaydedilmiştir. TGA analizleri Perkin Elmer TGA-STA 6000 cihazı ile yapılmıştır.

2.2.6. Limitli Oksijen İndeksi (LOI) değerlerinin belirlenmesi

Yanma kaybının belirlendiği LOI testi ASTM-D2863-17a (2017) standardına göre oda sıcaklığında Dynisco limitli oksijen indeksi cihazında gerçekleştirilmiştir. Örnek boyutları 15mm x 140mm x 0,18mm olan numunelerin cihaz üzerinden ayarlanan oksijen oranlarında yakılması sağlanmıştır.

2.2.7. Fiziksel, mekanik ve optik analizler için test kâğıtlarının şartlandırılması

Elde edilen test kâğıtları, Tappi 402-om-93 (1993) standardına göre 23 °C sıcaklıkta ve % 50 bağıl

nem içerecek şekilde ayarlanmış şartlandırma odasında 1 hafta bekletildikten sonra fiziksel ve optik testlere tabi tutulmuştur.

2.2.8. Fiziksel özellikler

Test kâğıtlarının rutubet tayinleri Tappi T412 om16 (2016) standardına göre, gramajları ISO 536 (1995) standardına göre yapılmış ve sonuçlar 1 m²deki tam kuru madde miktarı olarak verilmiştir. Test kâğıtların kalınlıkları Tappi T411 om-21 (2021) metoduna uygun olarak belirlenmiştir.

2.2.9. Mekanik özellikler

Kâğıtların kopma direnci Tappi T404 om-87 (1987) standardına uygun olarak Testometric M250-2.5 CT tipi kopma cihazı ile ölçülmüştür. 15 mm genişliğinde kesilen kâğıt şeritler, 100 mm uzunluğunda aralığa sahip koparma çeneleri arasına yerleştirilerek ve çekme hızı 120 mm/dk. olarak ayarlanmış ve kopmanın 20 ± 5 saniyede gerçekleşmesi sağlanmıştır. Kaydedilen N cinsinden kopma direnci cihazın yazılımı vasıtasıyla kopma indisine çevrilmiştir.

Yırtılma testi, Tappi T414 om-88 (1988) standardına göre TMI Elmendorf tipi yırtılma cihazında yapılmıştır. Kâğıt örnekleri 62x100 mm boyutlarında kesildikten sonra 4 kat olacak şekilde yırtılma işlemi gerçekleştirilmiştir.

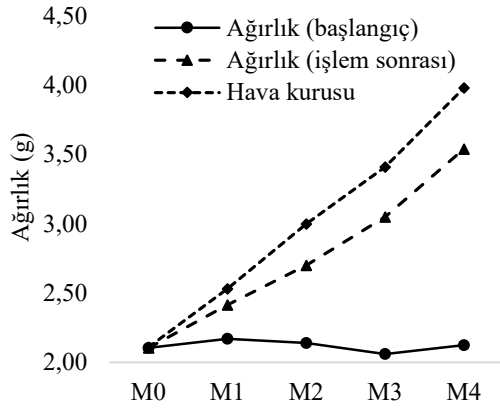
2.2.10. Optik özellikler

Deneme kâğıtlarının parlaklık değerleri ISO 2470-1(E) (2016) standardı esas alınarak Minolta CM-2600d Spectrofotometresinde belirlenmiştir. Sarılık indeksi ölçümü Minolta CM-2600d Spektrofotometresi ile ASTM E313 (2005) standardına göre yapılmıştır. Renk ölçümleri Tappi T 527 om-13 (2013) standardına göre difüz reflektans metodu ile yapılmıştır. CIE 15 (2004) standardına göre kâğıt endüstrisi için önerilen trisitumulus (X, Y, Z) değerlerinden program aracılığı ile L*a*b* renk koordinatlarının hesaplanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Buna göre L* aydınlık seviyeyi, a* pozitif eksende kırmızı, negatif eksende yeşil rengi, b* ise pozitif eksende sarı ve negatif eksende mavi rengi temsil etmektedir.

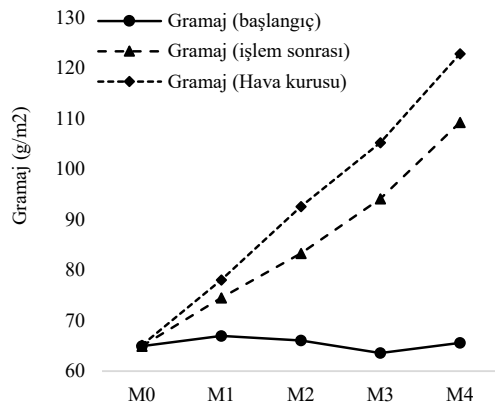
3. Bulgular

Şekil 1 ve Şekil 2'de sırasıyla Firetex uygulamasının kâğıtların ağırlığı ve gramajı üzerine etkileri görülmektedir. Grafikleri incelediğimizde Firetex oranının artırılması ile birlikte kâğıtların gramajlarının da arttığı görülmektedir. Grafiklerde işlem öncesi, işlem sonrası ve hava kurusu şartlarda yapılan ölçümlere ait sonuçlar yer almaktadır.

Şekil 3'ten görüldüğü gibi %25'lik Firetex içeren çözelti ile üretilen kâğıtların ağırlığı 2,17 gramdan 2,41 grama yaklaşık 0,24 g artmıştır. Firetex oranı %50'ye çıkartıldığında aradaki fark 0,56 g, %75'te 0,99 g ve %100 Firetex içeren örneklerde yaklaşık 1,41 grama kadar çıkmıştır. Gramajlarda yaklaşık 65 g/m²'den %25, %50, %75 ve %100 Firetex içeren kâğıtlarda sırasıyla 74,51 g/m², 83,33 g/m², 91,14 g/m² ve 109,26 g/m²'ye kadar çıkmıştır. Bu sonuçlara göre Firetexin kâğıtlara başarılı şekilde uygulandığı anlaşılmaktadır. Grafikler daha ayrıntılı incelendiğinde kâğıtların oda koşullarında bir süre bekletilmesi sonrası ortamdaki rutubeti çektiği ve ağırlığının ve gramajının absorbladığı nem ile daha da arttığı tespit edilmiştir. %100 Firetex içeren çözeltinin uygulandığı kâğıtlarda rutubetli ağırlık 3,98 grama kadar çıkmıştır.



Şekil 1. Firetex uygulamasının test kâğıtlarının ağırlıkları üzerine etkisi
Figure 1. The effect of Firetex application on the weights of test papers

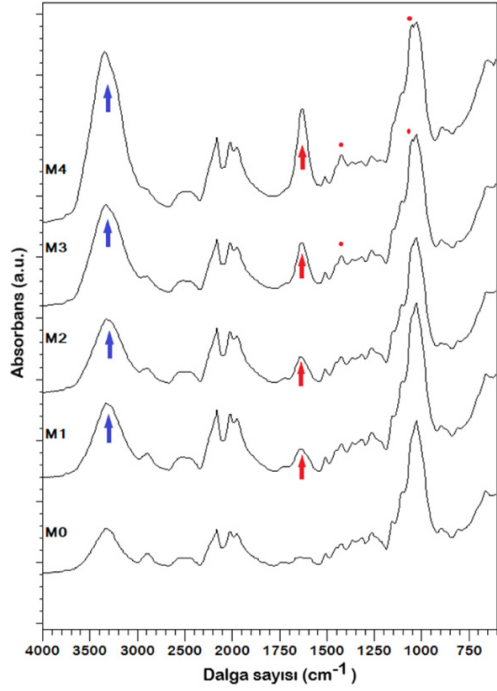


Şekil 2. Firetex uygulamasının test kâğıtlarının gramajları üzerine etkisi
Figure 2. The effect of Firetex application on the weight of test papers

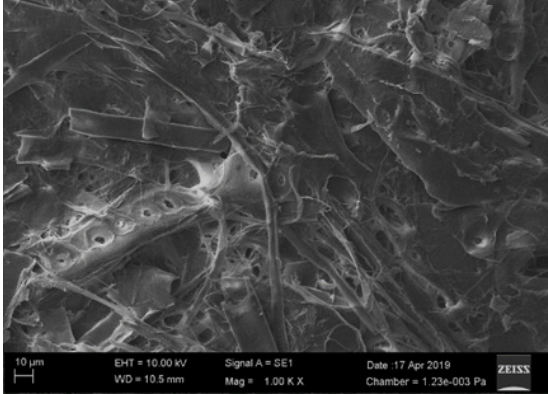
Bu sonuca göre uygulanan %100'lük Firetex'in yaklaşık 0,54 g nem bağladığı hesaplanmıştır. Bu özelliği ile Firetex'in silika jeller gibi etkili bir nem absorblayıcı olduğu anlaşılmaktadır. Kabaca yapılan bir hesap ile Firetexin içerdiği kimyasallar ağırlıklarının yaklaşık %40'ı kadar suyu bağlamaktadır.

Şekil 3'te Firetex uygulanmamış kontrol kâğıdı (M0) ve %25'ten %100'e kadar Firetex içeren çözelti ile işlem gören kâğıtların (M1,M2,M3 ve M4) FTIR-ATR spektrumları görülmektedir. Hammadde olarak tercih edilen kâğıdın mekanik hamur olması nedeniyle oduna benzer bandlarda pikler verdiği kontrol örneğinin spektrumundan anlaşılmaktadır.

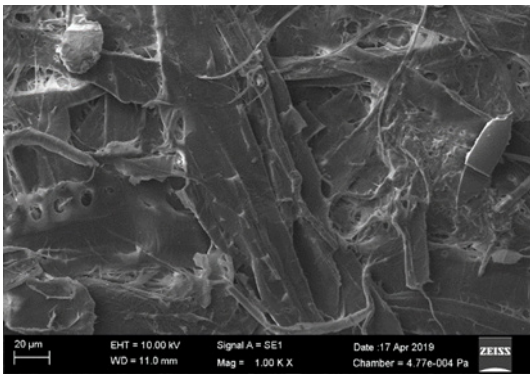
Bu piklerin dışında Firetex ile işlem gören kâğıtların spektrumlarında özellikle 3342 cm⁻¹ ve 1633 cm⁻¹ dalga sayısındaki pik yoğunluğunun Firetex'in artırılan oranıyla birlikte artış gösterdiği net bir şekilde görülmektedir. Bu karakteristik pikler Firetex'in içeriği hakkında da bize önemli bilgiler sunmaktadır. 3342 cm⁻¹ bandındaki pikin artışı örneğin su absorblama kabiliyeti ile ilişkilendirilebilir. Cai ve ark. (2016) yangın geciktirici ile işlem gören ultra düşük yoğunluklu lif levhalar ile yaptıkları çalışmada 3500-3400 cm⁻¹ bandındaki pikin N-H geriliminden oluştuğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte bu pikin Firetex oranı ile arttığı görülmektedir. Bu bölgede Firetex içeriğinden kaynaklı örneklerin su absorblaması söz konusudur. Benzer sonuçlar Ömeroğulları Başyigit ve Kut'un (2018) yaptığı çalışmada da tespit edilmiştir. Bu çalışmaya göre aynı band aralığında hidroksil gruplarından kaynaklı pik yoğunluğu artışı gözlenmiştir. Bu çalışmada bu bölgedeki su absorblama kaynaklı pik yoğunluğundaki artışın Firetex'in kalsiyum karbonat içermesiyle açıklanmıştır. Yine Cai ve ark. (2016) yaptığı çalışmada 1650-1580 cm⁻¹ bandı N-H dirseği olarak belirtilmiştir. Benzer sonuçlar Firetex ile çalışma yapan Ömeroğulları Başyigit ve Kut (2018) tarafından da tespit edilmiştir. 1616-1630 cm⁻¹ civarındaki pikin C=N gerilmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Karabudak ve ark., 2012). Yine fosfor ile ilişkili ürünlerin 1088 cm⁻¹ civarında -P=O- gerilme titreşimi verdiği de belirtilmiştir (Zagozdzon ve ark., 2021). Bu çalışmada da Firetex'in en yoğun kullanıldığı M3 ve M4 örneklerine ait spektrumlarda 1050 cm⁻¹ civarında pik oluşumu gözlenmiştir. Bu bilgiler ışığında Firetex'in magnezyum ve baryumun yanı sıra fosfor da içerme olasılığından bahsedilebilir. Yine FTIR-ATR sonuçlarına göre Firetex'in hiçbir katkı maddesi kullanılmamış olmasına rağmen kâğıtlara çok iyi bir şekilde sabitlendiği görülmektedir.



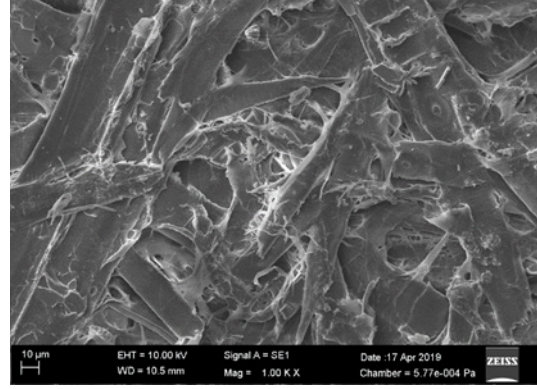
Şekil 3. Test kağıtlarının FTIR-ATR spektrumları
Figure 3. FTIR-ATR spectra of test papers



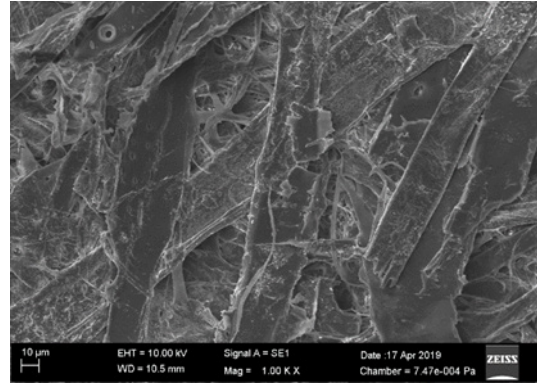
Şekil 4. M0 nolu örnek, 1000 büyütme
Figure 4. Sample no: M0, 1000 magnification



Şekil 5. M1 nolu örnek 1000 büyütme
Figure 5. Sample no: M1, 1000 magnification



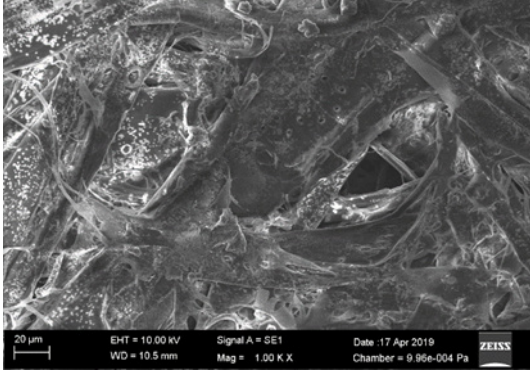
Şekil 6. M2 nolu örnek 1000 büyütme
Figure 6. Sample no: M2, 1000 magnification



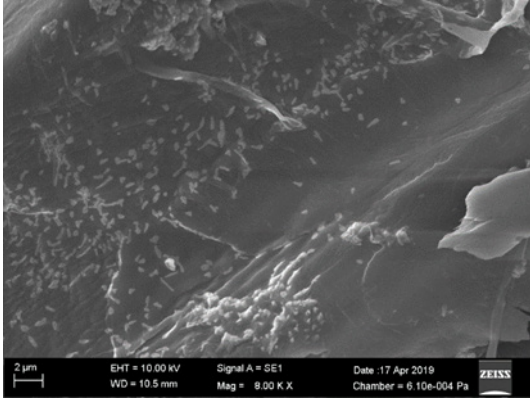
Şekil 7. M3 nolu örnek 1000 büyütme
Figure 7. Sample no: M3, 1000 magnification

Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8'de Firetex ile işlem gören kağıtların SEM görüntüleri görülmektedir. %25 (M1) ve %50 (M2) Firetex içeren örneklerde kimyasal içeriğin lifler içerisinde homojen bir şekilde absorblandığı ve liflerin dışında kimyasal içeriğin fazlaca yığılma yapmadığı görülmektedir. Bununla birlikte Şekil 9 ve Şekil 10'dan görüldüğü gibi Firetex oranının %75 (M3) ve %100'e (M4) çıkarıldığı örneklerde liflerin dışındaki kristallenmeler ve kimyasala aşırı doymuş yapılar 8000 büyütmede fotoğraflanan örneklerde çok net bir şekilde görülmektedir.

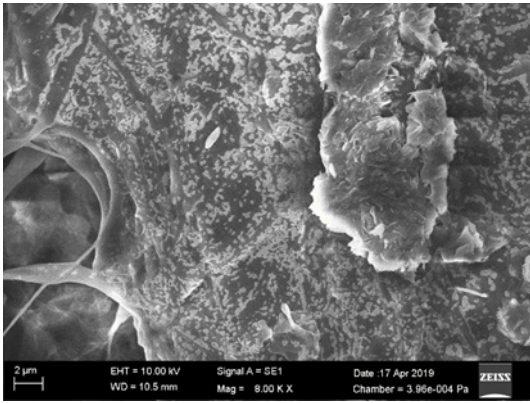
Şekil 11'de kontrol örneğinin elektron mikroskobuna eklenen EDS detektörü ile yapılan element analizi görülmektedir. Spektrumdan da görüldüğü gibi kontrol örneğinde eser miktardaki kalsiyum dışında inorganik bileşen tespit edilmemiştir. Şekil 12'de ise Firetex ile işlem gören kağıtların EDS spektrumları görülmektedir.



Şekil 8. M4 nolu örnek 1000 büyütme
Figure 8. Sample no: M4, 1000 magnification



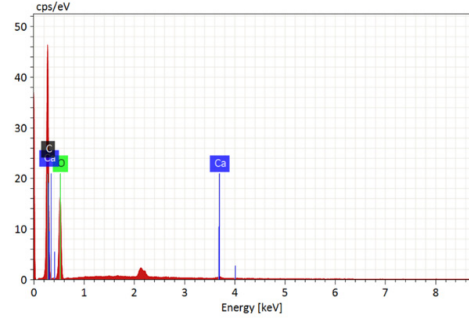
Şekil 9. M3 nolu örnek 8000 büyütme
Figure 9. Sample no: M3, 8000 magnification



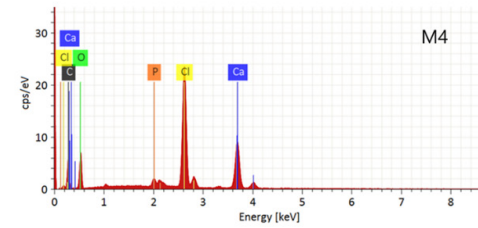
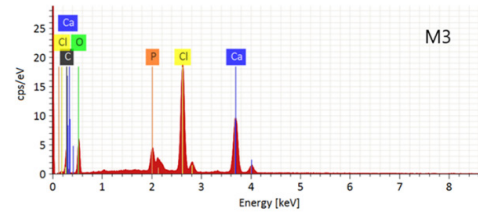
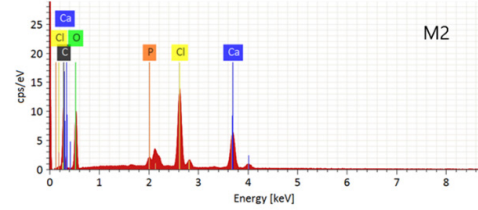
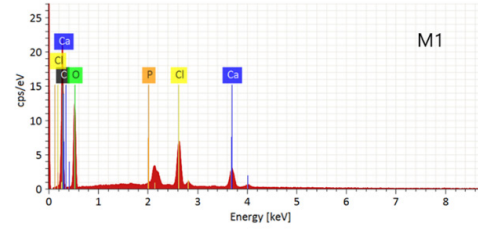
Şekil 10. M4 nolu örnek 8000 büyütme
Figure 10. Sample no: M4, 8000 magnification

Spektrumlar incelendiğinde Firetex oranının artırılması ile birlikte klor ve kalsiyum piklerinin yüksekliklerinin arttığı görülmektedir. %25'lik Firetex (M1) ile klor %3,09 kalsiyum ise %3,66 olarak tespit edilmiştir. Firetex oranı %50'ye çıkarıldığında klor % 6,70, kalsiyum % 8,58 olarak ölçülmüştür. %75'lik Firetex ile klor %11,48, kalsiyum %18,27 ve fosfor %0,36 olarak tespit edilmiştir. %100 Fire-

tex içeren örnekte klor %12,45 ve kalsiyum %14,33 olarak belirlenmiştir. %50 oranıyla birlikte tüm spektrumlarda fosfora ait pik tespit edilmiş olsa da zayıf sinyal vermesi nedeniyle ve örneğin sadece belirli kısmından yüzeyden ölçüm yapılmış olması nedeniyle kütleli bir yüzde hesaplanamamıştır. Bu sonuçlara göre Firetex'in kalsiyum klorür içerdiği söylenebilir.

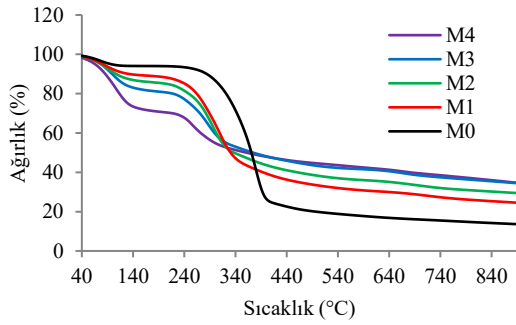


Şekil 11. Kontrol örneğinin SEM-EDS spektrumu
Figure 11. SEM-EDS spectrum of the control sample

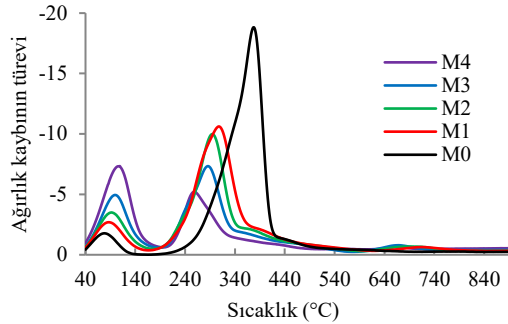


Şekil 12. Firetex ile işlem gören kağıtların SEM-EDS spektrumları
Figure 12. SEM-EDS spectra of papers treated with Firetex

Şekil 13'te işlem görmeyen ve Firetex ile işlem gören kağıtların yüzde ağırlık kayıplarını belirten TGA grafikleri görülmektedir. Şekil 14'te ise Şekil 13'te yer alan eğrinin türevinden hesaplanmış DTG eğrisi görülmektedir. Her iki grafik incelendiğinde Firetex içermeyen kontrol örneği hariç diğer örneklerin üçer adet bozunma basamağı olduğu anlaşılmaktadır. Bu basamaklar DTG eğrisinde çok daha açık olarak pikler halinde görülmektedir.



Şekil 13. Test kağıtlarının TGA eğrileri
Figure 13. TGA curves of test papers



Şekil 14. Test kağıtlarının türev pikleri (DTG)
Figure 14. Derivative peaks of test papers (DTG)

Termogravimetrik analiz sırasında kaydedilen bozunma başlangıç sıcaklığı, dönüm noktası sıcaklığı, son sıcaklık ve 890 °C'deki kalıntı miktarı Tablo 2'de verilmiştir. Birinci bozunma basamağı suyun uzaklaşması ile oluşmaktadır. Yangın geciktirici konsantrasyonunun artışı ile birlikte dönüm noktası sıcaklıklarının arttığı Tablo 2 ve Şekil 14'ten görülmektedir. Ayrıca Firetex konsantrasyonunun artışı ile ΔY değerinin de arttığı görülmektedir. Bu değer bozulan ürün oranını göstermektedir. Buradaki artış yangın geciktirici reaktifin bileşiminde su absorblayıcı mineralleri içermesinden kaynaklanmaktadır. Yaklaşık olarak 200-300 °C sıcaklık aralığı hemiselülozların, 300-400 °C sıcaklık aralığı selülozun ve 400-600 °C sıcaklık aralığı ise ligninin bozulma bölgelerini belirtmektedir (Wongsiriamnuay ve ark., 2010; Se-

bio-Punal ve ark., 2012; Gao ve ark., 2013).

Tablo 2. Termogravimetrik analiz sonuçları (TGA)
Table 2. Thermogravimetric analysis results (TGA)

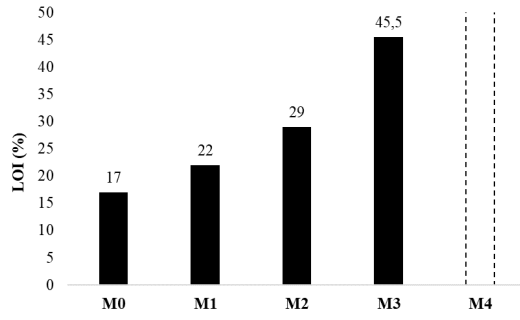
	M0	M1	M2	M3	M4	
1. Basamak	Başlangıç sıcaklığı (°C)	55,18	66,47	64,12	71,93	76,04
	Dönüm noktası (°C)	83,31	86,17	90,18	100,78	97,79
	Son sıcaklık (°C)	105,61	117,50	125,76	129,89	136,99
	ΔY (%)	4,31	5,85	9,82	12,67	19,05
2. Basamak	Başlangıç sıcaklığı (°C)	327,74	258,89	256,57	245,43	236,12
	Dönüm noktası (°C)	379,69	310,81	293,81	285,62	255,26
	Son sıcaklık (°C)	401,00	355,95	341,52	340,81	310,48
	ΔY (%)	73,05	50,03	43,73	33,69	18,12
3. Basamak	Başlangıç sıcaklığı (°C)	-	672,67	653,94	627,77	645,61
	Dönüm noktası (°C)	-	710,92	687,29	663,18	649,98
	Son sıcaklık (°C)	-	760,82	725,60	698,35	683,27
	ΔY (%)	-	1,72	1,96	1,75	0,46
600 °C'deki kalıntı miktarı (%)	17,55	30,62	35,86	41,42	42,23	
890 °C'deki kalıntı miktarı (%)	13,62	24,53	29,42	34,47	34,66	

Tablo 2'deki dönüm noktası sıcaklıkları incelendiğinde kontrol örneğinin (M0) dönüm noktası sıcaklığı 379,69 °C olarak tespit edilmiştir. %25'lik Firetex ile bu sıcaklık M1 kodlu örnekte 310,81°C'ye, %50 Firetex içeren M2 kodlu örnekte 293,81 °C'ye, %75 Firetex içeren M3 kodlu örnekte 285,62 °C'ye, %100 Firetex içeren örnekte ise 255,26 °C'ye kadar düşmüştür. Şekil 14'ten görüldüğü gibi yangın geciktirici kullanılan örneklerin bozunma sıcaklıkları hızlanmıştır. Bu hızlanmanın nedeni yangın geciktiricilerde yer alan P-O-C gibi bağların kontrol örneğindeki C-C bağlarından çok daha az kararlı olması ve genellikle daha erken bozunmalarıdır (Xing ve ark., 2011). Bu erken bozunma tutuşabilen gazların oluşmasını önlemekte ve ayrıca karbonlaşmış kömür oluşumuna destek olmaktadır (Basak ve ark., 2015). Bu sonuçları desteleyecek

şekilde bu çalışmada 600 °C ve 890 °C de oluşan kömürleşmiş kalıntı miktarı kullanılan Firetex oranı ile birlikte artış göstermiştir (Tablo 2). Kontrol örneği için 600°C deki kalıntı miktarı %17 iken bu miktar M1 kodlu örnekte %30,62'ye M2 kodlu örnekte %35,86'ya M3 kodlu örnekte %41,42'ye ve M4 kodlu örnekte %42,23'e kadar artmıştır.

Çalışmada ayrıca örneklerin limit oksijen isteği değerleri (LOI) de belirlenmiştir. LOI bir örneğin oksijen-azot karışımında tutuşması için gereken minimum oksijen miktarı olarak tanımlanmaktadır. Yangın geciktirici bir ürünün LOI değerinin 26 olması gerekmektedir (Schindler ve Hauser, 2004). Yapılan çalışmada örneklerin LOI değerleri Şekil 15'te görülmektedir.

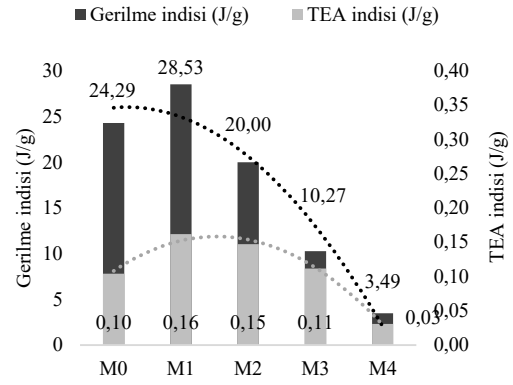
Şekil 15. Test kağıtlarının LOI değerleri
Figure 15. LOI values of test papers



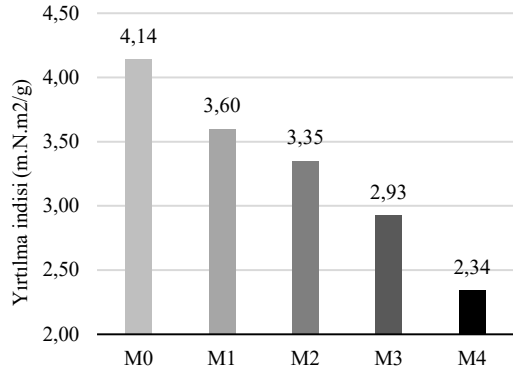
Grafikten görüldüğü gibi kontrol örneğinin LOI değeri olması gereken değer altında %17 olarak ölçülmüştür. Basak ve arkadaşları da (2015) yaptıkları çalışmada işlem görmeyen kağıdın LOI değerini benzer şekilde %18 olarak belirlemişlerdir. Grafiği incelediğimizde %25 Firetex içeren çözelti uygulanmış test kağıdının LOI değerinin %22 olduğu tespit edilmiştir. Bu haliyle olması gereken değerden %4 az olmuş olsa da kontrole göre oldukça başarılı bir sonuç elde edilmiştir. Firetex oranının %50'ye çıkarılması durumunda LOI değeri %29'a çıkmış ve standartları fazlasıyla karşılamıştır. Firetex oranı %75'e çıkarıldığında LOI değeri %45,5 gibi oldukça yüksek bir seviyeye ulaşmıştır. %100 Firetex içeren örneklerde cihazın limitleri içerisinde sonuç alınamamıştır. Bu sonuçlara göre %50 Firetex içeren çözeltinin yangına dayanıklı kağıt üretmek için optimum oran olduğu söylenebilir. Bu oran yapılacak daha hassas bir optimizasyon çalışması ile %30 ile %40 arasındaki bir dozaja çekilebilir.

Şekil 16 ve Şekil 17'de sırasıyla gerilme indisi ve yırtılma indisine ait sonuçlar yer almaktadır. Grafikler incelendiğinde gerilme indisi için en yüksek

sonuç %25'lik konsantrasyonda elde edilirken konsantrasyonun daha da artırılması ile gerilme direncinin düştüğü görülmektedir. Kontrole göre kıyaslandığında optimum sonucun %50 Firetex içeren çözelti ile işlem gören kağıtlarda elde edildiği tespit edilmiştir. %50'nin üzerindeki oranlarda kağıtlar esnekliklerini kaybetmiş ve yüksek orandaki minerallerden dolayı kırılğan bir yapıya dönüşmüştür. Bu durumda sağlamlık özelliklerinde önemli kayıplara neden olmuştur



Şekil 16. Test kağıtlarının gerilme ve T.E.A. indeksleri
Figure 16. Tensile and T.E.A. indexes of the test papers



Şekil 17. Test kağıtlarının yırtılma indisleri
Figure 17. Tear indexes of the test papers

Test kağıtlarının yırtılma direncinin de artırılan yangın geciktirici oranıyla azalış gösterdiği Şekil 17'de görülmektedir.

Çalışmada optik özelliklerin etkileri de incelenmiş ve Tablo 3'te sonuçlar verilmiştir. Firetex'in düşük oranlarda kullanılmasının parlaklığı arttırdığı, sarılık değerini ise bir miktar arttırdığı belirlenmiştir. Firetex'in %75 ve %100 oranında kullanılması ile parlaklık değeri azalırken, sarılık değeri artış göstermiştir.

Tablo 3. Optik analiz sonuçları
Table 3 Optical analysis results

		M0	M1	M2	M3	M4
ISO Parlaklığı	Ortalama (%)	49,52	51,40	50,15	47,59	42,62
	Std. Sap.	0,46	0,53	0,23	0,80	3,70
CIE L*a*b* renk	L* (ort.)	81,43	82,80	82,59	81,11	78,74
	Std. Sap.	0,24	0,17	0,17	0,29	2,60
	a* (ort.)	0,38	0,40	-0,07	-0,11	0,49
	Std. Sap.	0,05	0,04	0,09	0,09	0,72
	b* (ort.)	11,06	11,96	12,89	13,13	14,43
Std. Sap.	0,33	0,25	0,16	0,18	0,90	
Sarılık değeri ΔYI E313	Ortalama (%)	-	17,76	18,82	20,47	21,55
	Std. Sap.	-	0,59	0,45	0,20	0,82

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmamızda mekanik hamur bazlı atık gazete kağıtlarından Firetex (taş suyu) kullanılarak üretilen geri dönüştürülmüş kağıtların termal, fiziksel, morfolojik, ve optik özellikleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında Firetex içermeyen kontrol kağıtları, %25, %50, %75 ve %100 Firetex kullanılarak üretilen kağıtlar ile karşılaştırılmıştır.

Firetex uygulaması ile kağıtların ağırlıkları ve gramajları artış göstermiştir. Bu sonuçlar, Firetex'in kağıt üzerinde başarılı şekilde tutundurulduğunu göstermektedir.

Bir diğer önemli bulgu Firetex'in kimyasal bileşiminden dolayı havadaki nemi absorblama özelliğidir. Çalışma kapsamında %50 Firetex içeren örnekler açık havada bekletildiklerinde kurutma sonrası ölçülen ağırlığa göre 0,30 g daha fazla nem absorblamışlardır. %100 Firetex'te bu oran 0,44 g'a çıkmıştır.

Firetex uygulanan kağıtlar ve kontrol örneklerinin FTIR-ATR ile karakterizasyonu yapılmış ve özellikle 3342 cm⁻¹ bandında Firetex oranıyla pik yüksekliğinin arttığı belirlenmiştir. Bu artış nem içeriğinden ve N-H geriliminden kaynaklanmaktadır. Yine özellikle 1633 cm⁻¹ dalga sayısındaki pik yoğunluğunun Firetex uygulaması ile önemli ölçü-

de artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu pikin N-H, C=N ve/veya -P=O- bağlarından yani yangın geciktirici olarak kullanılan Firetex'ten kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca 1056 cm⁻¹ bandında da özellikle çok yoğun kimyasal içeren örneklerde pik oluşumu gözlenmiştir. Bu pikte P-O-C varlığına işaret etmektedir.

Çalışma kapsamında test kağıtları SEM ile de karakterize edilmiştir. Taramalı elektron mikroskobu çalışmasına göre M1 ve M2 kodlu yani Firetex'in %50 ve %75 olarak kullanıldığı örneklerde çözeltinin dışarı kuma ya da lifler üzerinde birikme yapmadan kağıtlara tutundurulduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra %75 ve %100 Firetex içeren örneklerde özellikle kurutma sonrası yapılan SEM ölçümlerinde lifler üzerinde yoğun kristalleşme ve birikme olduğu tespit edilmiştir.

Örneklerin SEM üzerine eklenmiş EDS detektörü ile element analizi de yapılmış olup Firetex'in önemli miktarda kalsiyum klorür içerdiği ayrıca fosfor içerdiği de tespit edilmiştir. Nem tutma özelliğinin kalsiyum klorürden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

İkinci pik hemiselüloz, selüloz ve ligninin bozunma piki olup bozunma sıcaklığı kontrole göre 379,69 °C'den artırılan Firetex oranıyla 255,26 °C'ye kadar düşmüştür. Bozunmanın hızlanması aslında yangın geciktirici uygulanan örneklerde beklenen bir durum olup Firetex'ten kaynaklı yapıların karbon bağlarının, karbon-karbon bağlarından daha kararsız olması ve düşük sıcaklıklarda bozunmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte Firetex ile pik yüksekliği ve ΔY'nin azaldığı da tespit edilmiştir. Bunun anlamı bozunan kütle nin karbonlaşarak kömürleşmesi ve daha az kütle kaybının olmasıdır.

Diğer yanma ile ilişkili test, limitli oksijen indeksidir (LOI). Tez çalışmasında LOI değeri kontrol örneğinde %17 olup %25 Firetex ile bu değer %22'ye, %50 Firetex ile %29 ve %75 Firetex ile %45,5'a çıkmıştır. Yangına dayanıklı malzemelerde LOI değerinin %26 olması beklenmektedir. Bu sonuçlara göre %50 Firetex içeren M2 kodlu örnek %29'luk LOI değeriyle ihtiyaçları fazlasıyla karşılamaktadır.

Çalışma kapsamında Firetex'in sağlamlık özellikleri üzerine etkisi de incelenmiştir. Kopma testi sonuçlarına göre %25'lik Firetex içeren kağıtların sağlamlık özellikleri kontrole göre artmış ve %50 Firetex oranında kontrole yakın değerlerde kalmıştır. Buna karşın %75 ve %100 Firetex içeren örneklerin sağlamlık özelliklerinde ciddi kayıplar yaşanmıştır. Yırtılma testinin sonuçlarına göre Fi-

retex uygulaması ile yırtılma direnci doğrusal olarak azalmıştır.

Çalışmada optik özelliklerin etkileri de incelenmiş ve Firetex'in düşük oranlarda kullanılmasının parlaklığı arttırdığı, sarılık değerini ise bir miktar arttığı belirlenmiştir. Firetex'in %75 ve %100 oranında kullanılması ile parlaklık değeri azalırken, sarılık değeri artmıştır.

Elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde en uygun Firetex oranı %50 ile M2 kodlu örnekler olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç kağıdın taşınması gereken minimum sağlamlık ve LOI değerleri dikkate alınarak alınmıştır.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Anonim, 2004. Balıkesir Üniversitesi Temel Bilimler Uygulama ve Araştırma Merkezi, 2004, Test Raporu No.4

ASTM D2863-17a, 2017. Measuring Oxygen Index Testing on Materials, American Society of Testing Materials International (astm.org), Philadelphia, PA, USA.

ASTM E313, 2005. Standard Practice For Calculating Yellowness and Whiteness Indices from Instrumentally Measured Color Coordinates, American Society of Testing Materials International (astm.org), Philadelphia, PA, USA.

Basak . S., Samanta K.K., Chattopadhyay S.K., Narkar R., 2015. Thermally stable cellulosic paper made using banana pseudostem sap, a wasted by-product. *Cellulose*, 22:2767–2776, DOI 10.1007/s10570-015-0662-7

Bocchini, S., Camino, G., 2010. Halogen-Containing Flame Retardants, Chapter 4, Fire Retardancy of Polymeric Materials, 2nd Ed. Wilkie, C. A ve Morgan, Alexander, A.B., 75-107.

Cai, L., Zhuang, B., Hang, D., Wang, W., Niu, M., Xie, Y., Chen, T., Wang, X., 2016. Ultra-Low density fibreboard with improved fire retardance and thermal stability using a novel fire-resistant adhesive. *BioResources* 11(2), 5215-5229

CIE 15, 2004. Technical Report: Colorimetry, 3rd Edition, International Commission on Illumination.

Gao, N., Li, A., Quan, C., Du, L., Duan, Y. 2013. Tg–Ftir and Py–Gc/Ms analysis on pyrolysis and combustion of pine sawdust. *J.Anal. Appl. Pyrolysis* , 100, 26–32.

ISO 2470-1, 2016. Paper, Board and Pulps-Measurement of Diffuse Blue Reflectance Factor-Part 1: Indoor Daylight Conditions (ISO Brightness). International Organization for Standardization (iso.org), Geneva, Switzerland.

ISO 536, 1995. Paper and Board-Determination of Grammage. International Organization for Standardization (iso.org), Geneva, Switzerland.

Karabudak, E., Kas, R., Ogieglo, W., Rafieian, D., Schlautmann, S., Lammertink, R. G., Mul, G., 2012. Disposable attenuated total reflection-infrared crystals from silicon wafer: a versatile approach to surface infrared spectroscopy. *Analytical Chemistry*, 85(1), pp: 33-38.

Kesik, H.İ.; Aydoğan, H.; Çağatay, K.; Özkan, O.E.; Maraz, E. (2015): Fire Properties of Scots Pine Impregnated with Firetex. ICOEST International Conference on Environmental Science and Technology, Sarajevo, BH

Kozłowski, R., Helwig, M., Przepiera, A., 1995. Lightweight, environmentally friendly fire retardant composite boards for panelling and construction. *Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Materials*, 4 (1), 6-11.

Kylosov, A.A., 2007. Wood Plastic Composites, John Wiley&Sons, Inc.,NJ, USA, 698

Mouritz, A.P., Gibson, A.G., 2006. Fire Properties of Polymer Composite Materials, Springer, Holland, p385.

Omerogulları Basyığıt, Z., Kut, D., 2018. Formaldehyde-free and halogen-free flame retardant finishing on cotton fabric. *Tekstil ve Konfeksiyon* 28(4) 287-293

Özcan, C., Kurt, Ş., Esen, R., Korkmaz, M., 2016, The determined combustion properties of fir wood impregnated with fire-retardants. *The Online Journal of Science and Technology*, 6(3), p77-82.

Özdemir, F., Tutus, A., 2013. Effects of fire retardants on the combustion behavior of high-density fiberboard. *Bioresources*, 8 (2): 1665-1674.

Rakotomalala, M., Wagner, S., Döring, M., 2010. Recent developments in halogen free flame retardants for epoxy resins for electrical and electronic applications. *Materials* 2010, 3, 4300-4327. <https://doi.org/10.3390/ma3084300>

Schindler W.D., Hauser P.J., 2004. Chemical Finishing of Textiles. Woodhead Publishing, pp. 54-62

Sebio-Punal, T., Naya, S., Lopez Beceiro, J., Tarrío-Savedra, J., Artiaga, R., 2012, Thermogravimetric analysis of wood, holocellulose, and lignin from five wood species. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 109(3):1-5. DOI:10.1007/s10973-011-2133-1

TAPPI T402 OM-93, 1993. Standard Conditioning and Testing Atmospheres for Paper, Board, Pulp Handsheets, And Related Products. TAPPI Press, Atlanta

TAPPI T404 OM-87, 1987 Tensile Breaking Strength

-
- and Elongation of Paper and Paperboard (Using Pendulum-. Type Tester), TAPPI Press, Atlanta
- TAPPI T411 OM-21, 2021. Thickness (Caliper of Paper, Paperboard, and Combined Board, TAPPI Press, Atlanta
- TAPPI T412 OM-16, 2016. Moisture in Pulp, Paper and Paperboard, TAPPI Press, Atlanta
- TAPPI T414 OM-88, 1988 Internal Tearing Resistance of Paper(Elmendorf-Type Method), TAPPI Press, Atlanta
- TAPPI T527 om-13, 2013. Color of Paper and Paperboard (d/0°, C/2), TAPPI Press, Atlanta.
- Tomak, E.D., Donmez Cavdar, A., 2013. Limited oxygen index levels of impregnated Scots pine wood. *Thermochimica acta*, 573: 181-185.Trabzon.
- Wongsiriamnuay, T., Tippayawong, N. 2010. Non-IsothermalPyrolysis Characteristics of giant sensitive plants using thermogravimetric analysis. *Bioresour. Technol.*, 101 (14), 5638–5644.
- Xing, W., Jie, G., Song, L., Hu, S., Lv, X., Wang, X., Hu, Y., 2011, Flame retardancy and thermal degradation of cotton textiles based on UV-curable flame retardant coatings. *Thermochimica Acta*, 513, Issues 1–2, Pages 75-82, <https://doi.org/10.1016/j.tca.2010.11.014>.
- Zagożdżon, I., Paulina P., Janusz D. 2021. novel cast polyurethanes obtained by using reactive phosphorus-containing polyol: synthesis, thermal analysis and combustion behaviors *Materials*, 14(11):2699. <https://doi.org/10.3390/ma14112699>

MDF üretiminde Dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) kimyasal kullanımının levha özelliklerine etkisi

The effect of the use of dimethyloldihydroxyethyleneurea (DMDHEU) chemical in MDF production on the properties of the board

Meryem ONDARAL¹

Mustafa USTA²

Sedat ONDARAL²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin
Melek Yüksekokulu, Trabzon

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Meryem ONDARAL
mondaral@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

29.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

13.05.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Ondaral, M. , Usta, M. & Ondaral, S. (2022). MDF üretiminde dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) kimyasal kullanımının levha özelliklerine etkisi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 329-335 . DOI: 10.17568/ogmoad.1094949



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Özet

Odun esaslı levhaların hidrofilik malzeme olmalarından dolayı üretimleri sırasında hidrofob özellik kazandıran kimyasal maddeler ile muamele edilmeleri gerekmektedir. Bu çalışmada, orta yoğunluklu lif levha üretiminde çapraz bağlayıcı su itici reçine kimyasalı olan Dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) kimyasalı kullanılarak, levha yoğunluğunun ve levha üretim sırasında kimyasalın life farklı ilave edilme şeklinin, levhanın mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Levha üretiminde Melamin Üre Formaldehit tutkalı (1,16 mol, %5 melamin katkılı), sertleştirici olarak amonyum klorür ve %2,2 oranında DMDHEU kimyasalı kullanılmıştır. DMDHEU kimyasalı lifin tutkallama işleminde life tutkallama öncesi (TÖ), tutkallama sonrası (TS) ve tutkal ile birlikte (TB) olmak üzere üç farklı şekilde ilave edilmiştir. DMDHEU kimyasalının ilavesi ile üretilen levhaların su alma ve şişme değerleri kontrol levhasına göre daha düşük olarak bulunmuştur. Üretilen levhaların yoğunluk değerlerinin artması ile su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Levhaların mekanik özelliklerinde levha yoğunluğunun artması ile iyileşmeler elde edilmekle birlikte kimyasalın TS ilavesinde ise özellikle eğilme (43,78 N/mm²) ve çekme direnci (1,78 N/mm²) değerlerinde en iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: MDF, su iticilik, DMDHEU, mekanik özellikler, su alma, kalınlığına şişme

Abstract

Since wood-based boards are hydrophilic materials, they should be treated with chemical substances that give hydrophobic properties during production. In this study, it was aimed to investigate the effects of board density and different ways of adding the chemical on the mechanical and physical properties of the board during board production by using dimethyloldihydroxyethyleneurea (DMDHEU), which is a cross-linking water-repellent resin chemical. Melamine urea formaldehyde resin (1.16 mol, 5% melamine added), ammonium chloride as a hardener, and 2.2% DMDHEU chemical were used in the production of the board. The DMDHEU chemical was added to the fiber in three different ways during the gluing process: before resin (BR), after resin (AR) and together with resin (TR). It was determined that the water absorption and thickness swelling values of the boards produced with the addition of the DMDHEU chemical were lower than the control board. It has been determined that the water absorption and thickness swelling values tend to decrease with the increase in the density values of the produced boards. Although improvements were obtained in the mechanical properties of the boards with the increase of the board density, the best results have been obtained in the addition of the chemical to TS, especially in the bending (43.78 N/mm²) and tensile strength values (1.78 N/mm²).

Keywords: MDF, water-repellency, DMDHEU, mechanic properties, water absorption, thickness swelling

1. Giriş

Odun esaslı levha endüstrisi artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte gelişmiş, odun esaslı levha endüstrisi içerisinde önemli bir yeri olan lif levha endüstrisi ise artan üretim kapasitesi ile birinci sırada yer almıştır. Lif levhaya olan talep endüstriyel kullanım alanının fazla olması, dayanıklı ve istenilen özelliklerde üretilebilen bir malzeme olması nedeniyle talep her geçen gün artmaktadır. Ancak, higroskopik özellikte olan liflerden üretilen lif levhalar su-nem etkisiyle fiziksel ve mekanik direnç özellikleri değişen malzemelerdir (Carll ve Widenhoeft, 2009). Dolayısıyla lif levhaların su ve neme karşı dirençli hale getirilmeleri için su itici kimyasal madde ilavesi ile üretilmeleri önemli bir konu olmuştur (Torkaman, 2008).

Su molekülleri liflerin yüzeyinde bulunan serbest hidroksil grupları ile bağ yapmakta ve levhanın şişmesine neden olmaktadır. Su, selülozun amorf kısımlarında bulunan bütün hidroksil grupları ile bağ yapmakta, kristalen bölgede ise lif yüzeyindeki -OH grupları ile bağ yapabilmektedir. Lifin kristalen yapısındaki -OH grupları daha düzenli ve birbirlerine daha yakın olarak bulduklarından bu kısma su girişi daha az olmaktadır. Şişme amorf bölgede olmakta ve amorf bölgenin fazla olması şişmenin daha fazla olmasını ifade etmektedir (Şahin, 2013). Lif içerisindeki amorf bölgenin su itici kimyasal veya tutkal ile güçlü bağ kurması levhanın su alma- şişme değerlerinin azaltılmasında önemli olacaktır.

Lif levhaların su ve nem almasını engellemek amacıyla çeşitli kimyasallar denenmiştir. Su itici kimyasalların levhanın su absorpsiyonu ve şişme değerlerini iyileştirirken mekanik özelliklerini de bozmaması önemli bir konudur. Levha endüstrisinde vaks ve kolofan gibi su itici kimyasalların kullanımını denemiş fakat vaks kullanımının %1 oranından fazla olması durumunda levhaların mekanik özelliklerinin bozulduğu belirtilmiştir (Nazerian ve ark., 2015).

Çapraz bağlayıcı reçineler selüloz moleküllerinin arasında bulunan zayıf hidrojen bağlarının arasına girerek, daha güçlü olan kovalent bağ oluşumunu sağlarlar. Kırışmayı önleyen kimyasallar selüloz moleküllerinin hareket etmesini önlemekte ve liflerin ölçülerinin değişmemesinde etkili olmaktadır (İlter, 2017).

DMDHEU kimyasalı lignin ve hemiselülozun hidroksil grupları ile reaksiyon verebilmesinin yanı sıra kendi arasında da çapraz bağ oluşturabilmektedir (Yasuda ve ark., 1994). DMDHEU kimyasalı selüloz molekülleri ile bağlanabileceği dört noktası

aracılığla çapraz bağ yapabilmektedir. Bunlar metilol grupları (iki N-metilol) ve hidroksil (iki ikincil) gruplarıdır (Mamin'ski ve ark., 2013; Ibrahim ve ark., 2008; Padzil ve ark., 2018). Lewis asit katalizörlüğünde, kondenzasyon oluşumunda ilk önce metilol daha sonra hidroksil grupları selüloz molekülünün hidroksil grupları ile ester bağları kurar. Oluşan bu yeni yapılar selülozun içerisindeki hidrojen bağlarının yerine geçer ve güçlü kovalent bağ oluştururlar (Zinetbaş, 2015; Homan ve Jorissen, 2004; Kong ve ark., 2016). Oluşan bu kovalent bağlar su ve nem geçişini engellemektedir. DMDHEU kimyasalının lif hücre duvarı polimerlerindeki hidroksil grupları kapatarak, hücre duvarı içindeki polimerlerin çapraz bağlanması ile küçük mikro ölçüde boşluklar oluşturarak su ve nem geçişini engelleyebileceği belirtilmiştir (Xie ve ark., 2015).

Son zamanlarda özellikle tekstil endüstrisinde buruşmazlık önleyici olarak çapraz bağlayıcı reçine grubunda yer alan DMDHEU kimyasalı kullanılmaktadır (Yang ve ark., 2009; Hsiung ve ark., 2004). Bu kimyasalın levha endüstrisinde odun özelliklerini ve dayanıklılığını geliştirmede, su direncini artırmada, odun dokusu içerisinde mantar penetrasyonunu (içine girme) ve bozunumunu önlemede etkili olduğu belirtilmiştir (Dieste ve ark., 2009; Xie ve ark., 2013; Maminski ve ark., 2016). DMDHEU buruşmazlık kimyasalı tekstil endüstrisinde kullanılmakla birlikte bu maddeyle odun koruma alanında da yapılan çalışmalarda mevcuttur. Literatürde DMDHEU çapraz bağlayıcı reçinenin ahşap yapıştırma teknolojisinde kullanılması hakkında çeşitli raporlar bulunmaktadır. Ayrıca, ahşap teknoloji alanında başarıyla kullanılmasının yanında ahşap ve kaplama modifikasyonlarında kullanıldığına dair raporlar bulunmaktadır (Militz, 1993; Sudiyanı ve ark., 1996; Krause ve ark., 2003; Wepner ve ark., 2006; Dieste ve ark., 2009). Pfeffer ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada ince kaplama şeritlerinin DMDHEU kimyasalı ile işleme sonucunda bu kimyasalın ahşabın içerisinde bulunan lignin ve selülozun bozulmasını kısmen azalttığını ve yapay hava koşullarında ahşap hücre duvarlarını stabilize ettiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada çapraz bağlayıcı su itici kimyasal madde olan DMDHEU ile üretilen levhaların fiziksel (su alma- kalınlığına şişme) ve mekanik özellikleri üzerinde, kimyasalın life verilme şeklinin ve levha yoğunluğunun etkisi incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada hammadde olarak Çamsan A.Ş.'den (Sakarya) temin edilen %50 iğne yapraklı ve %50

yapraklı odun liflerinden oluşan karışık lifler kullanılmıştır. Tutkal ve tutkal sertleştirici Çamsan A.Ş.'den (Sakarya) temin edilmiştir. Kullanılan tutkal (F/Ü) 1,16 mol oranında %5 melamin katkılı Melamin üre formaldehit (MÜF) tutkalı olup tutkal sertleştirici olarak ise amonyum klorür kullanılmıştır. Dimetiloldihidroksietilenüre (DMDHEU) kimyasal maddesi Setaş Kimya Sanayi A.Ş. den (Tekirdağ) temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

Fabrikadan temin edilen lifler ıslak olduğu için laboratuvarında serilerek kurutulmuş, ve sonrasında oluşan lif toprakları açılmıştır. Bu lifler daha sonra deneme levhalarının üretimi öncesi istenen rutubet derecesine kadar kurutma fırınında kurutulmuştur. Deneme levhalarının yapımında kullanılan tutkal tam kuru lif miktarına göre %20, sertleştirici miktarı ise tam kuru tutkala göre %2 olarak hesaplanmıştır. Kullanılan kimyasal miktarı tam kuru life göre %2,2 olarak hesaplanmıştır. DMDHEU kimyasalının life tutkal ilave edilmesinden önce (TÖ), tutkal ile birlikte (TB) ve life tutkal ilavesinden sonra (TS) püskürtülmesi olarak üç farklı şekilde uygulanması ile levha üretimi gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan levha taslağı (300*300*10 mm) tek katlı preste 180° C'de 45-30 kg/cm² basınç altında 210 saniye süre ile preslenerek levha haline getirilmiştir. Üretilen levhalar oda sıcaklığında denge rutubetine ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Denge rutubetine ulaşan levhalar testler için hazırlanmıştır.

2.2.1 Levha testleri

Su alma ve kalınlığına şişme oranlarının belirlenmesi: Su alma ve kalınlığına şişme oranları EN 317 (1999) standardına göre örneklerin 24 saat suda bekletilmesi sonucunda belirlenmiştir.

Yüzeye dik çekme direncinin belirlenmesi: Örneklerin yüzeye dik yöndeki çekme direnci EN 319'da (1999) belirlenen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiş ve yüzeye dik çekme dirençleri hesaplanmıştır.

Eğilme direnci ve elastikiyet modülünün belirlenmesi: Deney örnekleri EN 310 (1999) standardına göre hazırlanmış, elastikiyet modülü ve eğilme dirençleri hesaplanmıştır.

Yoğunluk değerinin belirlenmesi: Örneklerin yoğunluk değerleri EN 323 (1999) standardında belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

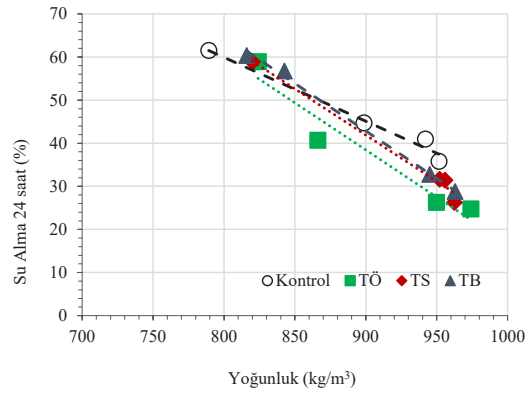
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerleri

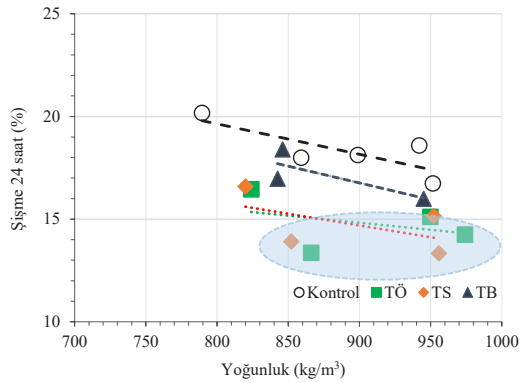
Farklı yoğunluk değerlerine sahip deneme ve kontrol grubu levhaların su alma ve şişme değerlerindeki değişimler Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.

DMDHEU (%2,2) kimyasalı ile üretilen levhaların yoğunluk değerlerinin artışı ile birlikte su alma oranlarında azalma olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, levha üretiminde kimyasalın liflere uygulanma şeklinin (TÖ,TB,TB) farklı sonuçlar verdiği görülmektedir. Levha yoğunluğunun 940-960 kg/m³ olduğu alan incelendiğinde kontrol grubu levhaların daha fazla şiştiği ve ölçülen değerlerin %38 civarında olduğu tespit edilmiştir. En düşük su alma değeri kimyasalın TÖ ve TS life ilave edilmesi ile üretilen levhalardan elde edilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde yoğunluk artışı ve DMDHEU kimyasalının life verilme sırasına göre kalınlığına şişme oranlarında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, levha yoğunluğu arttıkça levhaların şişme yüzde değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 1. Levha örneklerinin su alma (%) değerlerindeki değişim
Figure 1. Change in water absorption (%) of board samples



Şekil 2. Levha örneklerinin kalınlığına şişme (%) değerlerindeki değişim

Figure 2. Change in thickness swelling values (%) of board samples

Doğrusal eğilim çizgisi dikkate alındığında, levha yoğunluğunun yaklaşık 850 kg/m^3 olduğu uygulamalarda kontrol grubunun %18; TB uygulamasının %18,4; TÖ uygulamasında %13,4 ve TS uygulamasında ise %13,9 şişme yüzdesi olduğu görülmektedir. Levha yoğunluk değeri 950 kg/m^3 olan uygulamalarda ise en düşük şişme değeri kimyasalın TS uygulamasında görülmektedir. Levhaların su alma ve şişme oranlarının azaltılması lifde bulunan serbest -OH gruplarının güçlü bağ oluşturmasına ve bu bağların bozulmamasına bağlıdır. Liflerin bu tür güçlü bağ oluşturmasının çapraz bağlayıcı kimyasallar ile sağlanabileceği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Mamiński, 2018). Çalışmamızda kullanılan DMDHEU kimyasalı bu gruba örnek bir kimyasaldır. Lif ve kimyasal arasında kurulan bağ, kimyasalın metilol grupları ile lifin -OH grupları arasında kurularak oluşmaktadır. DMDHEU kimyasalı ısı uygulaması ile çapraz bağ kurabilen ve sertleşen, sertleştiği yüzeyi kapatma özelliğine sahip bir kimyasal maddedir (Yasuda ve ark., 1994). Ayrıca, DMDHEU kimyasalı düşük sıcaklıkta hızlı sertleşme verebilen bir kimyasaldır (US 4442257, 1984).

DMDHEU kimyasalının kullanılması ile levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin kontrol grubu levhaya göre azaldığı tespit edilmiştir. Levhalardaki su alma ve şişme oranlarının azalması DMDHEU kimyasalının, lifin serbest -OH grupları ile kurduğu çapraz bağ yapısına, bağ sayısına ve oluşan bu çapraz bağlar sayesinde lifler üzerinde bağ yapabilecek -OH gruplarının sayısının azalmasına, bununla birlikte; suyun lifler arasına girme ve lif-kimyasal madde arasındaki çapraz bağı etkilememesine bağlanmıştır. Suyun girişinin bu yapıların varlığı ile engellenmiş olduğu ve levhaların su alma değerlerinin bu şekilde azaldığı sonucuna varılmıştır (Maminski ve ark., 2018; Baishya ve Maji, 2014).

Levhaların su alma ve şişme değerlerinin azaltılmasında kullanılan kimyasalın yanı sıra tutkal çeşidi de önemli olmaktadır. Levhanın iç mekân veya dış mekân kullanımında tutkal kullanımı farklılık arz etmektedir. Dış mekân uygulamalarında melamin içerikli ve fenolik tutkal kullanımı tercih edilmektedir. Melaminin su itici özelliğinin olması melamin içerikli tutkallara da bu özelliği kazandırmaktadır. Melamin üre formaldehit tutkalı kullanımının levhanın su alma ve şişme değerlerinde iyileştirme (azalma) yönünde etkili olacağı bilinmektedir (Pizzi, 2003).

Çalışmada melamin üre formaldehit tutkalı kullanımı ve çapraz bağlayıcı kimyasal kullanımı levha-

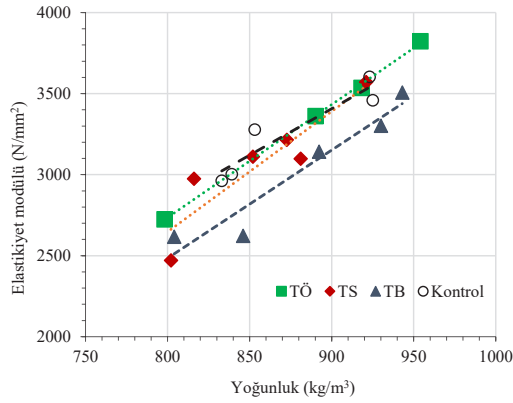
ların su alma ve kalınlığına şişme değerlerinde beklenildiği gibi iyileştirmeler yapmıştır. İlave edilen kimyasalların sadece lif ile bağ kurması sağlanamamakta, tutkal ve kimyasalın reaksiyona girmesi de söz konusu olabilmektedir. Bu durumu gözlemlemek ve değerlendirmek amacı ile çalışmada farklı şekillerde life kimyasal ilavesi yapılmıştır. Şekil 1 ve Şekil 2'de görüldüğü üzere kimyasalın farklı ilave şekillerine bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmiştir. Tutkal ve kimyasalın birlikte karıştırılarak levha üretiminde kullanılması durumunda elde edilen sonuçlarda kontrol levhasının sonuçlarına göre iyileşme kaydedilmiş; fakat tutkal öncesi ve tutkal sonrası kimyasal ilave edilen levha sonuçlarına göre ise daha yüksek su alma ve kalınlığına şişme değerleri elde edilmiştir. Bu durum tutkal ile birlikte kimyasalın karıştırılarak life ilave edilmesi esnasında, tutkal ve kimyasalın birlikte etkileşime girmesi sebebiyle lif ile oluşturulan bağ sayısında azalma olduğunu düşündürmüştür. Tutkal sonrası kimyasalın ilave edilmesi ile elde edilen kalınlığına şişme oranının daha düşük olması şu şekilde yorumlanmıştır. MÜF tutkalının ilk olarak liflere verilmesi ile liflerin serbest -OH grupları ile tutkal arasında bağ kurulmaktadır. Lifin bağ kuramamış -OH grupları ile DMDHEU kimyasalı arasında kurulan çapraz bağların levhanın suya maruz kalması durumunda levhanın şişme yüzde değerinin azalmasında etken olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Wascher ve ark., 2017). Tutkal sonrası DMDHEU ilave edilmesi ile DMDHEU ve MÜF tutkalının olumsuz etkileşimide önlenmiş olmaktadır.

Levha yoğunluk değeri, levhanın su ve nem alması durumunda su alma-şişme değerlerini etkileyen önemli bir parametredir. Levha yoğunluk değerinin artması ile levhanın su alma ve şişme değerlerinin arttığı bilinmektedir (Hong ve ark., 2017). Levhanın yoğunluk değerinin artması ile levhada daha fazla miktarda lif bulunması dolayısıyla, levhanın daha fazla su alması anlamına gelmektedir. Çalışmada üretilen levhalarda tersi bir durum oluşmuştur. Levha yoğunluk değerlerinin artışı ile beraber levhaların su alma değerlerinin düzenli azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bu durum, lif miktarının artması ile kimyasal ve lif arasında daha fazla çapraz bağ sayısı elde edilebildiğini ve basınç altında oluşturulan levha içerisinde ki lifler arasındaki boşlukların azaldığını ve levha içerisinde suyun penetre (içine girme) olabileceği boşluklarda azalma olduğunu düşündürmüştür. Şekil 1 ve Şekil 2'de elde edilen sonuçlarda bu durumu desteklemektedir.

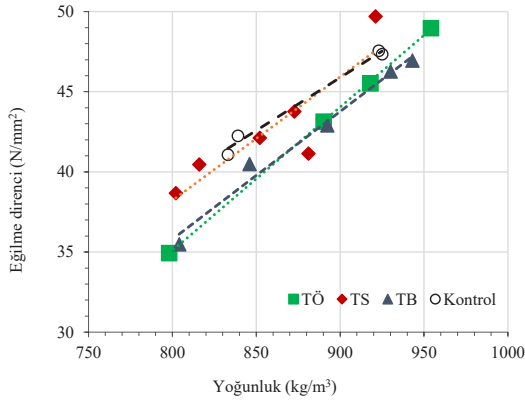
3.2. Levhaların Direnç Özellikleri

Farklı yoğunluk değerlerine sahip levhaların me-

kanik özelliklerindeki değişim Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te görülmektedir. Levhaların elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde, DMDHEU kimyasalının TÖ ve TS life ilave edilmesi ile üretilen levhalarda kontrol grubuna yakın bir değişim gözlenirken, kimyasalın TB ilavesi ile üretilen levhalarda daha düşük elastikiyet modülü değeri elde edilmiştir. Liflevhaların yoğunluk artışı ile elastikiyet modülü değerlerindeki artış DMDHEU kimyasalının life farklı ilave edilme şekillerinin hepsinde görülmüştür.



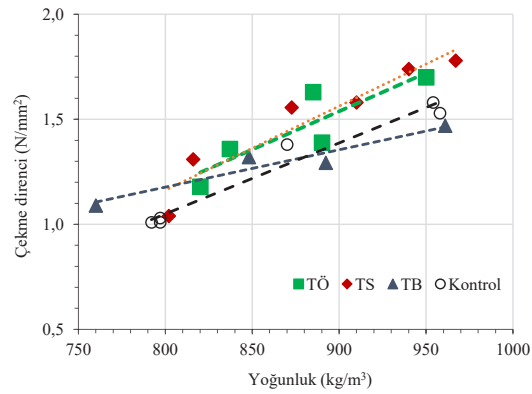
Şekil 3 Levha örneklerinin elastikiyet modülü (N/mm²) değerlerindeki değişim
Figure 3. Change in modulus of elasticity (N/mm²) of board samples



Şekil 4. Levha örneklerinin eğilme direnci (N/mm²) değerlerindeki değişim
Figure 4. The change in the bending strength (N/mm²) values of the board samples

Levhaların eğilme direnci değerleri incelendiğinde, kontrol grubuna en yakın uygulamanın tutkallamadan sonra DMDHEU kimyasalının life verilmesi ile gerçekleştirilen levha üretim yöntemi olduğu görülmektedir. DMDHEU kimyasalının %2,2 oranında ilavesi ile gerçekleştirilen üretimlerde kimyasalın TB ve TÖ uygulamalarında daha

düşük performans verdiği tespit edilmiştir. Levha yoğunluk değerlerinin artması ile eğilme direnci değerleri artmış, en yüksek eğilme direnci TS kimyasal ilave edilen levha örneklerinden elde edilmiştir. Levhaların çekme direnci değerlerinin levha yoğunluğunun artışı ile birlikte arttığı tespit edilmiştir. Şekil 5'ten görüleceği üzere TS ve TÖ uygulanan DMDHEU kimyasalı TB uygulamasına göre levhaların çekme direncini daha etkili şekilde iyileştirmiştir. Şekil 5'ten diğer iki grafiğin aksine TB kimyasal ilavesi ile üretilen levhaların çekme direnci değerlerinin kontrol grubu levhalara daha yakın değerler olduğu görülmüştür.



Şekil 5. Levha örneklerinin çekme direnci (N/mm²) değerlerindeki değişim
Figure 5. The change in the tensile strength (N/mm²) values of the board samples

Levhaların yoğunluk değerlerinin artışı ile birlikte mekanik özelliklerinin iyileşmesi beklenen bir sonuçtur (Akbulut ve Ayrılmış, 2001). Bu durumun nedeni, Hong ve ark. (2017) göre levha yoğunluğunun artması levhanın yüksek sıkıştırma mekanizmasına bağlı olarak lifler arası mesafenin azalmasına, lifler arası temas alanının artmasına ve lifler arasındaki boşlukların azalmasına bağlı olarak levhaların mekanik özelliklerinin iyileşmesine bağlanmıştır. Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te görüldüğü üzere levhaların mekanik özelliklerinin levha yoğunluğu değerinin artışı ile arttığının görülmesi ile birlikte burada asıl vurgulanmak istenilen durum kimyasalın life ilave edilme şeklinde mekanik özelliklerin nasıl etkileneceğidir.

Bu çalışmada, kullanılan DMDHEU kimyasalı ve tutkal etkileşimi ile bunların lif ile bağ yapma durumlarının mekanik özelliklere etkisi değerlendirilmiştir. Üretilen levhaların mekanik özelliklerinde, kimyasalın tutkal sonrası ve tutkal öncesi life ilavesinin, tutkal ile birlikte kimyasalın life ilave edilmesine göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu durum, DMDHEU kimyasalının

tutkal ile karıştırılmadan tek başına verilmesi ve aynı zamanda tutkalında tek başına verilmesinin lif ile daha çok bağ yapmayı sağlamış olması ile açıklanmaktadır.

Liflevhaların mekanik özelliklerini belirlemede Özen'e (1975) göre eğilme direnci tam olarak doğruyu yansıtmamaktadır. Çekme direnci ve Elastikiyet modülü levha özelliklerini belirlemede daha doğru karar verme yöntemidir. Levhaların çekme direnç değerlerinde lifler arasındaki bağ kuvvetinin etkili bir parametre olduğu bilinmektedir. Kimyasalın tutkal öncesi veya tutkal sonrası ilavesi ile lif- kimyasal bağının daha kuvvetli olduğu elde edilen çekme direnci sonuçları ile de desteklenmektedir. Levhaların elastikiyet modülü değerlerinin belirlenmesinde lif uzunluğu etkili bir parametredir. Hammadde olarak uzun liflerden üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri daha yüksek olmaktadır. Çalışmamızda %50 uzun lif ve %50 kısa lif kullanılması, yüksek elastikiyet modülü değerleri elde edilmesinde etken olmuştur. Ayrıca, kullanılan kimyasalın, lif-tutkal karışımıyla güçlü bağ oluşturulmasının ve hammadde özelliğinin de bu değerlerin yüksek bulunmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, DMDHEU kimyasalının kullanılması ile üretilen levhaların, levha yoğunluğunun ve kimyasalın life farklı ilave (TÖ, TB, TS) edilme şeklinin levha özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Kimyasalın bütün ilave şekillerinde uygulanması ile levha yoğunluğunun artmasına da bağlı olarak bu levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerlerinde iyileşme (azalma) sağladığı görülmüştür. Bu iyileşme levhaların su ve neme karşı direncinin arttığı anlamına gelmektedir. Levhaların su alma ve şişme değerlerindeki en fazla iyileşme kimyasalın tutkal sonrası ilavesi ile üretilen levhalardan elde edilmiştir.

Kimyasalın bütün ilave şekillerinde levha yoğunluğunun artışı ile levhaların elastikiyet modülü, eğilme direnci ve çekme direnci değerlerinde de artışlar elde edilmiştir. Eğilme ve çekme direnci değerlerindeki en fazla artış kimyasalın tutkallama sonrası (TS) ilave edilmesi ile üretilen levhalarda tespit edilmiştir. Çalışma sonucu olarak, kullanılan bu kimyasal maddenin uygulama miktarının endüstriyel ölçekli üretimde maliyet hesabı ve levhanın kullanım yeri özellikleri de dikkate alınarak hesaplanması önerilmektedir.

Teşekkür

Çalışmada kullanılan tutkal, sertleştirici ve lifin

teminini sağladıkları için Çamsan A.Ş. (Sakarya) firmasına ve DMDHEU kimyasalının temini için Setaş Kimya Sanayi A. Ş. (Tekirdağ) firmasına teşekkür ederiz.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Akbulut, T., Ayrılmış, N., 2001. MDF üretiminde dikkate alınması gereken hususlar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 52, 2.

Baishya, P., Maji, T. K., 2014. Studies on effects of different cross-linkers on the properties of starch-Based Wood Composites. American Chemical Society, 2, 1760-1768. <https://doi.org/10.1021/sc5002325>

Carll, C., Widenhoeft, A.C., 2009. Moisture-related properties of wood and the effects of moisture on wood and wood products. IN: Moisture control in buildings: the key factor in mold preventions / Heinz R. Trechsel and Mark T. Bomberg, editors. 2nd ed. West Conshohocken, PA: ASTM International, 4, 54-79.

Dieste, A., Krause, A., Bollmus, S., Militz, H., 2009. Gluing ability of plywood produced with DMDHEU-modified veneers of *Fagus sp.*, *Betula sp.*, and *Picea sp.* *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 29:206-209. doi:10.1016/j.ijadhadh.2008.05.001

EN 310, 1999. Particleboards and fiberboards, determination of modulus elasticity in bending and bending strength, European Committee for Standardization, CEN, Brussels.

EN 317, 1999. Particleboards and fiberboards, determination of swelling in thickness after immersion in water. CEN, Brussels.

EN 319, 1999. Particleboards and fibreboards. determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board, CEN, Brussels.

EN 323, 1999. Wood based panels, determination, of density, CEN, Brussels.

Homan, W. J. Jorissen, A. J. M., 2004. Wood modification developments. *Heron*, 49(4), 361-385




Hong, M.-K., Lubis, M. A. R., Park, B.-D., 2017. Effect of panel density and resin content on properties of Medium Density Fiberboard. *Journal Korean Wood Science Technology* 2017, 45(4): 444~455, pISSN: 1017-0715 eISSN: 2233-7180 <https://doi.org/10.5658/WOOD.2017.45.4.444>

Hsiung, -H. H., Huang, H. Y., Wang, Y. H., Wang, C., Chen, J. C., Cheng, C. C., 2004. Physical properties and reaction kinetics of cotton cellulose crosslinked with Di-

- methyloldihydroxyethyleneurea–Maleic Acid. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 92, 3886–3893. <https://doi.org/10.1002/app.20417>
- Ibrahim N. A., Allam, E. A., El-Hossamy, M. B., El-Zairy, W. M., 2008. Options for enhancing performance properties of easy-care finished cellulose/wool blended fabrics. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 47:3, 281-292. <https://doi.org/10.1080/03602550701869943>
- İlter, M., 2017. Ütölemenin kimyası http://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/92ae65eb0bcea33_ek.pdf, (Ziyaret tarihi: 07.07.2021)
- Kong, M. T., Lim, T. W., Król, P., Auriga, R., Mamiński, M. Ł., 2016. 1,3-Dimethylol-4,5-dihydroxyethyleneurea as a potential alternative binder for Plywood. *The Journal of Adhesion*, 92:908-915. DOI:10.1080/00218464.2015.1057338 <https://doi.org/10.1080/00218464.2015.1057338>
- Krause, A., Jones, D., Zee van der M, Militz, H., 2003. Interlace treatment—wood modification with N-methylol compounds. In: Proceedings of 1st european conference on wood modification. Ghent, Belgium pp 317–327.
- Mamiński, M. Ł., Witek, S., Szymona, K., Parzuchowski, P., 2013. Novel adhesive system based on 1,3-Dimethylol-4,5-Dihydroxyethyleneurea (DMDHEU) and hyperbranched polyglycerols. *European Journal of Wood and Wood Product* 71:267–275. <https://doi.org/10.1007/s00107-013-0680-9>
- Mamiński, M., Kozakiewicz, P., Jaskolowski, W., Chin, K. L., H'ing, P. S., ve Toczyłowska- Mamińska, R., 2016. Enhancement of technical value of oil palm (*Elaeis guineensis Jacq.*) waste trunk through modification with 1,3-Dimethylol-4,5-Dihydroxyethyleneurea (DMDHEU). *European Journal of Wood and Wood Product*, 74:837-844, DOI 10.1007/s00107-016-1086-2,
- Maminski, M. L., Trzepalka, A., Auriga R., H'Ng P. S., Chin K. L., 2018. Physical and mechanical properties of thin high density fiberboard bonded with 1,3-Dimethylol-4,5Dihydroxyethyleneurea (DMDHEU). *The Journal of Adhesion*, 1545-5823. <https://doi.org/10.1080/00218464.2018.1500280>
- Militz, H., 1993. Treatment of timber with water soluble dimethylol resins to improve their dimensional stability and durability. *Wood Science Technology*, 27:347–355.
- Nazerian, M., Dalirzadeh, A., Farrokhpayam, S. R., 2015. Use of almond shell powder in modification of the physical and mechanical properties of medium density fiberboard. *BioResources*, 10 (1): 169-181
- Özen, R., 1975. Lif levhanının fiziksel ve mekanik özellikleri ve bunlara tesir eden faktörler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, XXV, II.
- Padzil, F. N. M., Ariffin, H., Zakaria, S., Boruszewski, P., Krajewski, K. J., Mamiński, M. Ł., 2018. Effect of Poplar cultivar “Hybrid 275” fiber impregnation with 1,3-dimethylol-4,5dihydroxyethyleneurea on the properties of high density fiberboards. *Bioresources*, 13(4), 7470-7480. DOI 10.15376/biores.13.4.7470-7480
- Pfeffer, A., Mai, C., Militz, H., 2012. Weathering characteristics of wood treated with water glass, Siloxane or DMDHEU. *European Journal Wood Products*, 70:165–176, DOI 10.1007/s00107-011-0520-8
- Pizzi, A., 2003. Melamin Formaldehyde Adhesives, Copyright by Taylor and Francis Group, LLC. France.
- Sudiyanni, Y., Imamura, Y., Takahashi, M., 1996. Weathering effects on several properties of chemically modified wood. Wood Research Institute, Kyoto University, 83: 55-58.
- Şahin, H. T., 2013. Suyun kağıt yapısının oluşumuna etkisi üzerine bir inceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14: 152-155.
- Torkaman, J., 2008. Reduction of water absorption and swelling of fiberboard. 11DBMC International Conference on Duability of Building Materials and Components, İstanbul, 11-14 May, Turkey, 642-646.
- US 4442257, 1984. Borovicka D. A., Sr., Parma; Hahn K. G.; Tupa J. T., Low temperature cure latexes, SCM Corporation, New York, N.Y.
- Wascher, R., Kühn, C., Avramidis G., Bicke, S., Militz, H., Ohms, G., Viöl, W., 2017. Plywood made from Plasma-Treated Veneers: Melamine uptake, dimensional stability and mechanical properties. *Journal Wood Science* 63, 338-349, <https://doi.org/10.1007/s.10086-017-1632-5>
- Wepner, F., Krause, A., Militz, H., 2006. Weathering resistance of N– Methylol-Treated Plywood Panels. in: Proceedings of 2nd International Symposium on Veneer Processing and Products. Vancouver, Canada pp 305–314.
- Xie, Y., Fu, Q., Wang, Q., Xiao, Z., Militz, H., 2013. Effect of chemical modification on the mechanical properties of wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 71(4), 401-416, <https://10.1007/s00107-013-0693-4>
- Xie, Y., Xiao, Z., Mai, C., 2015. Degradation of chemically modified Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) with Fenton reagent. *Holzforchung*, 69(2), 153-161, DOI 10.1515/hf.2014-0067
- Yang, H., Yang, C. Q. He, Q., 2009. The bonding of a Hydroxy-Functional organophosphorus oligomer to nylon fabric using The formaldehyde derivatives of urea and melamine as the bonding agents. *Polymer Degradation and Stability* 94 1023-1031. DOI 10.1016/polymdegradstab.2009.02.008
- Yasuda, R., Minato, K., Norimoto, M., 1994. Chemical modification of Wood by non Formaldehyde cross-linking reagents. Part 2. moisture adsorption and creep properties, *Wood Science and Technology*, 28, 209-218.
- Zinetbaş, G., 2015. Farklı tip buruşmazlık etkisi sağlayan kimyasalların boyanmış viskon dokuma kumaşın özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Polivinil klorür (PVC)'ün geri dönüştürülmesi: PVC köpük üretimi ve Karakterizasyonu

Recycling of polyvinyl chloride (PVC): production and characterization of PVC foams

Yıldız BİRBİLEN¹ 
Kadir KARAKUS¹ 
Fatih MENGELOĞLU¹ 

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Orman Fakültesi, Kahramanmaraş

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Yıldız BİRBİLEN
yildizbrbln@gmail.com

Geliş tarihi (Received)

30.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

27.06.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Birbilen, Y. , Karakus, K. & Mengeloğlu, F. (2022). Polivinil klorür (PVC)'ün geri dönüştürülmesi: PVC köpük üretimi ve Karakterizasyonu . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 336-341 . DOI: 10.17568/ogmoad.1095629



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Plastikler hayatımızın birçok alanında yıllardır kullanılmakta olup kullanım ömrü sonunda önemli miktarda atık oluşturmaktadır. Doğada uzun yıllar bozunmadan kalan ve çevreye zarar veren bu malzemelerin geri dönüştürülüp tekrar kullanıma kazandırılması önem taşımaktadır. Termoplastik köpük malzemeler düşük yoğunluk, yüksek spesifik mukavemet, yüksek enerji absorblama özellikleri ve üstün yalıtım özelliklerinden dolayı ısı yalıtımı, otomotiv koltukları, ambalaj malzemeleri ve enerji absorblayıcı (soğurucu) malzemeler olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, en çok kullanılan plastiklerden biri olan ve önemli miktarda atık oluşturan polivinil klorür (PVC)'ün geri dönüşüm yoluyla termoplastik köpük malzemelerin üretiminde kullanımı amaçlanmıştır. Bu amaçla kapı ve pencere profil atıklarından elde edilen atık PVC kullanılarak termoplastik köpük malzemeler üretilmiştir. PVC köpük malzemelerin bazı fiziksel, mekanik ve morfolojik özellikleri üzerine kimyasal köpük oluşturuç miktardının etkisi incelenmiştir. Üretilen PVC köpük malzemelerde kimyasal köpük oluşturuç malzeme miktarının artması ile PVC köpüklerin yoğunluk değerlerinde %40'lara kadar bir azalma sağlanmıştır. PVC köpüklerin spesifik darbe direnci değerleri kimyasal köpük oluşturuç miktarı ile doğrusal bir şekilde artış göstermiştir. Köpüklerin hücre yapısı incelendiğinde ise kimyasal köpük oluşturuç miktarının artması ile hücre birleşmelerinin meydana geldiği ve daha büyük hücrelerin oluştuğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Atık polivinil klorür, termoplastik köpük malzeme, kimyasal köpük oluşturuç, darbe direnci.

Abstract

Plastics have been used in many areas of our daily lives for years generating large amount of post-consumption wastes. It is important to recycle and reuse of these materials since they remain without degrading for many years causing harm to the environment. Thermoplastic foams are widely used as thermal insulation, automotive seating, packaging, furniture and energy absorbing materials due to their low density, high strength/weight ratio, high energy absorption performance and superior insulation properties. In this study, potential usage of polyvinyl chloride (PVC), one of the most used plastics, in the manufacture of PVC foams were aimed. For this purpose, thermoplastic foam materials were produced by using waste PVC obtained from door and window profile wastes. The effect of chemical foaming agent amount on the some physical, mechanical and morphology properties of PVC foams were investigated. According to the obtained results, the use of foaming agent provided up to 40% reduction in the density of PVC foams. With chemical foaming agent amount were increased specific impact strength values of PVC foams. Cell structure of foams was also investigated and an increase in cell coalescence with the increase of chemical foaming agents was observed.

Keywords: Waste polyvinyl chloride, thermoplastic foam, chemical foaming agent, impact strength.

1. Giriş

Termoplastik polimerler hayatımızın birçok alanında yaygın olarak kullanılmakta ve kullanımı her geçen gün artmaktadır. En fazla kullanılan termoplastik polimerler polietilen (PE), polipropilen (PP), polistiren (PS) ve polivinil klorür (PVC)'dür. Bu malzemelerin kullanım ömrü sonunda uzun yıllar doğada bozunmadan kalması ve neden olduğu çevresel etki büyük bir endişe kaynağıdır. Bu problemle başa çıkmak için ya biyolojik olarak bozunabilen polimerlerin kullanımının yaygınlaşması ya da bu termoplastik polimerlerin geri dönüştürülmesi gerekmektedir (Zheng ve ark., 2005).

Termoplastik malzemelerin geri dönüşümü, depolama alanlarına gönderilen plastik atık hacminin azaltılması ihtiyacı ve yenilenemeyen petrol kaynaklarının korunması gibi çeşitli yönlerden önemli ve güncel bir konudur (Fried, 2014). Hammadde verimliliği ve organik kirlilik konusu göz önüne alındığında atıkların yakılarak bertaraf edilmesi tercih edilebilir bir seçenek haline gelse de atıkların geri dönüşümünün en avantajlı seçenek olduğu düşünülmektedir (Rigamonti ve ark., 2014). Çünkü termoplastik atıkların açık alanda yakılması da önemli bir hava kirliliği kaynağıdır. Yakma işlemi sırasında dioksinler, furanlar, cıva ve poliklorlu bifeniller gibi zehirli gazlar atmosfere salınmaktadır. Ayrıca polivinil klorür yapısında bulunan klor atomlarından dolayı ısı etkisi ile hidroklorik asit (HCl) açığa çıkarmakta ve bu gaz solunum sistemi başta olmak üzere insan ve hayvan sağlığı için tehdit oluşturmaktadır (Verma ve ark., 2016).

PVC atıkların geri dönüştürülmesinde iki yol izlenebilir. Birincisi atık malzeme temizlenerek ayrıştırma işlemine tabi tutulmaksızın aynı veya başka amaçla orijinal halinde kullanılabilir. İkincisi ise PVC malzeme parçalandıktan sonra ısı ve basınç altında yeni ürüne dönüştürülüp yeniden kullanıma kazandırılabilir (Titow, 2012).

Termoplastik polimer köpükler düşük yoğunluk, yüksek spesifik mukavemet, yüksek enerji absorblama özellikleri ve üstün yalıtım özelliklerine sahiptir. Mobilya, otomotiv koltukları, yalıtım malzemeleri, ambalaj malzemeleri ve enerji absorblayıcı malzemeler olarak birçok alanda tercih edilmekte ve kullanımı tüm dünyada hızlı bir şekilde artmaktadır (Nawaby ve Zhang, 2004; Demir ve ark., 2008; Shakarami ve ark., 2013). Termoplastik köpük malzemelerin üretiminde fiziksel ve kimyasal köpük oluşturuçular kullanılmaktadır. Fiziksel köpük oluşturuçular genellikle aromatik, alifatik veya halojenli hidrokarbonlar, eterler, ketonlar ve ekstrüzyon koşullarında gaza dönüşen alkol gibi düşük kaynama noktasına sahip uçucu

sıvılardan oluşur. Karbondioksit ve azot en yaygın kullanılan fiziksel köpük oluşturuçulardır. Kimyasal köpük oluşturuçular ise sıcaklık ve basınç altında gaz oluşturmak üzere bozulan katı veya sıvı bileşiklerden oluşmaktadır. Kimyasal köpük oluşturuçular endotermik ve ekzotermik kimyasal köpük oluşturuçular olarak iki sınıfa ayrılır. En yaygın endotermik kimyasal köpük oluşturuçusu sodyum bikarbonat, ekzotermik kimyasal köpük oluşturuçusu ise azodikarbonamittir (Vachon ve Gendron, 2005). Bu köpük oluşturuçular birbirini tamamlayıcı özelliklere sahip olduklarından dolayı birlikte de kullanılabilirler (Eaves, 2001).

Sodyum bikarbonat geniş bir sıcaklık aralığında (150-230 °C) bozunur ve bozunma ürünleri karbondioksit ve su buharıdır. Gaz verimi 100-150 cm³/g'dır. Sodyum bikarbonatın avantajı, renk bozulmasına (sarımanın) neden olmaması ve böylece saf beyaz köpüklerin kolayca elde edilebilmesi ve açığa çıkan karbondioksitin kolaylıkla difüze olmasıdır. Dezavantajları arasında ise bozunma sırasında kalıp korozyonuna yol açabilen su buharının salınması ve düşük verimlilik nedeniyle yüksek maliyet yer almaktadır (Eaves, 2001).

Polivinil klorür (PVC), kapı ve pencere profilleri, otomotiv parçaları, borular, zemin kaplamaları, ambalaj malzemeleri, kablolar ve oyuncaklar gibi hayatımızın birçok alanında kullanılan en önemli plastikler arasında gelmekte (Fried, 2014) ve büyük miktarda atık oluşturmaktadır. Atık PVC'ün geri dönüştürülmesi ve kompozit üretiminde kullanılması ile ilgili birkaç çalışma bulunmaktadır. Augier ve ark. (2007) atık PVC ve odun ununu karıştırarak odun plastik kompozit üretmiş, Gohatre ve ark. (2021) ise atık PVC, atık akrilonitril bütadien stiren (ABS) ve nitril kauçuk (NBR) kullanarak kompozit üretmiş ve özelliklerini incelemişlerdir. Zhang ve ark. (2021) bitki büyüme substratı olarak kullanım amacıyla atık PVC ve sodyum poliakrilatı karıştırarak termoplastik köpük malzeme üretmiş ve özelliklerini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada, atık polivinil klorür (PVC)'ün geri dönüşüm yoluyla termoplastik polimer köpük malzemelerin üretiminde kullanımı amaçlanmıştır. Bunun için kapı ve pencere profil atıklarından elde edilen atık PVC kullanılarak kimyasal köpük oluşturuçular ile PVC köpük malzemeler üretilmiştir. Üretilen PVC köpük malzemelerin bazı fiziksel, mekanik ve morfolojik özellikleri üzerine köpük oluşturuçuların miktarının etkisi incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Polimer köpük malzemelerin üretiminde kullanılan pencere ve kapı profil atıklarının öğütülmesi

ile elde edilen atık polivinil klorür (PVC), AK-MAR Plastik Ltd. Şti. (Kahramanmaraş)'nden temin edilmiştir. PVC için plastikleştirici olarak kullanılan dioktil ftalat (DOP) ENPAK Kimya Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. (İstanbul)'nden, köpük oluşturu kimyasal olarak kullanılan endotermik köpük oluşturu kimyasal sodyum bikarbonat ise özel bir firmadan satın alma yolu ile temin edilmiştir.

PVC köpük malzemelerin üretiminde, rutubetin uzaklaştırılması amacıyla toz halindeki PVC 80 °C sıcaklıktaki etüvde 24 saat kurutulmuştur. 24 saat sonunda PVC etüvden alınarak soğumadan Tablo 1'de verilen karışım oranlarına göre DOP ve sodyum bikarbonat ile 1400W motor gücü ve 5 litre kapasiteli bir karıştırıcı yardımıyla homojen bir karışım haline getirilmiştir. Karışım pres kalıplama yöntemi ile 200 °C sıcaklık, 100 bar basınç ve 20 dk. presleme süresi koşullarında kalıplanarak PVC köpük malzemeler üretilmiştir.

Tablo 1'de verilen her bir örnek grubu için birer adet levha üretilmiştir. Test örneklerinin tüm levhayı temsil etmesi açısından levhanın farklı yerlerine denk gelecek şekilde 10 adet yoğunluk ve 10 adet darbe testi örneği ASTM standardına uygun bir şekilde daire testere yardımı ile elde edilmiştir. Test örnekleri ASTM D618 (2013) (<https://www.astm.org/d0618-13.html>) standardına uygun olarak iklimlendirme kabini içinde koşullandırılmıştır. Üretilen PVC köpüklerin yoğunluk değerleri ASTM D792 (2013) (<https://www.astm.org/d0792-13.html>) standardına göre belirlenmiştir. Örneklerin çentikli darbe direnci testi ASTM D 256 (2010) (<https://www.astm.org/d0256-10.html>) standardına uygun bir şekilde Zwick HIT 5.5P test makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Köpüklerin hücre yapısı ise mikroskop yardımı ile incelenmiştir.

Tablo 1. Üretilen PVC köpüklerin karışım oranları
Table 1. Experimental design of the produced PVC foams

Örnek kodu	PVC	DOP (*)	Köpük oluşturu kimyasal (*)
KA0	100	30	0
KA0,25	100	30	0,25
KA0,5	100	30	0,5
KA0,75	100	30	0,75
KA1	100	30	1

*: Her yüz gram PVC için gram cinsinden konulacak DOP ve/veya köpük oluşturu kimyasal malzeme miktarını gösterir.

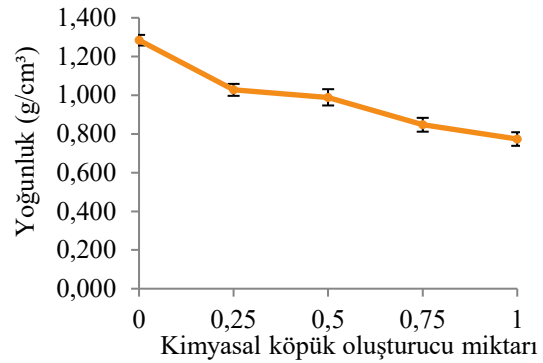
3. Bulgular ve Tartışma

PVC köpüklerin yoğunluk değerleri 0,774-1,284 g/cm³ arasında değişmektedir (Tablo 2). Şekil 1'de gösterildiği gibi köpük oluşturu kimyasal

miktarının artması ile PVC köpüklerin yoğunluk değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Üretim reçetesi içerisindeki köpük oluşturu kimyasal miktarının artması ile köpük malzemelerin yoğunluk değerlerinde yaklaşık %40 azalma sağlanmıştır. En iyi hücre yapısına sahip köpük oluşumunun gerçekleştiği grupta (KA0,25) yoğunluk değerlerinde yaklaşık %20 azalma meydana gelmiştir. Benzer sonuçlar diğer çalışmalarda da rapor edilmiştir (Mengelöglü ve Matuana, 2001; Mengelöglü ve Matuana, 2003; Abu-Zahra ve Alian, 2010; Petchwattana ve Covavisaruch, 2011). Ticari PVC köpük (dekota) yoğunluğu ise 0,500-0,700 g/cm³ arasındadır (URL-1).

Tablo 2. PVC köpüklerin yoğunluk ve darbe direnci değerleri
Table 2. Density and impact strength values of PVC foams

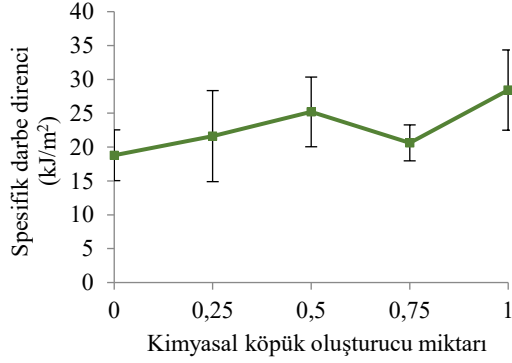
	Yoğunluk (g/cm ³)	Darbe direnci (kJ/m ²)	Spesifik darbe direnci (kJ/m ²)
KA0	1,284±0,03	24,09±4,46	18,79±3,75
KA0,25	1,028±0,03	22,12±6,62	21,62±6,72
KA0,5	0,989±0,04	24,87±4,97	25,20±5,14
KA0,75	0,847±0,04	17,45±2,13	20,63±2,65
KA1	0,774±0,04	21,91±4,33	28,42±5,92



Şekil 1. PVC köpüklerin yoğunluk grafiği
Figure 1. Density graph of PVC foams

Tablo 2'de verilen PVC köpüklerin darbe direnci değerleri 17,45-24,87 kJ/m² arasındadır. Üretilen PVC köpüklerin darbe direnci değerleri bilindiği üzere yoğunlukla ilişkili bulunmuştur. Köpük malzemeler içerisinde oluşturulan köpüklerin darbe direnci üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla malzemelerin spesifik darbe direnci değerleri belirlenmiş Şekil 2'de verilmiştir. PVC köpüklerin spesifik darbe direnci değerleri kimyasal köpük oluşturu miktarının artması ile artış göstermiştir. Köpük malzemelerin yüksek enerji absorblama (enerjiyi

soğurma) özelliğine sahip olduğu bilinmektedir (Matuana ve ark., 1998). Ancak 0,75 kimyasal köpük oluşturuca içeren örneklerin darbe direnci değerlerinde (KA0,75) düşüş meydana gelmiştir. Bu düşüşün hücre birleşmeleri ve düzensiz hücre yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Mevcut endüstriyel PVC köpüğün çentikli darbe direnci değeri 3,1 kJ/m² olarak verilmektedir (URL-1).



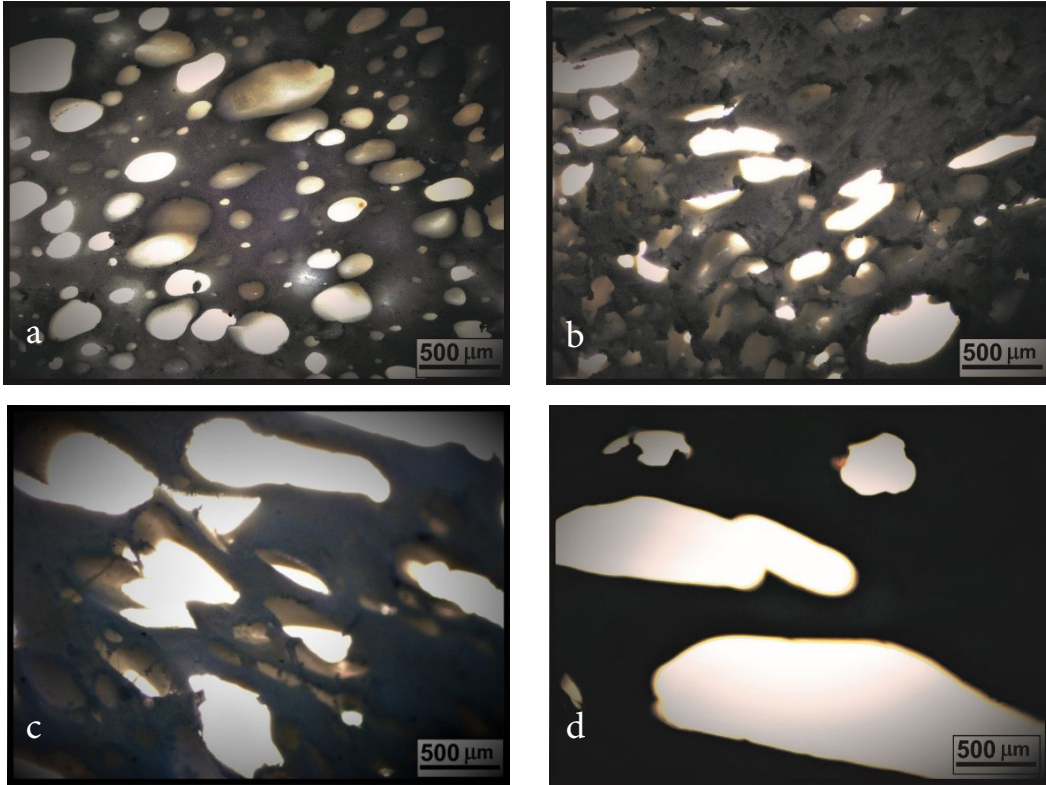
Şekil 2. PVC köpüklerin spesifik darbe direnci grafiği
Figure 2. Specific impact strength graph of PVC foams

PVC köpüklerin mikroskop görüntüleri Şekil 3'te verilmiştir. Köpüklerin hücre yapısı incelendiğinde tüm PVC köpüklerde hücre boyutu, kapalı hücre

oranı ve hücre dağılımı kimyasal köpük oluşturuca miktarından etkilenmiştir. 0,25 kimyasal köpük oluşturuca içeren köpüklerde (KA0,25) daha küçük, kapalı hücre ve homojen bir hücre yapısı gözlemlenmiştir. Levhanın alt ve üst kısımlarına doğru daha büyük hücreler meydana gelmiştir.

Kimyasal köpük oluşturuca malzeme miktarının artması ile köpük yapısı daha düzensiz hale gelmiş, hücre birleşmeleri ve daha büyük hücreler oluşmuştur.

En büyük hücre boyutu KA1 kodlu köpüklerde meydana gelmiştir. Hücrelerin gaz çıkış yönünde yönlendiği ve neredeyse kapalı hücrelerin hiç olmadığı bir hücre yapısı gözlemlenmiştir. Büyük hücre oluşumunun yüksek kimyasal köpük oluşturuca oranı ile eriyik malzeme içerisinde bozulan gaz miktarının daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bozulan gaz miktarının fazla olması birim hacme (m³) düşen hücre çekirdeklenmelerinin sayısının artması ve dolayısıyla daha geniş ve yakın hücrelerin oluşması demektir. Sonuç olarak hücre büyümeleri ve hücre birleşmeleri artmaktadır (Abu-Zahra ve Alian, 2010; Farsheh ve ark., 2011; Ghasemi ve ark., 2012). Bu sonuçlar malzemede oluşturulan köpüğün boyut, şekil ve dağılımının iyileştirilmesi ile daha iyi sonuçların alınabileceğini göstermektedir.



Şekil 3. PVC köpüklerin mikroskop görüntüleri a) KA0,25, b) KA0,5, c) KA0,75, d) KA1
Figure 3. Microscope images of PVC foams a) KA0,25, b) KA0,5, c) KA0,75, d) KA1

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada atık PVC geri dönüştürülerek polimer köpük malzemeler üretilmiştir. Üretilen PVC köpük malzemelerin yoğunluk, darbe direnci ve hücre yapısı üzerine kimyasal köpük oluşturuç miktarının etkisi incelenmiştir.

PVC köpük malzemelerde kimyasal köpük oluşturuç miktarının artması ile PVC köpüklerin yoğunluk değerlerinde yaklaşık %40'lara kadar bir azalma sağlanmıştır. En iyi hücre yapısına sahip köpüklerin (KA0,25) yoğunluk değerlerinde yaklaşık %20'lik bir azalma meydana gelmiştir.

PVC köpüklerin spesifik darbe direnci değerleri kimyasal köpük oluşturuç miktarı arttıkça artış göstermiştir. Ancak 0,75 kimyasal köpük oluşturuç içeren köpük malzemelerde (KA0,75) bir azalma meydana gelmiştir.

Köpüklerin hücre yapısı incelendiğinde, kimyasal köpük oluşturuç miktarının artması ile hücre birleşmelerinin meydana geldiği ve daha büyük hücrelerin oluştuğu gözlemlenmiştir. En iyi hücre yapısı 0,25 kimyasal köpük oluşturuç içeren köpüklerde (KA0,25) meydana gelmiştir.

Bu çalışmanın sonuçlarından yola çıkılarak ileriki çalışmalarda atık PVC köpük malzemelerin farklı köpük oluşturuç malzemeler ile üretilerek özellikleri incelenebilir. Ayrıca atık PVC'ün farklı kullanım alanlarında değerlendirilmesine yönelik araştırmalar yapılabilir.

Kaynaklar

Abu-Zahra, N. H., Alian, A. M., 2010. Density and cell morphology of rigid foam PVC-clay nanocomposites. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 49 (3): 237-243.

ASTM D256, 2010 (<https://www.astm.org/d0256-10.html>). Standard test for determining the Izod pendulum impact resistance of plastics. ASTM International.

ASTM D618, 2013 (<https://www.astm.org/d0618-13.html>). Standard practice for conditioning plastics for testing. ASTM International.

ASTM D792, 2013 (<https://www.astm.org/d0792-13.html>). Standard test methods for density and specific gravity (relative density) of plastics by displacement. ASTM International.

Augier, L., Sperone, G., Vaca-Garcia, C., Borredon, M. E., 2007. Influence of the wood fibre filler on the internal recycling of poly (vinyl chloride)-based composites. *Polymer Degradation and Stability*, 92 (7): 1169-1176.

Demir, H., Sipahioglu, M., Balkose, D., Ulku, S., 2008. Effect of additives on flexible PVC foam formation.

Journal of materials processing technology, 195 (1-3): 144-153.

Eaves, D., 2001. *Polymer Foams: Trends in Use and Technology*. Rapra Technology Limited, pp. 111-113.

Farsheh, A. T., Talaeipour, M., Hemmasi, A. H., Khardemieslam, H., Ghasemi, I., 2011. Investigation on the mechanical and morphological properties of foamed nanocomposites based on wood flour/PVC/multi-walled carbon nanotube. *BioResources*, 6 (1): 841-852.

Fried, J. R., 2014. *Polymer Science and Technology*. Pearson Education, pp. 273-371.

Ghasemi, I., Farsheh, A. T., Masoomi, Z., 2012. Effects of multi-walled carbon nanotube functionalization on the morphological and mechanical properties of nanocomposite foams based on poly (vinyl chloride)/(wood flour)/(multi-walled carbon nanotubes). *Journal of Vinyl and Additive Technology*, 18 (3): 161-167.

Gohatre, O. K., Biswal, M., Mohanty, S., Nayak, S. K., 2021. An effective sustainable approach towards recycling and value addition of waste poly (vinyl chloride) and acrylonitrile butadiene styrene (ABS) recovered from electronic waste (e-waste). *Journal of Polymer Research*, 28 (9): 1-16.

Matuana, L. M., Park, C. B., Balatinecz, J. J., 1998. Cell morphology and property relationships of microcellular foamed PVC/wood-fiber composites. *Polymer Engineering & Science*, 38 (11): 1862-1872.

Mengeloglu, F., Matuana, L. M., 2001. Foaming of rigid PVC/wood-flour composites through a continuous extrusion process. *Journal of Vinyl and Additive Technology*, 7 (3): 142-148.

Mengeloglu, F., Matuana, L. M., 2003. Mechanical properties of extrusion-foamed rigid PVC/wood-flour composites. *Journal of Vinyl and Additive Technology*, 9 (1): 26-31.

Nawaby, A. V., Zhang, Z., 2004. Solubility and Diffusivity. *Thermoplastic Foam Processing: Principles and Development*, pp. 1-42.

Petchwattana, N., Covavisaruch, S., 2011. Influences of modified chemical blowing agents on foaming of wood plastic composites prepared from poly (vinyl chloride) and rice hull. *In Advanced Materials Research*. 306, 869-873.

Rigamonti, L., Grosso, M., Møller, J., Sanchez, V. M., Magnani, S., Christensen, T. H., 2014. Environmental evaluation of plastic waste management scenarios. *Resources, Conservation and Recycling*, 85: 42-53.

Shakarami, K., Doniavi, A., Azdast, T., Aghdam, K. M., 2013. Microcellular foaming of PVC/NBR thermoplastic elastomer. *Materials and Manufacturing Processes*, 28 (8): 872-878.

Titow, W. V., 2012. *PVC Plastics: Properties, Processing, and Applications*. Springer Science & Business Media,

pp. 10-16.

URL-1: <http://dekota.com.tr/ozellikleri.php> (Ziyaret tarihi: 13.06.2022).

Vachon, C., Gendron, R., 2005. Research on Alternative Blowing Agents. *Thermoplastic Foam Processing: Principles and Development*, 139-191.

Verma, R., Vinoda, K. S., Papireddy, M., Gowda, A. N. S., 2016. Toxic pollutants from plastic waste-a revi-

ew. *Procedia Environmental Sciences*, 35: 701-708.

Zhang, J. P., Zhang, C. C., Zhang, F. S., 2021. A novel process for waste polyvinyl chloride recycling: Plant growth substrate development. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9 (4): 105475.

Zheng, Y., Yanful, E. K., Bassi, A. S., 2005. A review of plastic waste biodegradation. *Critical Reviews in Biotechnology*, 25 (4): 243-250.

Odun esaslı levha sektöründe Yaşam Döngüsü Analizi'ne bir bakış

An overview of Life Cycle Analysis in the wood-based panel industry

Mehmet Eren ŞAHİN¹
Hülya KALAYCIOĞLU¹
Uğur ARAS²

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin
Meslek Yüksekokulu, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Mehmet Eren ŞAHİN
mehmeterensahinn@gmail.com

Geliş tarihi (Received)

31.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

18.05.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL
sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Şahin, M. E. , Kalaycıoğlu, H. & Aras, U. (2022). Odun esaslı levha sektöründe Yaşam Döngüsü Analizi'ne bir bakış . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 342-354 . DOI: 10.17568/ogmoad.1096193



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Hayat Boyu Değerlendirme (LCA) bir ürün sisteminin yaşamı boyunca çevresel yönlerini ve potansiyel çevresel etkilerini ele alan bir teknik olup elde edilen veriler; karar verme, stratejik planlama, öncelik belirleme ve tasarlama çalışmalarında kullanılır. Bu çalışmada; LCA ve odun esaslı levha sektörü ilişkisi, sektörün çevreye etkileri, alınabilecek önlemler ve gelecekte planlanabilecek LCA çalışmaları ile ilgili olarak literatür bilgisi verilmiştir. Özellikle odun hammaddesinin fabrikalara taşınması, üretim ve levhaların satış notlarına taşınması, kullanımı ve ekonomik ömrünü tamamlayan levhaların tekrar değerlendirilmesi sırasındaki çevresel etkilerinin belirlenmesi tanımlanmıştır. Dünya orman ürünleri sektöründe uygulanan LCA yaklaşımları, faydaları, güçlü ve zayıf yönlerine bağlı potansiyel etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Son olarak, bir simülasyon uygulaması incelenmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda odun esaslı levhaların yenilenebilir kaynaklardan üretilerek sürdürülebilir olması, potansiyel ikame malzemelerinden düşük enerji gerektirmesi, atık hacminin değerlendirilebilmesi avantajlarına sahip olduğu ve petrokimyasal tutkalların yerine yeşil formülasyonlarla üretim sağlanırsa ekosistem ve iklim değişikliği üzerinde olumlu sonuçlar oluşturacağı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Odun esaslı levhalar, Yaşam Döngüsü Analizi, iklim değişikliği.

Abstract

Life Cycle Assessment (LCA) is a technique that considers the environmental aspects and potential environmental impacts of a product system throughout its lifetime. The data obtained are evaluated in decision making, strategic planning, priority setting and design studies. In this study, literature information was given about the relationship between LCA and the wood-based panel sector, the positive and negative effects of the sector on the environment, the measures that can be taken, and the LCA studies that can be planned for the sector in the future. In particular, the methods of determining the effects during the transportation of wood material to the factories, production, transfer of the plates to the sales notes after production, the usage process and the evaluation of the boards that have completed their economic life were defined. The potential effects of the LCA approach applied in the world forest products sector, their benefits, strengths, and weaknesses were evaluated. Finally, a simulation application is examined. As a result of this study, it is seen that wood-based boards have the advantages of being sustainable by being produced from renewable resources, requiring less energy than potential substitute materials, and evaluating the waste volume after use. In addition, it has been determined that if it is produced with green formulations instead of petrochemical adhesives, it will create positive results for the ecosystem and climate change.

Keywords: Wood-based panels, Life Cycle Analysis, climate change.

1. Giriş

Birleşmiş Milletler (BM) Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (yeni adıyla Brutland Komisyonu) tarafından 1987 yılında yayınlanan (Ortak Geleceğimiz / Our Common Future) adlı ve Brundtland Raporu olarak bilinen raporda Kuzey ve Güney Yarımküre arasındaki uyumsuzluk ve ekolojik farkındalıktan bahsedilmektedir (Burton, 1987). Raporun ardından birçok farklı “sürdürülebilirlik” veya “sürdürülebilir kalkınma” tanımı gündeme gelmiştir. Bu terim 1980 yılında Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN, iucn.org) tarafından “Our Common Future” yayınlanması sürdürülebilir kalkınma konusunda en bilinen tanımını “Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden günümüz ihtiyaçlarına cevap veren gelişim” şeklinde tanımlanmıştır. Gelişim kavramında; insan ihtiyaçlarını karşılamak için bir araç olarak hizmet etmesi hedeflenmiştir (Moltesen ve Bjorn, 2018). Buna karşılık tanımın çok dar olduğu ve diğer canlı türlerinin de dikkate almak gerektiği savunulmuştur (Pezzey, 1992).

Sürdürülebilirlik, farklı vurgularla aşağıdaki dört boyuttan oluşmaktadır (Moltesen ve Bjorn, 2018).

1. Nüfusun refah ölçüsü, “iyileştirme”, “fayda”, “refah” ve “niyet” gibi birkaç farklı kavramdan oluşur.
2. Nesiller arası eşitlik öz kaynak kaygısıyla ilgilidir.
3. Mevcut neslin eşitliği kuşak içi öz kaynaklarla ilgilidir. Refah önlemlerinin bir nesil içinde makro ve mikro ölçekte eşit ölçüde dağıtılması göz önünde bulundurulur.
4. Türler arasındaki eşitlik sadece insan refahına katkıda bulunma potansiyellerinden bağımsız olarak gelişmesi öz kaynaklarla ilgilidir.

İnsanoğlunun ihtiyaçlarını karşılayabilmenin dünya yaşam destek fonksiyonlarına etkisi; sürdürülebilir kalkınma tanımının doğasında var olan çevre sağlığı için endişe kaynağıdır (Moltesen ve Bjorn, 2018).

Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi’ne (WBCSD, wbcso.org) göre “eko-verimlilik, insan ihtiyaçlarını karşılayan ve yaşam kalitesini getiren rekabetçi fiyatlı mal ve hizmetlerin sunulmasını sağlanırken, yaşam döngüsü boyunca mal ve kaynak kullanımının çevresel etkilerini en azından dünyanın tahmini taşıma kapasitesine uygun bir seviyeye indirir” diye tanımlanmaktadır (WBCSD, 2000).

Ürün ve teknolojilerin ekonomik / ekolojik verimliliğini artırıp, aynı veya daha fazlasının tüketile-

bileceği, aynı zamanda tüketimin çevresel yük taşıma kapasitesini aşmayan bir seviyeye düşürmek mümkündür. Doğal kaynakların korunması; atık miktarının sınırlandırılması, kirletici emisyonların azaltılması ve üretim sürecinin tüm aşamalarında çevrenin korunmasına daha fazla dikkat edilip ulaştırılması gereken özel hedeflerdir (Schmidheiny ve Stigson, 2000).

Odun esaslı levhaların üretiminde üre, fenol, melamin formaldehit gibi sentetik esaslı tutkallar kullanılmaktadır. Kimyasal dayanım, yüksek reaktivite ve üstün yapıştırma performansı gibi avantajlarının yanı sıra, tehlikeli uçucu organik bileşikler (VOC’ler), ve özellikle de serbest formaldehit gibi insanlar için kanserojen ve çevreye zararlı olan bileşiklerin salınmasına neden olmaktadır. Bu sebeple odun esaslı levha sektöründe LCA daha fazla önem kazanmaktadır (Kristak ve ark., 2022). Çevreyi nasıl koruyabiliriz? ve Çevresel bozulmaya yol açan durumlar nelerdir? gibi sorular “Life Cycle Analysis”in sürdürülebilir çevre değerlendirme aracı olarak gelişmesine fırsat vermiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada odun esaslı levhalarda gerçekleştirilen güncel Yaşam Döngüsü Analizleri uygulamalarına yer verilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

2.1. Yaşam Döngüsü Analizi

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi olarak da bilinen Yaşam Döngüsü Analizi; “ürünün yaşam döngüsü boyunca hammadde alımından, üretim ve kullanım aşamalarından atık yönetimine kadar kullanılan potansiyel çevresel etkileri ve kaynakları değerlendirmek için bir araçtır” (ISO, 2006). LCA, çevresel salınımları tanımlamak ve bu etkileri azaltmak amacıyla ürün, süreç veya sistemin ömrünün tüm aşamalarında neden olduğu çevresel etkileri değerlendiren süreçtir (Kohlmaier ve ark., 2013).

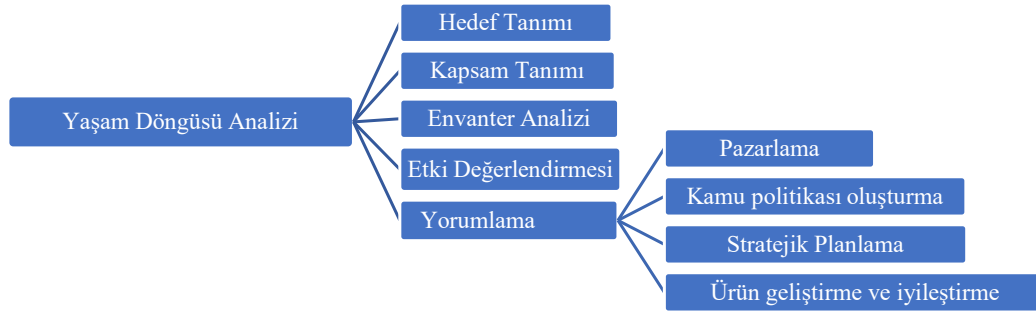
Yaygın olarak kabul gören yönerge; Çevresel Toksikoloji ve Kimya Derneği (SETAC, setac.org) ile Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO, iso.org) tarafından geliştirilen 14000 nolu standartlar gündemde olup; hedef ve kapsam tespiti, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve sonuçların yorumlanmasını içermektedir. İyileştirme aşamasının LCA çerçevesinin önemli bir parçası olduğu SETAC önerisinin aksine, olası tüm doğrudan uygulamalar ISO standartlarının kapsamı dışında kalmaktadır (SETAC, 1993; Wirth, 2013; Wu ve ark., 2014). Şekil 1’de Yaşam Döngüsü Değerlendirmesinin aşamaları gösterilmiştir (ISO, 2006).

2.1.1. Yaşam döngüsü analizi hedef ve kapsam tanımı

LCA'nın şeffaf, tekrarlanabilir, uyumlu ve tutarlı olmasını sağlamak için doküman oluşturulması hedeflenmiştir. Sistemin sınırları, çalışmaya dahil edilen tüm işlemleri, girdi ve çıktıları belirlemek için hassas bir şekilde izlenir. Veri kalitesi gereksinimleri (istenen özellikleri) ve kalite gereksinimleri tanımlanarak kalite güvencesi için prosedürler oluşturulur (ISO, 1997a).

2.1.2. Yaşam Döngü Envanteri (LCI)

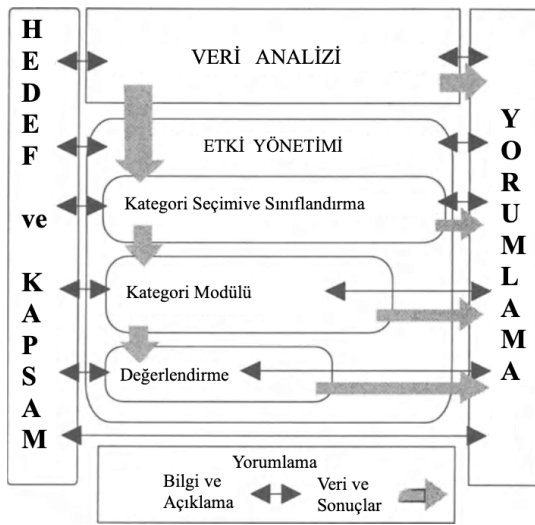
Ürün ömrünün farklı aşamalarını oluşturan süreçler (tüketici ve üretim) birleştirilir ve bireysel modüllere ayrılır. Birden fazla çıkışa sahip sistemlerde, malzeme ve enerji akışları, tercihen fiziksel özelliklere dayalı olarak, açıkça belirtilen kurallara göre tahsis edilir. LCI ile, analiz edilen ürünün fonksiyonel ünitesinden kaynaklanan ekstraksiyon (özütleme) ve emisyon (salınımlar) açısından çevreye olan etkisi belirlenir (ISO, 1997b; ISO, 1997c).



Şekil 1. ISO tanımına göre bir LCA çalışmasının aşamaları (ISO, 2006)
Figure 1. Stages of an LCA study by the ISO definition shown (ISO, 2006)

2.1.3. Yaşam Döngüsü Etki Analizi ve Yorumlama (LCIA)

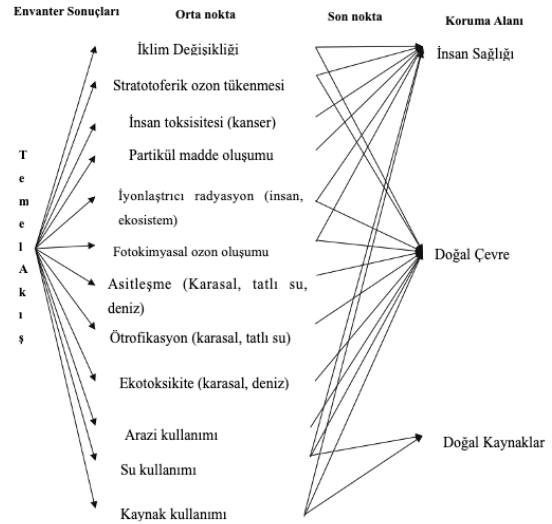
LCIA; toplanan veriler ile sistemin doğal çevreyi ve nüfusu nasıl etkileyebileceğini anlama ilişkisini sağlamayı amaçlar. Envanter verileri, çevresel etki düzeylerini ve önemini daha iyi tanımlamayı sağlar. Bu birkaç bireysel alt göreve ayrılmıştır (ISO, 1997b) (Şekil 2).



Şekil 2. Yaşam Döngüsü Etki Analizi gösterimi (Richter, 1998)

Figure 2. Representation of the Life Cycle Impact Analysis (Richter, 1998)

Yaygın LCA uygulamasında, belirli karakterizasyon modellerine dayanan göstergeler LCIA yöntemleri olarak adlandırılan önceden tanımlanmış kümelerde veya yöntemlerde birleştirilir (ISO, 1997d; Chomkham Sri ve ark., 2011) (Şekil 3).



Şekil 3. Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesine ait çevresel faktörler (Rosenbaum ve ark., 2018)
Figure 3. Environmental factors of Life Cycle Impact Assessment (Rosenbaum et al. 2018)

Yaşam Döngüsü Analizinin son aşaması elde edilen sonuçların yorumlanmasıdır. Döngüde; öğeleri

tanımlamak, nitelenmek, kontrol etmek, gözden geçirmek sistematik bir prosedürdür. Amaç ve kapsamını gözden geçirme ve oluşum sıklığı sürecini içerir. Bulguların bir sentezi yapılıır. Sonuç ve öneriler izleyicilerine bildirilir (Tablo 1). Başka bir deyişle daha önce açıklanan öğelerini tanımlamak, nitelenmek, kontrol etmek, gözden geçirmek prosedürüdür. Çalışmanın amacını ve kapsamını gözden geçirme ve gözden geçirmenin yinelemeli sürecini

içerir (Richter, 1998).

Odun esaslı levhaların hammaddesi olan ağacın üretimindeki orman faaliyetleri asitleşme, ötrofikasyon ve fotokimyasal oksidanların oluşumu doğal çevre ve doğal kaynakları etkilerken, levhaların üretim süreci, satış için taşıma faaliyetleri ve kullanım sırasındaki oluşan formaldehit emisyonunu insan sağlığı ve doğal çevre koruma alanlarını etkilemektedir (Sathre, 2014)

Tablo 1. LCA hedeflerinin özeti (Richter, 1998)
Table 1. Summary of objectives of the LCA (Richter, 1998)

LCA Hedefleri	Açıklaması
Üreticiler	Ürünlerinin iyileştirilmesine odaklanmalıdır. Çoğu durumda, ayrıntılı LCIA endüstriyel süreçler, çevresel profil ve ürünlerinin nasıl rafine olabileceği hakkında bilgiler sağlayabilir.
Karşılaştırma	LCA'ların ana sorunu olarak kabul edilmiştir. Ürünün alternatiflere kıyasla ekolojik performansı hakkında bilgi, pazarlamacılar tarafından ürünlerini tanıtmak için kullanılır. LCA sonuçları "bir ürün sistemi çevreyi ne kadar etkiler?" sorusunu yanıtlar. Cevabın bir kısmı "iklim değişikliği üzerindeki etkisi 87 kg CO ₂ eşdeğeridir" olabilir. LCA'nın nicel doğası, farklı süreç ve ürün sistemlerinin çevresel etkilerini karşılaştırmak için kullanılabilirliği anlamına gelir.
İletişim	Ürünlerin ekolojik etiketlenmesi veya malzemelerin çevre sertifikasyonu için kriterler ortak bir platforma dayanır. LCA'nın eko-verimli çözümü tanımlamaya yardımcı olacağı anlamına gelir. Ürün veya teknoloji düzeyinde eko-verimlilikte kazanılan artışlar, talepteki artışlarla dengelebilir. LCA kullanılarak ölçülen çevresel etkiler, çevresel taşıma kapasiteleri ile ilişkilendirilerek sürdürülebilirlik perspektifine aktarılır.

2.1.3.1. Sera gazı emisyonları

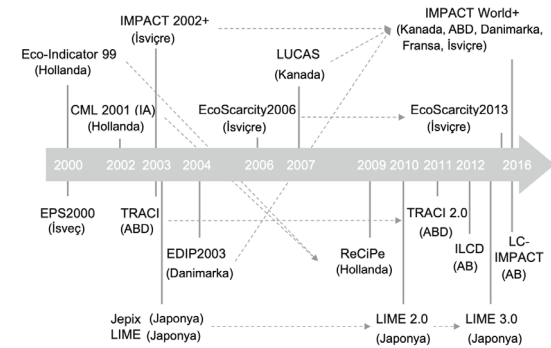
Sera etkisi, atmosferdeki spesifik gaz emisyonlarının artmasından kaynaklanır. Bunlar için ilgili her emisyonun küresel ısınma potansiyeli (GWP) hesaplanır. Bu ise referans madde içerir ve CO₂ ile ilgili olarak kızılotesi radyasyonu absorplama etkisini ifade eder ve atmosferik reaktivite veya gazın zaman içinde stabilitesi nedeniyle bir zaman faktörü içerir. Ve CO₂ eşdeğeri (kg) = Etki Faktörü x GWPi x hava emisyonu formülünden hesaplanır (Tablo 2) (IPCC, 1994). Diğer çevresel etkiler de benzer şekilde toplanır.

Tablo 2. GWPi değerleri (IPCC, 1994)
Table 2. GWPi values by IPCC (IPCC, 1994)

Emisyon	GWP 20	GWP 100	GWP500
Metan (CH ₄)	62	24,5	7,5
Karbondiosit (CO ₂)	1	1	1
H-1301	6200	5600	2200
Diazotmonoksit	290	320	180
R134aFCKW	3300	1300	420
R22 FCKW	4300	1700	520

Kaynakların tükenmesi; yenilenebilir ve yenilene-meyen enerji kaynakları (Joule) veya mineral kaynakların (kg veya m³ olarak) tüketimi ile ölçülür (Heijungs ve ark., 1992) (Tablo 3). Bu amaçla genellikle Şekil 4'te verilen yazılımlar kullanılmak-

tadır (Rosenbaum, 2017).



Şekil 4. Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi ülkelere göre kullanılan yazılımlar (Rosenbaum, 2017)
Figure 4. Life Cycle Impact Assessment software used by countries (Rosenbaum, 2017)

LCA tekniğinin sınırlarını tanımak ve anlamak önemlidir. Bu sınırlamalar şunları içerir:

- LCA'nın detaylandırılmasında yapılacak seçimler ve varsayımlar öznel olabilir.
- İlgili verilerin erişilebilirliği genellikle sınırlı ve veri kalitesi geniş bir aralıkta değişir.
- Etkilerin değerlendirilmesi için kullanılan modeller iddia ile sınırlıdır; tüm olası etkiler ölçülemez.

- Stok verilerine uzamsal ve zamansal boyut dahil değildir. Bu belirsizliğe sebep olur ve sonuçların doğruluğunu sınırlar.
- LCA'nın yürütülmesi tek başına herhangi bir çevresel etkiyi azaltmaz. İyileştirme fırsatlarını gerçekleştirme gerekir (Kohlmaier ve ark., 2013)

Tablo 3. Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi sınıflandırılması ve birimleri (Heijungs ve ark., 1992)
Table 3. Classification and units of Life Cycle Impact Assessment (Heijungs et al. 1992)

Çevresel Etki	Sınıflandırma faktörü	Birim
Küresel Isınma	GWP 20/100 yıl Küresel Isınma Potansiyeli	kg CO ₂ -eqv.
Stratosferik Ozon Tabakası Tüken.	ODP Ozon Tükenme Potansiyeli	kg CFC ₁₂ -eqv.
Asitleşme	ADP Asitleşme Potansiyeli	kg SO ₂ -eqv.
Foto-Kimyasal Sis Oluşumu	POCP Fotokimyasal Ozon Oluşum Potan.	kg C ₂ H ₄ -eqv.
Ötrofikasyon	NP Besleme Potansiyeli	kg P ₀₄ -eqv.
Sağlık Tehlikesi	UCA, HCW, HCS: İnsan Toksikitesi, Hava, su, toprak için sınıflandırma faktörleri	kg toplam insan vücutu kontamine
Ekotoksitise	ECA, Sucul Ekotoksitise	m ³ su

2.2. Odun esaslı ürünler ve iklim değişikliği

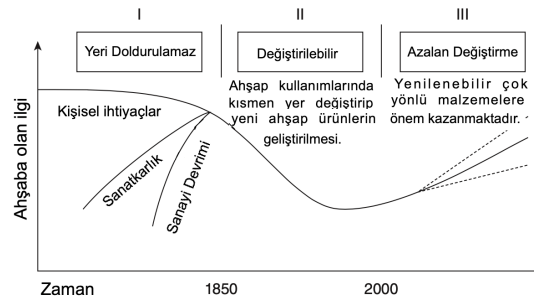
Uluslararası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, ipcc.ch) tarafından hazırlanan İklim Değişikliğinin Fiziksel Bilim Temeli Raporuna (IPCC, 2013) göre küresel ısınma kaynaklı gözlenen değişimler 1950 yılından itibaren son bin yıllık döneme göre önemli derece belirgin hale gelmiştir. 1850'den sonra kaydedilen sıcaklık değerleri dikkate alındığında son 30 yılda küresel sıcaklıklar belirgin derece artış göstermektedir (Pearce ve ark., 2014).

Orman ürünlerinin en büyük yararı iklim etkisini azaltmadaki rolüdür. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sera gazı emisyonlarına bağlı olarak iklim değişikliği artmaktadır. Ahşap ve ahşap esaslı ürünlerin kullanımı; iklim değişikliği, atık ve emisyon azaltılması gibi çevre üzerinde olumlu etkiler oluşturur (Netz ve ark., 2007).

Odun esaslı levha endüstrisi çevre konusunda sorumluluk alıp sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama tavis vermeden günümüz ihtiyaçlarını karşılamalıdır.

Ahşabın; Avrupa Birliğine ait Kaynak-etkin Verimli Yol Haritası (E.C., 2011) için ahşabın olumlu katkısını yenilenebilir, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir malzeme olması potansiyeli sayesinde ahşap ürünleri üreten şirketlerin çevresel etkilerini incelenmek önem arz eder. Öte yandan nüfus arttıkça orman ürünlerine olan talep artmaktadır (Şekil 5) (Sathre ve Gustavsson, 2009; Schulz, 1993). Arz ve talep dengesini olumlu yönde etkileyebilmek ve ormanlara olan talebi azaltabilmek için en ince materyalin bile kullanımına imkân sağlayan odun esaslı kompozit malzemeler geliştirilmiştir. Diğer malzemeler yerine (çimento, beton, vb.) odun ve odun esaslı levhaların kullanımı çeşitli mekanizmalarla düzenlenerek iklim değişikliğinin azaltılmasına katkıda bulunmaktadır

(Sathre ve Gonzalez-Garcia, 2014). Uluslararası çalışmalarda ahşabın alternatif ürünlerine göre ton başına karbon salımını 2.1 ton önleyeceği belirlenmiştir (Sathre ve O'Connor, 2010).



Şekil 5. Odun esaslı malzemelerin kullanımına olan talep (Sathre, 2014)

Figure 5. The demand for the use of wood-based materials (Sathre, 2014)

Kompozit ahşap ürünleri üretilirken formaldehit içeren reçine sistemleri kullanılmaktadır. Formaldehit bazlı yapıştırıcılar üretim ve son kullanım aşamalarında insan ve çevre açısından formaldehit emisyonları ile sonuçlanarak olumsuz çevresel etkilere neden olur (Imam ve ark., 1999; Rivala ve ark., 2007). Yapılan çalışmalarda petrol bazlı yapıştırıcı kullanımı küresel ısınma, fotokimyasal oksidan oluşumu, asitleşme, ötrofikasyon ve toksisite etki kategorilerinde önemli katkıları olan kirletici emisyonlardan sorumlu bir çevresel odak noktası olduğu ortaya koyulmuştur (Gonzalez-Garcia ve ark., 2009).

3. Bulgular

3.1. Orman ürünleri sektörü yaşam döngüsü ilişkisi

İnsanoğlu sürdürülebilir yaşama geçişte zorlanmaktadır. Toplum doğal kaynakların genel

kullanımı artırıp, sera gazı emisyonları da dahil olmak üzere çevresel etkilerin azaltılmasında yenilenebilir malzemeleri kullanmalıdır. Örneğin Avrupa inşaat sektöründe ahşap kullanımını azalttığı için enerji kullanımını %42 olup sera gazı emisyonu ise %35 artmıştır. LCA raporları diğer endüstrilerde olduğu gibi esas olarak üretim süreçlerinde enerji tüketimine odaklanmaktadır (Boyd ve ark., 1976).

Ahşap yapı malzemelerinin yaşam döngüsü; tohum ekimi, ağaçların büyümesi, biyokütlenin hasadı, taşınması ve işlenmesi, odun esaslı ürünlerin üretimini, mobilya üretim hatlarına taşınması ve mobilya elemanlarına dönüştürülmesi, montaj alanına nakledilmesi ve montajı, kullanımı, bakımı ve bertarafını içerir (Diederichs ve ark., 2014).

Avrupa mobilya endüstrisi dünya çapında üretimin %28'ine karşılık gelen dinamik bir sektördür (Forrest ve ark., 2017). Mobilya endüstrisinde en yaygın kullanılanlar arasında yongalevha, yönlendirilmiş yongalevha (OSB), orta yoğunluklu lif levha (MDF) ve yüksek yoğunluklu lif levha (HDF) gelir (Barata ve ark., 2016; Gonzalez-Garcia ve ark., 2012; Linkosalmi ve ark., 2016; Piekarski ve ark., 2017). AB Döngüsel Ekonomi Eylem Plan'ında yenilenebilir ve dönüştürülebilir avantajları açısından biyolojik ürünlerin petrol bazlı ürünlerle değiştirilmesi öncelikli alan olarak tanımlanmıştır (E.C., 2015). Ayrıca, 2020 AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planında biyolojik çeşitlilik ve ormanlar konusuna atıfta bulunarak iklim nötr ve döngüsel ekonomiye dikkat çekilmektedir (E.C., 2020).

De Carvalho Araujo ve ark. (2019) ahşap panellerin yaşam döngüsünde uygulanan Döngüsel Ekonominin bazı ilkelerini belirlemiştir. Hoxha ve Jusselme (2017) sıfır enerjili bir binada mobilyaların etkisi ihmal edilemeyecek kadar önemli olduğunu, küresel ısınma üzerindeki etkisini yaklaşık %10 olarak belirlemiştir. Özellikle, malzeme seçimi iklim değişikliğinin azaltılmasında önemli bir rol oynar (Brunet-Navarro ve ark., 2021; Geng ve ark., 2019). Ek olarak, Paris İklim Anlaşması çerçevesinde mobilya sektörü 2050'ye kadar küresel ısınmaya 1,5°C ile sınırlama hedefine katkıda bulunabilir (<https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587>).

Hammadde tedarikinden mobilya üretimine, kullanımından ve kullanım ömrü sonuna kadar tüm değer zinciri boyunca ürün yaşam döngüsüne bağlı çevresel etkilere dikkat edilmelidir (Donatello ve ark., 2017). Özellikle çevresel faydaların mobilya tasarım aşamasında ekonomik ve inovasyon (değer katan yenilik) stratejilerinin benimsenmesiyle ilişkili olduğu belirlenmiştir (Mirabella ve ark., 2014).

Hammadde türü ile arazi kullanımı, tarım ve ormancılık üretimi ile yakından ilgilidir (Forsell ve ark., 2018). Orman Yönetim Konseyi (FSC, fsc.org) ve Orman Belgelendirme Onay Programı (PEFC, pefc.org) sertifikalarına uygun mahsul yönetimi, toprak hazırlama, gübreleme ve sulama sırasında karbondioksit emisyonlarını azaltabilecek sürdürülebilir bir model sağlamaktadır (Chiarabaglio ve ark., 2020; Lovarelli ve ark., 2018).

3.2. Odun esaslı levhaların yaşam döngüsü

Levha üretim ve kullanımının çevresel etkisinin yanı sıra 'hizmet ömürlerinin sonunda sürdürülebilir şekilde nasıl geri dönüştürüleceği sorusu da LCA uygulanmasına aracı olmuştur. LCA uygulanma sebebi; malzeme ve süreçlerin çevresel etkileri hakkında daha iyi bilgi sahibi olmak, yeşil üretim süreçleri ve pazarlara yönelme çabalarıdır (Crafford ve ark., 2021).

Yongalevha, lif levha, mobilya, kâğıt hamuru ve ahşap esaslı malzemeler ve farklı kullanımlara yönelik ürünlerin çevresel performansı uzmanlarca araştırılmıştır (Gonzalez-Garcia, 2019; Penalver ve ark., 2014; Del Borghi ve ark., 2021; Gonzalez-Garcia, 2009; Pommier ve ark., 2016).

Ahşap esaslı levha LCA çalışmaları arasındaki farklar birincil (üretim ve öncesi) ve ikincil (tüketim ve sonrası) verileri içermektedir. Ürünlerin ekolojik etkisinin azalması veya ortadan kaldırılması nedeniyle işletmeler üzerindeki baskı artmıştır (Remmen, A., 2007). Levha üretim aşamaları ve tüketim sonrası Yaşam Döngüsü Analizi İspanya (Rivela ve ark., 2006), ABD (Wilson, 2010; Oneil ve Wilson, 2013a), Brezilya (Silva ve ark., 2013) ve İran (Kouchaki-Penchah ve ark., 2016a)'da kapsamlı olarak araştırılmıştır. Ayrıca, mobilya sektöründe en çok tercih edilen yongalevha üzerine formaldehit emisyonu ve alternatif hammadde kullanımını içeren çalışmalar yapılmıştır (Baharoglu ve ark., 2012; Ciannamea ve ark., 2017; Hossain ve ark., 2018; Shang ve ark., 2020). Çalışmalarda lif levha sera gazı emisyonları belirlenerek çevresel etkileri değerlendirilmiştir (Wang ve ark., 2018; Gonzalez-Garcia ve ark., 2009; Piekarski ve ark., 2014; Puettmann ve ark., 2016; Oneil ve Wilson, 2013b).

İşletmeler mobilya üretiminde mobilyaların genel etkisine önemli katkılardan sorumlu olabilecek reçine, yapıştırıcı, kaplama, metalik parça ve tekstiller gibi ahşap olmayan malzemeler kullanır (Dos Santos ve ark., 2014; Iritani ve ark., 2015; Silva ve ark., 2013). Bu bağlamda mobilya işletme ve tüketicileri, mobilya sektörünün neden olduğu çevresel etkilerin en aza indirilmesinde kilit

rol oynamaktadır. Sürdürülebilir mobilyaların tasarımında ürünün farklı yaşam döngüsü aşamalarıyla ilgili çevresel, ekonomik ve teknik yönleri entegre edebilen çok yönlü bir yaklaşım gerektirir (Cordella ve Hidalgo, 2016; Wenker ve ark., 2018).

4. Tartışma

4.1. Örnek LCA incelemesi

Nakano ve ark. (2018) yongalevha (YL), yüksek yoğunluklu lif levha (HDF), orta yoğunluklu lif

levha (MDF) ve izolasyon lif levhasının (İLF) çevreye duyarlı tasarımında kapsamlı bir Yaşam Döngüsü Analizi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; levhaların ormandan fabrikaya (cradle-to-gate) ve kullanımından bertarafına (cradle-to-grave) kadar geçen üretim süreci verileriyle Japonya formaldehit emisyonu standardına göre iklim değişikliği, abiyotik kaynak tükenmesi, insan toksisitesi ve eko-toksisite etkileri değerlendirilmiş (JIS A 5908, 2015; JIS A 5905, 2014) ve yapılan çalışmada odun esaslı levhaların özellikleri (Tablo 4), üretim süreçleri (Şekil 6), hedef ve işlevsel birim (Tablo 5) belirlenmiştir

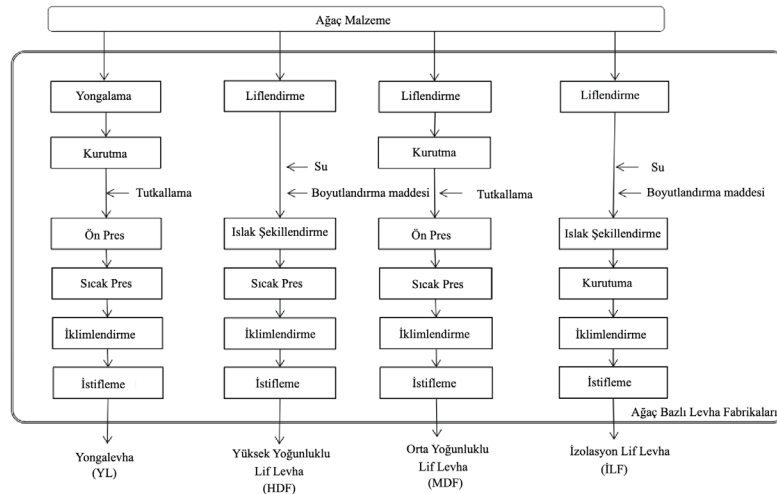
Tablo 4. Ağaç bazlı panellerin özellikleri (Nakano ve ark., 2018)
Table 4. Properties of wood-based panels (Nakano et al. 2018)

	YL	HDF	MDF	İLF
Standart	JIS A 5908:2015	JIS A 5905:2014	JIS A 5905:2014	JIS A 5905:2014
Standart özgül ağırlık (ρ , g/cm ³)	$0.40 \leq \rho < 0.90$	$0.80 \leq \rho$	$0.35 \leq \rho < 0.80$	$\rho < 0.35$
Hacim (1000 m ³)	1041	48	404	399
Belirtilen alan (1000 m ²)	67.618	16.596	58.355	40.205
Özgül ağırlık	0.75 g/cm ³	0.85 g/cm ³	0.72 g/cm ³	0.32 g/cm ³
Beşikten kapıya	1.0 m ³	1.0 m ³	1.0 m ³	1.0 m ³
Üretim payı	6 fabrika (>%50)	3 fabrika (>%50)	2 fabrika (>%60)	3 fabrika (>%80)

Japonya Endüstriyel Standartları (JIS, jsa.or.jp), YL; Yongalevha, HDF; Yüksek Yoğunluklu Lif Levha; MDF; Orta Yoğunluklu Lif Levha, İLF; İzolasyon Lif Levha

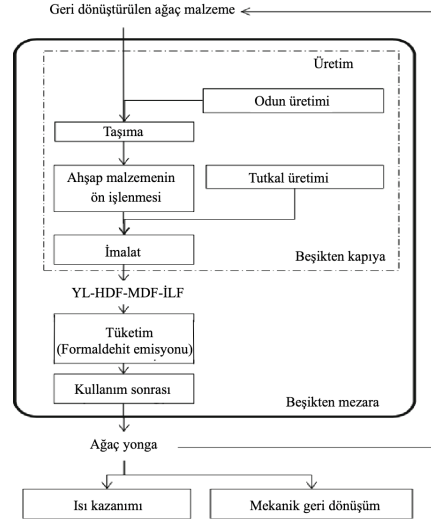
Tablo 5. Hedef ve işlevsel birim (Nakano ve ark., 2018)
Table 5. Target and functional unit (Nakano et al. 2018)

	Beşikten kapıya	Beşikten mezara
Hedef	Japonya'da genel LCA verileri geliştirmek Çevreye duyarlı tasarımı desteklemek	Formaldehit emisyon düzenlemesinin başarısını netleştirmek
Değerlendirilen levha	YL, HDF, MDF, İLF	YL
Fonksiyonel birim	1.0 m ³	7,0 m ² açık yüzey alanı ve 16 mm kalınlıktaki 40 yıl hizmet ömrüne sahip ahşap levha



Şekil 6. Ağaç Bazlı Levha Fabrikalarının üretim süreci (Nakano ve ark., 2018)
Figure 6. Production process of Wood-Based Panel Factories (Nakano et al. 2018).

Ormandan fabrikaya üretim aşaması hesapları; odun üretimi, tutkal üretimi, taşıma, ahşap malzemenin ön işlenmesi, levhaların hazırlanması, fabrikadan tüketiciye levhaların sınırı ise kullanım aşamasında formaldehit emisyonu oluşumu ve geri dönüştürülmesi (mekanik ve ısı kazanımı) bölümüdür (Şekil 7). Lignoselülozik materyal olarak yıkılmış bina ve ahşap ürün üreten fabrika atıklarından yararlanılmıştır. Üretimde 2014 yılı Japonya Yonga ve Lif Levha Üreticileri Birliği (JFPMA)'nden alınan veriler kullanılmıştır (JFPMA, jfpma.jp). Tablo 6'da üretim süreci girdi ve çıktı değerleri verilmiş olup, kimyasal emisyonların belirlenmesinde Kirletici Salınım ve Aktarım Kaydı Yasasına (PRTR) ve yıllık üretim miktarı ele alınmıştır (Nakano ve ark., 2018).



Şekil 7. Beşikten kapiya ve beşikten mezara sistem sınırları (Nakano ve ark., 2018)
Figure 7. Cradle-to-gate and cradle-to-grave system boundaries (Nakano et al. 2018)

Tablo 6. Japonya ağşap bazlı levha üreticileri üretim süreci girdi ve çıktı değerleri (Nakano ve ark., 2018)
Table 6. Inventory data for the production processes of wood-based panels (Nakano et al. 2018)

			YL	HDF	MDF	İLF	
Girdi	Malzeme	Odun yonga (kg)	7.95×10^2	8.93×10^2	7.98×10^2	3.01×10^2	
		ÜF (kg)	3.50×10^1		7.83×10^1		
		Melamine-formaldehit (kg)	2.39×10^1				
		MÜF (kg)			5.32×10^1		
		FF (kg)	1.61×10^1	1.20×10^1		1.09×10^1	
		Metilendifenildiizosiyonat(kg)	9.30		1.84×10^1		
		Parafin vaks (kg)		1.31×10^1	9.58	1.14×10^1	
		Alüminyum sülfat (kg)				3.18	
		Enerji ve su	Elektrik (kWh)	1.82×10^2	2.41×10^2	2.82×10^2	1.64×10^2
			Dizel (L)	8.85×10^{-1}	1.08	6.77×10^{-1}	
Ağır yağ (L)	1.85×10^1		2.25×10^1		1.55×10^1		
Gaz (m ³)	8.63			3.42×10^1	7.68		
Odun yakıtı (kg)	1.20×10^2		5.36×10^2	1.11×10^2	1.42×10^{-2}		
Su (m ³)	1.04		5.05	1.44	2.32		
Taşıma	4-t kamyon (tkm)	5.75×10^{-2}	5.45	1.69	6.88×10^{-2}		
	10-t kamyon (tkm)	1.45×10^1	4.30×10^1	1.69×10^1	3.58×10^1		
	15-t kamyon (tkm)				1.66×10^{-1}		
	Gemi (tkm)			3.50×10^3	3.23×10^1		
Çıktı	Üretim (m ³)		1.00	1.00	1.00	1.00	
		Emisyon					
		Formaldehit (kg)	1.72×10^{-2}		1.63×10^{-2}		
		Klorometan (kg)	6.63×10^{-6}				
		Fenol (kg)	6.73×10^{-7}				
		n-Heksan (kg)			7.42×10^{-5}		
		1,2,4-Trimetilbenzen (kg)			2.72×10^{-5}		
Atık	Kül (atık sahası, kg)		2.59×10^{-6}		3.71×10^{-5}		
			1.66×10		5.35	3.04×10^1	

YL; Yongalevha, HDF; Yüksek Yoğunluklu Lif Levha; MDF; Orta Yoğunluklu Lif Levha, İLF; İzolasyon Lif Levha

PRTR yasasına göre matematiksel model geliştirilerek formaldehit emisyonlarının zamanla ilişkisi belirlenmiştir. Levhaların kullanım süresi 40 yıl varsayılarak toplam formaldehit emisyonu $m_{top} = \int EF(t)dt$ formülünden hesaplanmıştır. Burada (m_{top}) toplam formaldehit emisyonu, $EF(t)$ ise kg/m^2h formaldehit emisyonudur (Nakano ve ark., 2018).

F-1; $1.64 \times 10^{-2} kg/m^2$,

F-2; $7.66 \times 10^{-3} kg/m^2$,

F-3; $1.37 \times 10^{-3} kg/m^2$ ve

F-4; $4.38 \times 10^{-4} kg/m^2$ olarak belirlenmiştir.

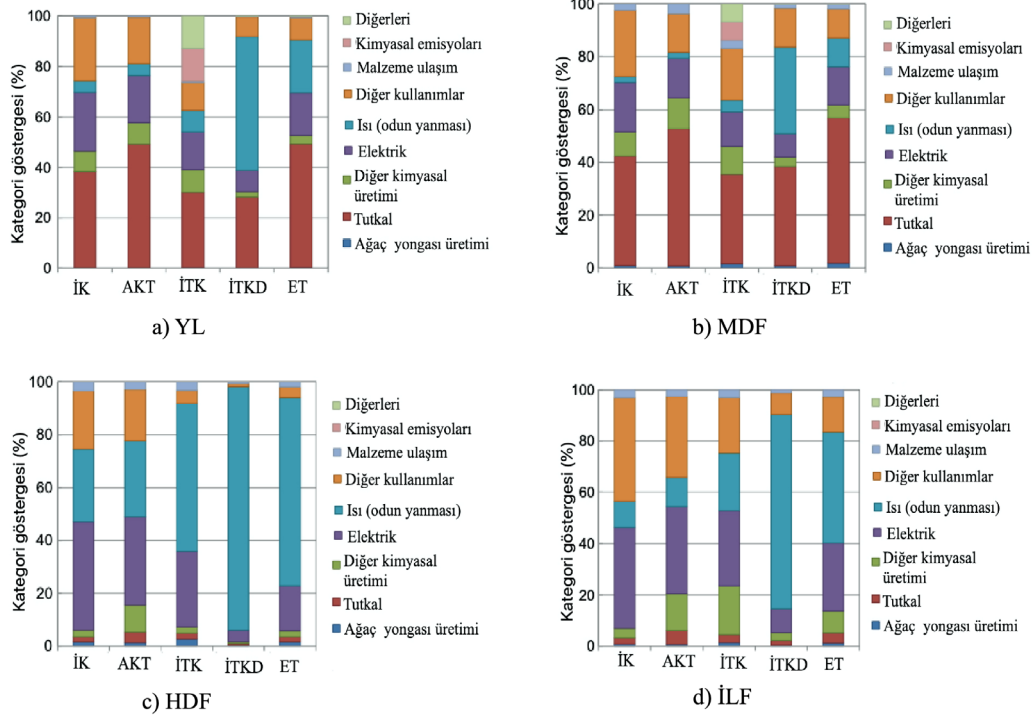
Arka plan verileri malzemelerin ve enerjinin çevresel etkileri değerlendirilmesinde Ecoinvent v.3.2, IDEA v.1.1 ve USEtox sistemi kullanılmıştır.

Beşikten kapıya etki göstergeleri iklim değişikliği (climate change), abiyotik kaynak tükenmesi (abiotic resource depletion), ekotoksisite (ecotoxicity) ve insan toksisitesi kanser / kanser dışı etkileri (human toxicity cancer or non cancer) Tablo 7’de, bileşimi Şekil 8’de verilmiştir. F-1* ürünlerden F-4* ürünlerine geçiş yapılarak, insan sağlığına etkileri önemli ölçüde azaltılabileceği belirtilmiştir (Şekil 9).

Tablo 7. Ahşap esaslı levhaların Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi sonuçları (Nakano ve ark., 2018)
Table 7. Results of the Life Cycle Impact Assessment of wood-based panels (Nakano et al. 2018)

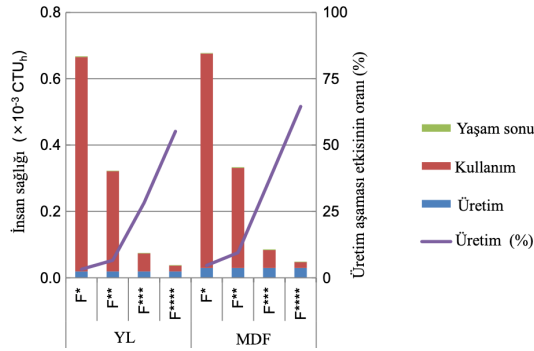
Etki Kategorisi	LCIA yöntemi	Birim (m^3)	YL	HDF	MDF	İLF
İklim Değişikliği	100 _a	kg CO ₂ eq.	4.44×10^2	3.31×10^2	8.50×10^2	2.35×10^2
Abiyotik kaynak tüketimi	CML	kg Sb eq.	4.32	3.18	8.24	2.12
İnsan toksisitesi- kanser etkileri	USEtox ^a	CTU _h	1.70×10^{-5}	1.35×10^{-5}	3.24×10^{-5}	8.88×10^{-6}
İnsan toksisitesi- kanser dışı etkiler	USEtox ^a	CTU _h	1.55×10^{-4}	3.98×10^{-4}	2.31×10^{-4}	1.28×10^{-4}
Ekotoksisite	USEtox ^a	CTU _{eco}	1.64×10^3	2.15×10^3	2.94×10^2	9.36×10^2

Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi için insan CTU_h karşılaştırmalı toksisite birimi, ekotoksisite ise CTU_{eco} karşılaştırmalı toksisite birimi kullanılmıştır. ^a İç mekân emisyonları ve diğer emisyonları belirlenmiştir.



Şekil 8. Beşikten kapıya çevresel etki değerlendirme sonuçları (İK; İklim değişikliği, AKT; Abiyotik kaynak tükenmesi, İTK; İnsan toksisitesi-kanser etkileri, İTKD; İnsan toksisitesi-kanser olmayan etkiler, ET; Ekotoksisite) (Nakano ve ark., 2018)

Figure 8. Cradle-to-gate environmental impact assessment results (HR; Climate change, AKT; Abiotic resource depletion, TLC; Human toxicity-cancer effects, TLC; Human toxicity-non-cancer effects, ET; Ecotoxicity) (Nakano et al. 2018)



Şekil 9. İnsan sağlığı üzerindeki etkilerin beşikten mezara değerlendirme sonucu (toplam kanser ve kanser dışı etkiler) (Nakano ve ark., 2018)

Figure 9. Cradle-to-grave assessment of effects on human health (total cancer and non-cancer effects) (Nakano et al. 2018)

4.2. Sonuçlar

- Ahşabın diğer malzemelere göre en önemli avantajı ekosistem içinde yenilenebilir olmasıdır. Bu olumlu yön talep için yeterli hammadde tedariki sağlanan uygun orman yönetimi ve hasadı uygulamaları gerçekleştiğinde söz konusudur (Richter, 1995; Lippke ve ark., 2011).
- Ahşabın ham veya temel bir malzeme olarak enerji ihtiyacı potansiyel ikame malzemelerden azdır (Werner ve Richter, 2007). Örneğin; doğal gaz yerine jeotermal enerji kullanılırsa sera gazlarının salınımı ortalama yıllık 13.13 ton CO₂/GWh düşürülür (Richter, 1995; Sathre ve O'Connor, 2013; IEA, 2018).
- Ahşabın atık hacmi küçüktür. Çoğu atık ve ahşap bazlı malzeme hizmet ömründen sonra yakılabilir. Genel olarak, doğal kaynağın %95'i kullanılır (Richter, 1995; Eriksson ve ark., 2007). İleriki çalışmalar için öneri Yakılması yerine kullanım ömrü sonrası toprak altına gömülmesi sera gazı salınımını azaltacak ve depolanan karbon miktarı artacaktır.
- Ahşap ürünler oluşturulurken tutkal ve formaldehit gibi petrol bazlı yapıştırıcılar kullanıldığında üretim ve kullanım süreçlerinde oluşan formaldehit ve diğer uçucu organik emisyonlar çevresel etkileri olumsuz etkiler. Yapıştırıcılar yeni yeşil formülasyonlarla (lignosülfonat, organosolv lignin, kraft lignin, flavonoid bazlı tanenler, nişasta veya kazein vb.) değiştirilirse potansiyel çevresel iyileştirme mümkün olur (Richter, 1995; Mathias ve ark., 2016; Tserpes ve Tzatzadakis, 2022).

Teşekkür

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Tic. A.Ş. arasındaki Sanayi-Doktora Programı kapsamında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: 118C101).

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

- Baharoglu, M., Nemli, G., Sarı, B., Bardak, S., Ayrılmış, N., 2012. The influence of moisture content of raw material on the physical and mechanical properties, surface roughness, wettability, and formaldehyde emission of particleboard composite. *Composites Part B: Engineering*, 43(5), 2448-2451.
- Barata, T., Q., F., Rodrigues, O., V., Matos, B., M., Pinto, R., S., 2016. Furniture design using MDF boards applying concepts of sustainability. *Product: Management and Development* 14(1), 68-83.
- Brunet-Navarro, P., Jochheim, H., Cardellini, G., Richter, K., Muys, B., 2021. Climate mitigation by energy and material substitution of wood products has an expiry date. *Journal of Cleaner Production* 303, 127026.
- Burton, I., 1987. Report on reports: Our Common Future: the World Commission on Environment and Development. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 29(5), 25-29.
- Boyd C., W., Koch, P., McKean H., B., Morschauer C., R., Preston S., B., Wanggaard F., F., 1976. Wood for structural and architectural purposes. *Forest Products Journal* 27: 10-20.
- Chiarabaglio, P., M., Deidda, A., Bergante, S., Castro, G., Faciotto, G., Giorcelli, A., Carbonaro, C., 2020. Life Cycle Assessment (LCA): new poplar clones allow an environmentally sustainable cultivation. *Annals of Silvicultural Research* 45(1), 76-82.
- Chomkhamri, K., Wolf, M., A., Pant, R., 2011. International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook: review schemes for Life Cycle Assessment. *Towards Life Cycle Sustainability Management*, 107-117.
- Ciannamea, E., M., Marin, D., C., Ruseckaite, R., A., Stefani, P., M., 2017. Particleboard based on rice husk: effect of binder content and processing conditions. *Journal of renewable materials*, 5(5), 357-362.
- Cordella, M., Hidalgo, C., 2016. analysis of key envi-

- ronmental areas in the design and labelling of furniture products: application of a screening approach based on a literature review of LCA studies. *Sustainable Production and Consumption* 8, 64-77.
- Crafford, P., L., Wessels, C., B., Blumentritt, M., 2021. Sustainability and wood constructions: a review of Green Building Rating Systems and Life-Cycle Assessment Methods from a South African and developing world perspective. *Advances in Building Energy Research* 15 (1), 67-86.
- De Carvalho Araujo, C. K., Salvador, R., Moro Piekarski, C., Sokulski, C., C., de Francisco, A. C., de Carvalho Araujo Camargo, S., K., 2019. Circular economy practices on wood panels: a bibliographic analysis. *Sustainability* 11(4), 1057.
- Diederichs, S., K., 2014. 2010 Status Quo for Life Cycle Inventory and Environmental Impact Assessment of wood-based panel products in Germany, *Wood and Fiber Science* 46(3), 340-355.
- Del Borghi, A., Parodi, S., Moreschi, L., Gallo, M., 2021. Sustainable packaging: an evaluation of crates for food through a life cycle approach. *The International Journal of LCA* 26(4), 753-766.
- Donatello, S., Moons, H., Wolf, O., 2017. Revision of EU ecolabel criteria for furniture products. European Commission. Available online: http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/documents/technical_report_furniture.pdf (Ziyaret tarihi: 1 Şubat 2021).
- Dos Santos, M., F., N., Rosane Ap G, B., Bezerra, B., S., Varum, H., S., 2014. Comparative Study of the Life Cycle Assessment of particleboards made of residues from Sugarcane Bagasse (*Saccharum spp.*) and Pine Wood shavings (*Pinus elliottii*). *Journal of Cleaner Production* 64, 345-355.
- Eriksson, E., Gillespie, A. R., Gustavsson, L., Langvall, O., Olsson, M., Sathre, R., Stendahl, J., 2007. Integrated carbon analysis of forest management practices and wood substitution. *Canadian Journal of Forest Research* 37(3), 671-681.
- E.C., 2011. Roadmap to a resource efficient Europe.
- E.C., 2015. Closing the Loop-An EU action Plan for the Circular Economy. COM/2015/0614 final.
- E.C., 2020. A new Circular Economy Action Plan. For a Cleaner and More Competitive Europe. E.C, Brussels, Belgium. https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm (Ziyaret tarihi: 27 Nisan 2020).
- Forrest, A., Hilton, M., Ballinger, A., Whittaker, D., 2017. Circular economy opportunities in the Furniture Sector. European Environmental Bureau: Brussels, Belgium.
- Forsell, N., Korosuo, A., Fedeirici, S., Gusti, M., Rincón-Cristóbal, J. J., Rüter, S., Gardiner, J., 2018. Guidance on developing and reporting the Forest Reference Levels in accordance with Regulation (EU) 2018/841.
- Geng, A., Ning, Z., Zhang, H., Yang, H., 2019. Quantifying the climate change mitigation potential of China's Furniture Sector: Wood Substitution Benefits on Emission Reduction. *Ecological Indicators* 103, 363-372.
- Gonzalez-Garcia, S., Feijoo, G., Widsten, P., Kandelbauer, A., Zikulnig-Rusch, E., Moreira, M., T., 2009. Environmental performance assessment of hardboard manufacture. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 14(5), 456-466.
- Gonzalez-Garcia, S., Ferro, F., S., Silva, D., A., L., Feijoo, G., Lahr, F., A., R., Moreira, M., T., 2019. Cross-country comparison on environmental impacts of particleboard production in Brazil and Spain. *Resources, Conservation and Recycling* 150, 104434.
- Gonzalez-Garcia, S., Bacenetti, J., Murphy, R., J., Fiala, M., 2012. Present and future environmental impact of Poplar cultivation in the Po Valley (Italy) under different crop management systems. *Journal of Cleaner Production* 26, 56-66.
- Gonzalez-Garcia, S., Hospido, A., Moreira, M., T., Romero, J., Feijoo, G., 2009. Environmental impact assessment of total chlorine free pulp from *Eucalyptus globulus* in Spain. *Journal of Cleaner Production* 17(11): 1010-1016.
- Heijungs, R., Guinee J., B., Huppes G., Lankreijer R., M., Udo de Haes H., A., Wegener G., Sieswijk, A., Ansems A., M., M., Eggels P.G., Van Duin R., De Goede H., P., 1992. Environmental Life Cycle Assessment of products, guide and backgrounds. Centre of Environmental Science, Leiden.
- Hossain, M., U., Wang, L., Iris, K., M., Tsang, D., C., Poon, C., S., 2018. Environmental and technical feasibility study of upcycling wood waste into cement-bonded particleboard. *Construction and Building Materials*, 173, 474-480.
- Hoxha, E., Jusselme, T., 2017. On the necessity of improving the environmental impacts of furniture and appliances in net-zero energy buildings. *Science of the Total Environment* 596, 405-416.
- IEA, CO₂ emissions from fuel combustion highlights, 2018. www.iea.org/ CO₂emissions-from-fuel-combustion-2018-highlights. (Erişim Tarihi:25 Haziran 2019).
- IPCC, 1994. Intergovernmental Panel on Climate Change. Radiative Forcing of Climate Change (IPCC, ipcc.ch). The 1994 report to the Scientific Assessment Working Group of IPCC, *Summary for Policymakers*.
- IPCC, 2013. Summary for Policymakers. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. contribution of working group 1 to the fifth assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University.
- ISO, 2006. International Organization for Standardization (ISO, iso.org), Environmental management: life cycle

- assessment; requirements and guidelines (Vol. 14044). Geneva, Switzerland.
- ISO, 1997a. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework, prEN ISO 14040.
- ISO, 1997b. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Goal and Scope Definition and Life Cycle Inventory Analysis, DIS 14041.
- ISO, 1997c. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Life Cycle Impact Assessment. CD 14042.
- ISO, 1997d. Environmental Management - Life Cycle Assessment - Life Cycle Interpretation. CD 14043.
- Imam, S., H., Mao, L., Chen, L., Greene, R., V., 1999. Wood adhesive from crosslinked poly (vinyl alcohol) and partially gelatinized starch: preparation and properties. *Starch-Stärke*, 51(6), 225-229.
- Iritani, D., R., Silva, D., L., Saavedra, Y., M., B., Granel, P., F., F., Ometto, A., R., 2015. Sustainable strategies analysis through Life Cycle Assessment: a case study in a furniture industry. *Journal of Cleaner Production* 96, 308-318.
- Japanese Standards Association, 2014. JIS A 5905: fiberboards. Japanese Standards Association, Tokyo.
- Japanese Standards Association, 2015. JIS A 5908: particleboards. Japanese Standards Association, Tokyo.
- Kohlmaier, G., H., Weber, M., Houghton, R., A., 2013. Carbon dioxide mitigation in forestry and wood industry. Springer Science, Business Media.
- Kouchaki-Penchah, H., Sharifi, M., Mousazadeh, H., Zarea-Hosseinabadi, H., Nabavi-Pelesaraei, A. (2016). Gate to gate life cycle assessment of flat pressed particleboard production in Islamic Republic of Iran. *Journal of cleaner production*, 112, 343-350.
- Kristak, L., Antov, P., Bekhta, P., Lubis, M., A., R., Iswanto, A., H., Reh, R., Hejna, A., 2022. Recent progress in ultra-low formaldehyde emitting adhesive systems and formaldehyde scavengers in wood-based panels: a review. *Wood Material Science & Engineering*, 1-20.
- Linkosalmi, L., Husgafvel, R., Fomkin, A., Junnikkala, H., Witikkala, T., Kairi, M., Dahl, O. 2016. Main Greenhouse Gas Emissions of Wood-Based Furniture Industry in Finland. *Journal of Cleaner Production* 113, 596-605.
- Lippke, B., Oneil, E., Harrison, R., Skog, K., Gustavsson, L., Sathre, R., 2011. Life cycle impacts of forest management and wood utilization on carbon mitigation: knowns and unknowns, *Carbon Management* 2(3), 303-333.
- Lovarelli, D., Fusi, A., Pretolani, R., Bacenetti, J., 2018. Delving the environmental impact of Roundwood production from Poplar Plantations. *Science of the Total Environment* 645, 646-654.
- Mathias, J., D., Grediac, M., Michaud, P., 2016. Bio-based adhesives. In biopolymers and biotech admixtures for eco-efficient construction materials 369-385. Woodhead Publishing.
- Mirabella, N., Castellani, V., Sala, S., 2014. LCA for assessing environmental benefit of eco-design strategies and forest wood short supply chain: a furniture case study. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 19(8), 1536-1550.
- Moltesen, A., Bjorn, A., 2018. LCA and Sustainability. *In Life Cycle Assessment*, 43-55, Springer, Cham.
- Nakano, K., Ando, K., Takigawa, M., Hattori, N., 2018. Life Cycle Assessment of wood-based boards produced in Japan and impact of formaldehyde emissions during the use stage. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 23(4), 957-969.
- Netz, B., Davidson, O., R., Bosch, P., R., Dave, R., Meyer, L., A., 2007. Climate change 2007: mitigation. contribution of Working group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Summary for Policymakers*.
- Oneil, E., Wilson, C., J., 2013a. Cradle to gate life cycle assessment of US particleboard production, Teknik Rapor. DOI: 10.13140/RG.2.2.12807.60327
- Oneil, E., Wilson, C., J., 2013b. Cradle to gate life cycle assessment of US medium density fiberboard production. Final Raporu. <https://corrim.org/wp-content/uploads/2018/06/MDF-LCA-final-Sept-2013.pdf>
- Pearce, W., Holmberg, K., Hellsten, I., Nerlich, B., 2014. Climate change on twitter: topics, communities and conversations about the 2013 IPCC Working Group 1 report. *PLoS one* 9(4), e94785.
- Pezzey, J., 1992. Sustainable development concepts—an economic analysis. World Bank Environment, 2. The World Bank, Washington DC.
- Penalver, S., M., R., Molina, M., R., Ballesta, J., A., C., 2014. Direct and indirect generation of waste in the Spanish Paper Industry. *Waste management* 34(1), 3-11.
- Piekarski, C., M., Francisco, A., C., D., Luz, L., M., D., Alvarenga, T., H., D., P., Bittencourt, J., V., M., 2014. Environmental profile analysis of MDF panels production: study in a Brazilian technological condition. *Cerne* 20(3), 409-418.
- Piekarski, C., M., de Francisco, A., C., da Luz, L., M., Kovaleski, J., L., Silva, D. A. L., 2017. Life Cycle Assessment of Medium-Density Fiberboard (MDF) manufacturing process in Brazil. *Science of the Total Environment* 575, 103-111.
- Puettmann, M., Bergman, R., Oneil, E., 2016. Cradle to gate Life Cycle Assessment of North American cellulosic fiberboard production. CORRIM Final Report. University of Washington. Seattle, 1-66.
- Pommier, R., Grimaud, G., Prinçaud, M., Perry, N.,

- Sonnemann, G., 2016. LCA (Life Cycle Assessment) of EVP—engineering veneer product: plywood glued using a vacuum moulding technology from green veneers. *Journal of Cleaner Production* 124, 383-394.
- Remmen, A., 2007. Life cycle management: a business guide to sustainability. UNEP/Earthprint.
- Richter, K., 1995. Life Cycle Analysis of Wood Products. *Life-Cycle Analysis* 69.
- Richter, K., 1998. Life cycle assessment of wood products. In Carbon dioxide mitigation in forestry and wood industry 219-248. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Rivela, B., Hospido, A., Moreira, T., Feijoo, G., 2006. Life Cycle Inventory of particleboard: a case study in the wood sector (8 pp). *The International Journal of Life Cycle Assessment* 11(2), 106-113.
- Rivela, B., Moreira, M., T., Feijoo, G., 2007. Life cycle inventory of medium density fibreboard. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 12(3), 143-150.
- Rosenbaum, R., K., 2017. Selection of impact categories, category indicators and characterization models in goal and scope definition. In goal and scope definition in Life Cycle Assessment. 63-122, Springer, Dordrecht.
- Rosenbaum, R., K., Hauschild, M., Z., Boulay, A., M., Fantke, P., Laurent, A., Núñez, M., Vieira, M., 2018. Life cycle impact assessment. In Life cycle assessment 167-270. Springer, Cham.
- Sathre, R., Gonzalez-Garcia, S., 2014. Life cycle assessment (LCA) of wood-based building materials. In Eco-efficient construction and building materials, Woodhead Publishing, 311-337. DOI: 10.1533/9780857097729.2.311
- Sathre, R., Gustavsson, L., 2009. Using wood products to mitigate climate change: external costs and structural change. *Applied Energy* 86(2), 251-257.
- Sathre, R., O'Connor, J., 2013. A synthesis of research on wood products and greenhouse gas impacts, desLibris.
- Sathre, R., O'Connor, J., 2010. Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. *Environmental science & policy* 13(2), 104-114.
- Schmidheiny, S., Stigson, B., 2000. Eco-efficiency: creating more value with less impact. World Business Council for Sustainable Development.
- Schulz, H., 1993. The development of wood utilization in the 19th, 20th and 21st centuries. *The Forestry Chronicle* 69(4), 413-418.
- SETAC, 1993. Guidelines for Life Cycle Assessment: a code of practice, the SETAC Workshop Held at Sesimbra, Portugal, 31 March-3 April 1993.
- Shang, X., Song, S., Yang, J., 2020. Comparative environmental evaluation of straw resources by LCA in China. *Advances in Materials Science and Engineering*.
- Silva, D., A., L., Lahr, F., A., R., Garcia, R., P., Freire, F., M., C., S., Ometto, A., R., 2013. Life cycle assessment of medium density particleboard (MDP) produced in Brazil. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18(7), 1404-1411.
- Tserpes, K., Tzatzadakis, V. 2022. Life-Cycle Analysis and evaluation of mechanical properties of a bio-based structural adhesive. *Aerospace* 9(2), 64.
- Wang, S., Wang, W., Yang, H., 2018. Comparison of product carbon footprint protocols: case study on medium-density fiberboard in China. *International Journal Of Environmental Research And Public Health* 15(10), 2060.
- WBCSD, 2000. *Eco-efficiency—creating more value with less impact*. World Business Council for Sustainable Development, Washington DC.
- Wenker, J., L., Richter, K., Rüter, S., 2018. A methodical approach for systematic life cycle assessment of wood-based furniture. *Journal of Industrial Ecology* 22(4), 671-685.
- Werner, F., Richter, K., 2007. Wooden building products in comparative LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 12(7), 470-479.
- Wilson, J., B., 2010. Life-cycle inventory of medium density fiberboard in terms of resources, emissions, energy and carbon. *Wood and Fiber Science* 42, 107-124.
- Wirth, D., A., 2013. The International Organization for Standardization: Private voluntary standards as swords and shields. In Research Handbook on Environment, Health and the WTO. Edward Elgar Publishing.
- Wu, P., Xia, B., Zhao, X., 2014. The importance of use and end-of-life phases to the life cycle greenhouse gas (GHG) emissions of concrete—a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 37, 360-369.

Farklı yöntemlerle ısıtılmış ağaç malzemelerde yoğunluk ve eğilme direncinin belirlenmesi

Determination of density and bending strength of heat-treated wood materials with different methods

Selçuk BAYRAKTAR¹

Hüseyin PELİT²

¹ Mass Mimarlık, Modoko Mobilyacılar Sitesi, 34775, Ümraniye, İstanbul

² Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Düzce

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Hüseyin PELİT

huseyinpelit@duzce.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

20.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

14.06.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL

sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Bayraktar, S. & Pelit, H. (2022). Farklı yöntemlerle ısıtılmış ağaç malzemelerde yoğunluk ve eğilme direncinin belirlenmesi . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 355-362 . DOI: 10.17568/ogmo-ad.1090574

Öz

Bu çalışmada, ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunluk ve eğilme direnci üzerine farklı yöntem ve sıcaklık koşullarında uygulanan ısıtma işlemlerinin etkisi analiz edilmiştir. Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve kayın (*Fagus sylvatica* L.) odunu örnekleri ThermoWood, yağlı işlem ve sıcak hava yöntemleri kullanılarak üç farklı sıcaklıkta (170 °C, 190 °C ve 210 °C) ayrı ayrı ısıtma tabii tutulmuştur. Deney örneklerinin yoğunluk ve eğilme direnci sırası ile TS 2472 ve TS 2474 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, ısıtma işlem yöntemi ve işlem sıcaklığındaki farklılaşma ahşap örneklerinin yoğunluk ve eğilme direnci değerleri üzerinde önemli bulunmuştur. Isıtma işlem yöntemi açısından, her iki ağaç türü için en yüksek yoğunluk ve eğilme direnci yağlı ısıtma işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir. Ayrıca, sıcak hava yöntemine göre ThermoWood yöntemi ile işlem görmüş örneklerde daha yüksek direnç değerleri bulunmuştur. Tüm yöntemler için, ısıtma işlem sıcaklığındaki artışa bağlı olarak ahşap örneklerde yoğunluk ve eğilme direnci değerleri azalmıştır. Sıcaklık artışından kaynaklanan yoğunluk ve direnç kayıpları yağlı ısıtma yönteminde en az seviyede iken, sıcak hava yönteminde en fazla orana sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Ağaç malzeme, Eğilme direnci, Isıtma işlem yöntemi, Yoğunluk

Abstract

In this study, the effect of heat treatments applied in different methods and temperature conditions on the air-dry density and bending strength of wood materials was analyzed. Scotch pine (*Pinus silvestris* L.) and beech (*Fagus sylvatica* L.) wood samples were heat treated separately at three different temperatures (170 °C, 190 °C and 210 °C) using ThermoWood, oil treatment and hot air methods. Density and bending strength of the test samples were determined in accordance with the principles of TS 2472 and TS 2474, respectively. According to the results of the study, the variation in heat treatment method and processing temperature was found to be significant on the density and bending strength values of the wood samples. In terms of heat treatment method, the highest density and bending strength for both wood species were obtained in oil heat-treated samples. In addition, higher strength values were found in the samples treated with the ThermoWood method compared to the hot air method. For all methods, the density and bending strength values of the wood samples decreased depending on the increase in the heat treatment temperature. Density and strength losses due to temperature increase were determined the lowest in the oil heat treatment method and the highest in the hot air method.

Keywords: Wood materials, Bending strength, Heat treatment method, Density



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

1. Giriş

Ağaç malzeme, sahip olduğu üstün özelliklerinden dolayı yapısal ve yapısal olmayan birçok uygulamada kullanılmaktadır. Ancak boyutsal kararlılığı ve dayanıklılığının yeterli olmaması ahşabın kullanım alanlarını sınırlayabilmektedir. Kaliteli ahşabın temin edilmesindeki zorluklar, daha hızlı büyüyen ve daha az dayanıklı türlerin artması ahşap özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik modifikasyon çalışmalarına hız kazandırmıştır. Isıl işlem, kimyasal modifikasyon, yüzey modifikasyonu, farklı emprenye ve yoğunlaştırma işlemleri ahşabın modifikasyonu için uygulanmaktadır (Rowell, 2012; Sandberg ve ark., 2017).

Isıl işlem, 160 °C'den daha yüksek bir sıcaklıkta, kimyasal katkı maddeleri olmadan ve sınırlı bir oksijen ortamında, ahşabın bazı özelliklerini geliştirmek için genel kabul görmüş ve ticarileştirilmiş bir prosedürdür (Militz 2005; Torniaainen ve ark., 2021). Ahşabın termal modifikasyonu çevre dostu olarak kabul edilir ve bugüne kadarki en çok ticarileşmiş ahşap modifikasyon prosesi olarak bilinir (Sandberg ve ark., 2021). Günümüzde ısıl işlem uygulamaları, farklı Avrupa ülkelerinde değişik isim ve yöntemle gerçekleştirilmektedir. Bunların içinde en yaygın olanları; ağaç malzemenin ısıtılması için buhar kullanılan ThermoWood yöntemi (Finlandiya), buhar ve sıcak havanın birlikte kullanıldığı Plato yöntemi (Hollanda), inert gaz kullanılan Retification yöntemi (Fransa) ve sıcak yağ kullanılan (Almanya) yöntemdir (Mayes ve Oksanen, 2002; Sandberg ve ark., 2013).

Isıl işlem sürecindeki uygulanan yüksek sıcaklıklar sonucunda ahşap malzemenin kimyasal bileşenlerinin (hemiselüloz, selüloz ve lignin) yapısında bazı kalıcı değişiklikler veya bozunmalar meydana gelir (Kamdem ve ark., 2002; Tjeerdsma ve Militz, 2005; Yang ve ark., 2007; Kocaefe ve ark., 2008; Aydemir ve ark., 2011; Sikora ve ark., 2018). Ahşabın kimyasal bileşiklerinin termal bozunması, önce hemiselülozlarda ve daha sonra sırasıyla selüloz ve ligninde meydana gelir (Kamdem ve ark., 2002; Yang ve ark., 2007). Isıl işlem sonucu, ahşabın higroskopiklik özelliği azalır ve boyutsal kararlılığı artar (Bekhta ve Niemz 2003; Korkut ve Güller 2008; Kaygın ve ark., 2009; Pelit ve ark., 2016; Kocaefe ve ark., 2015). Ayrıca böcek, mantar ve mikroorganizmalara karşı direnci iyileşir (Kamdem ve ark., 2002; Lekounogou ve Kocaefe, 2014; Yalçın ve Şahin 2015). Isıl işlemli ahşabın rengi ise homojen bir şekilde daha ilgi çekici koyu tonlara dönüşebilmektedir (Gonzalez-Pena ve Hale 2009; Tokar ve ark., 2016; Pelit, 2017; Sivrikaya ve ark., 2019; Torniaainen ve ark.,

2021). Ağaç malzemedeki bu değişimler/dönüşümler özellikle hemiselüloz başta olmak üzere hücre çeper bileşenlerinin kimyasal kompozisyonunda meydana gelen değişimlerle ilişkilidir ve işlem sıcaklığı arttıkça değişikliklerin boyutu da artış göstermektedir (Hill, 2006).

Günümüzde, endüstrileşmiş çoğu ısıl işlem metodu 150 °C ile 260 °C arasındaki sıcaklıklarda ve değişik sürelerde uygulanmaktadır (Sandberg ve ark., 2013). Isıl işlemli ahşabın boyutsal stabilitesinin iyileşmesi ve biyolojik bozunmalara karşı direncinin artması en önemli avantajlarıdır. Ancak, yaşanan kütle kayıpları ve termal bozunma nedeniyle ısıl işlemli ahşabın mekanik direnç özelliklerinin azalması ve kırılabilirliğinin artması önemli dezavantajlarındandır (Bekhta ve Niemz, 2003; Yıldız ve ark., 2006; Boonstra ve ark., 2007; Korkut ve ark., 2008; Kocaefe ve ark., 2008; Perçin ve ark., 2016). Isıl işlem sonucu oluşan ve arzu edilmeyen bu olumsuz etkiler ısıl işlemli ahşabın özellikle yapısal uygulamalardaki genel ticari kullanımını sınırlandırmaktadır (Boonstra, 2008; Esteves ve Pereira, 2009).

Bu çalışmada, kayın ve çam odunu örneklerinin hava kurusu yoğunluk ve statik eğilme direncine farklı yöntemlerle ve farklı sıcaklık seviyelerinde uygulanan ısıl işlemlerin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ahşap örnekler ThermoWood, yağlı işlem ve sıcak hava yöntemleri ile 170 °C, 190 °C ve 210 °C sıcaklıklarda ayrı ayrı ısıl işleme tabi tutularak yoğunluk ve eğilme direncindeki değişiklikler incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç malzeme

Çalışmada, geniş yapraklı ağaçlardan Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.), iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam (*Pinus silvestris* L.) odunları kullanılmıştır. Ağaç malzemeler, bir kereste işletmesinden hava kurusu halde ve tesadüfi örnekleme yöntemine göre temin edilmiştir. Kerestelerin büyüme kusuru içermemesine, budaksız, ardaksız, çürüksüz ve sağlam olmasına özen gösterilmiştir. Hava kurusu haldeki latalar, TS 2470 (1976)'te belirtilen esaslara göre, diri odun kısımlarından 350×25×25 mm (boyuna yön × radyal yön × teğet yön) taslak ölçülerinde yeterli miktarda kesilmiştir. Örnekler, ısıl işlem öncesi TS 2471 (1976)'e göre 20±2 °C sıcaklıkta ve bağıl nemi %65±3 olan iklimlendirme kabini içinde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Isıl işlem uygulamaları

Isıl işlem uygulamaları üç farklı yöntem (ThermoWood, sıcak yağ ve sıcak hava yöntemleri) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm ısıl işlem yöntemleri için, ağaç malzemelere hedeflenen üç farklı sıcaklık seviyesinde (170 °C, 190 °C ve 210 °C) ısıl işlem uygulanmıştır. Her üç yöntem için, hedeflenen sıcaklıklardaki ısıl işlem süresi 2 saat, toplam ısıl işlem süresi ise 36 saat sürmüştür.

ThermoWood yöntemi üç aşamada (yüksek sıcaklıkta kurutma, ısıl işlem, soğutma ve kondisyonlama) gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada ısı ve buhar kullanılarak fırın sıcaklığının hızlı bir şekilde artırılması ile yaklaşık %0 rutubete kadar kurutulmuş olan örnekler ikinci aşamada, hedeflenen sıcaklıklarda ve sürede ısıl işlem uygulanmıştır. Üçüncü aşamada ise sıcaklık düşürülüp su spreyi kullanılarak örneklerin rutubet miktarının yaklaşık %4-6'ya ulaşması sağlanmıştır (FTA, 2003).

Yağlı ısıl işlem yönteminde, örnekler öncelikle bezir yağı ile emprenye edilmiştir. Emprenye öncesi, ahşap örnekler 60 °C sıcaklıktaki etüvde 48 saat süre ile bekletilmiş ve fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Emprenye işlemi dolu hücre metoduna göre kapalı bir tank düzenekte gerçekleştirilmiştir. Öncelikle ahşap örnekler bir kap içerisine konularak emprenye tankına yerleştirilmiş ve ardından 30 dak. süre ile 760 mm Hg-1 basınca eşdeğer bir ön vakum işlemi uygulanarak ahşap örneklerin hücre boşluklarındaki hava alınmıştır. Daha sonra vakum vanası kapatılarak örnekler vakum altında iken bir hortum aparatıyla örneklerin bulunduğu kap içerisine %25 oranında inceltilmiş emprenye çözeltisi doldurulmuştur. Ardından, 30 dak. süre ile 8kp/cm² basınç uygulanarak emprenye işlemi bitirilmiştir (Bozkurt ve ark., 1993).

Emprenye işlemi sonrası, örneklerin üzerinde kalan fazla emprenye çözeltisi silinerek hemen ağırlık tartımları yapılmış ($\pm 0,01$ g. hassasiyetinde) ve yaş ağırlıklar belirlenmiştir. Deney örnekleri tarafından absorbe edilen emprenye maddesi retensiyon miktarları Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır.

$$R = \frac{G \times C}{V} \times 10 \quad (\text{kg/m}^3) \quad (1)$$

Eşitlikte;

R: retensiyon miktarı (kg/m³),

G: Mes - M0e0 (emprenye sonrası yaş ağırlık - emprenye öncesi ağırlık) (g),

C: emprenye çözeltisinin konsantrasyonu (%),

V: örnek hacmini (cm³) ifade etmektedir.

Yağlı ısıl işlem ve sıcak hava yöntemleri sıcaklık duyarlılığı ± 3 °C olan ısıl işlem fırınında uygulanmıştır. Her iki yöntemde, ahşap örnekler atmosferik basınç altında hedeflenen sıcaklıklarda ve sürede ısıl işleme tabi tutulmuştur. Isıl işlemler sonrası, deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem koşullarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Ardından örnekler eğilme direnci testi için, 325×20×20 mm (boyuna yön × radyal yön × teğet yön) ölçülerinde ve yoğunluk testi için, 30×20×20 mm (boyuna yön × radyal yön × teğet yön) ölçülerinde kesilmiştir. Eğilme direnci ve yoğunluk testleri için 216'şar adet (2 ağaç türü × 3 ısıl işlem yöntemi × 4 ısıl işlem sıcaklığı × 9 tekrür) olmak üzere toplam 432 adet örnek hazırlanmıştır.

2.2.2. Hava kurusu yoğunlukların belirlenmesi

Hava kurusu yoğunluk tayini için, TS 2472 (1976) standardına uygun olarak hazırlanan örnekler 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir (Şekil 1). Bu durumdaki örneklerin kütleleri (M_{12}) $\pm 0,01$ gr hassasiyetindeki analitik terazide tartılmış, boyutları ise dijital kumpas ile ölçülerek ($\pm 0,01$ mm hassasiyetinde) hacimleri (V_{12}) belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler kullanılarak, hava kurusu yoğunluklar (δ_{12}) Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır.

$$\delta_{12} = \frac{M}{V} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (2)$$



Şekil 1. Deney örneklerinin iklimlendirilmesi
Figure 1. Climatization of test samples

2.2.3. Eğilme direncinin belirlenmesi

Eğilme direnci deneyleri TS 2474 (1976) esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Deney uygulamasına geçmeden önce, örneklerin orta kısımlarının kalınlık ve genişlikleri dijital kumpas ile ölçülerek ($\pm 0,01$ mm hassasiyetinde) kaydedilmiştir. Üni-versal test cihazının yükleme hızı, örneklerdeki kırılmanın yükleme anından itibaren $1,5 \pm 0,5$ dk. içerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde

ayarlanmıştır (Şekil 2). Deneysel sonucunda kırılma anındaki maksimum kuvvet Newton (N) cinsinden kaydedilmiş ve eğilme direnci Eşitlik 3'e göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_e = \frac{3F_{max}L_s}{2ab^2} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3)$$

Eşitlikte;

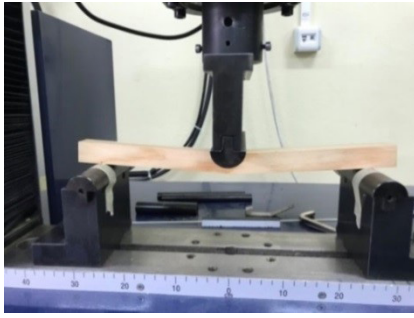
σ_e : eğilme direnci (N/mm²),

F_{max} : kırılma anındaki maksimum kuvvet (N),

L_s : dayanak açıklığı (mm),

a : deneysel örneğinin genişliği (mm),

b : deneysel örneğinin kalınlığını (mm) ifade etmektedir.



Şekil 2. Eğilme direnci testi uygulanması
Figure 2. Application of bending strength test

2.2.4. İstatistik analiz

Çam ve kayın odunu örneklerinin hava kurusu yoğunluk ve eğilme direnci üzerine farklı ısı işlem koşulları etkisinin belirlenmesi amacıyla 0,05 önem düzeyinde çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Her iki ağaç türünde ısı işlem yöntemi ve ısı işlem sıcaklığı faktörlerinin kendi içerisindeki farklılıklar, Duncan testleri ile homojenlik gruplarına ayrılarak karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Retensiyon değeri

Yağlı ısı işlem öncesi bezir yağı ile empenye edilmiş çam ve kayın örneklerinde belirlenen retensiyon değeri ortalamaları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Retensiyon analiz sonuçları
Table 1. Retention analysis results

Ağaç türü	Retensiyon (kg/m ³)	
	\bar{x}	St.S
Çam	345	28
Kayın	365	14

\bar{x} : Aritmetik ortalama (Arithmetic mean), St.S: Standart sapma (Standard deviation)

Tablo 1. sonuçlarına göre, sarıçam örneklerine göre kayın örneklerinde daha yüksek retensiyon değerleri elde edilmiştir. Ağaç türlerinin empenye edilebilme özelliklerinin sonuçlar üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

3.2. Hava kurusu yoğunluk

Farklı yöntemlerle ve farklı sıcaklık koşullarında ısı işlem görmüş çam ve kayın odunu örneklerinin hava kurusu yoğunluk değerlerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Hava kurusu yoğunluk değerlerine ait varyans analizi sonuçları
Table 2. Analysis of variance results of air-dry density values

Faktör	Çam		Kayın	
	F değeri	$p \leq 0,05$	F değeri	$p \leq 0,05$
Isıl işlem yöntemi (A)	252,3381	0,0000*	922,8421	0,0000*
Isıl işlem sıcaklığı (B)	2,8285	0,0440*	6,7705	0,0018*
Etkileşim (AB)	0,5479	ns	1,4692	ns

*: 0,05'e göre önemli (Significant at 95% confidence level), ns: Önemsiz (Not significant)

Varyans analizi sonucuna göre, çam ve kayın örneklerinin hava kurusu yoğunluk değerleri üzerinde ısı işlem yöntemi ve ısı işlem sıcaklığı faktörleri önemli, bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri ise önemsiz bulunmuştur ($p \leq 0,05$). Çam ve kayın örneklerinin yoğunluk özellikleri için ısı işlem yöntemi ve ısı işlem sıcaklığı düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Isıl işlem yöntemine ilişkin, her iki ağaç türünde en yüksek yoğunluk değeri yağlı ısı işlem görmüş örneklerde belirlenmiş, en düşük ise sıcak hava ve ThermoWood yöntemi ile işlem görmüş örneklerde elde edilmiştir (Tablo 3). Tüm sıcaklık seviyeleri için, ThermoWood ve sıcak hava yöntemi ile muamele edilmiş ahşap örneklerinde hava kurusu yoğunluk değeri kontrol (ısı işlemsiz) örneklerine göre azalmıştır. Sıcak hava yönteminde genel olarak daha düşük yoğunluk değerleri elde edilmiş ancak, istatistiksel olarak ThermoWood yöntemi ile aralarında bir fark gözlenmemiştir. Isıl işlem sonrası yoğunluktaki azalma ahşap örneklerinin kütle kayıpları ile açıklanabilir (Esteves ve Pereira 2009; Korkut ve Kocaefe, 2009).

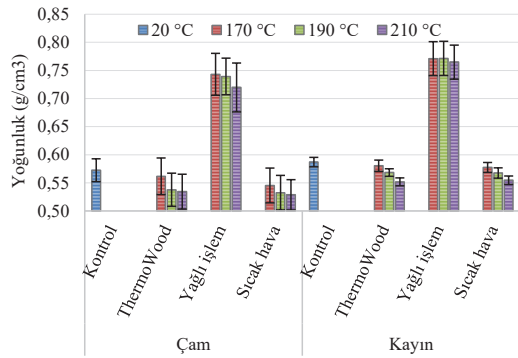
Tablo 3. Isıl işlem yöntemi ve ısı işlem sıcaklığı düzeyinde ahşap örneklerinin hava kurusu yoğunluk

değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları Table 3. Duncan test comparison results of air-dry density values of wood samples at the level of heat treatment method and heat treatment temperature

Faktör	Çam		Kayın	
	OD (g/cm ³)	HG	OD (g/cm ³)	HG
Isıl işlem yöntemi				
Kontrol	0,573	b	0,587	b
ThermoWood	0,545	c	0,567	c
Yağlı işlem	0,734	a	0,769	a
Sıcak hava	0,535	c	0,566	c
Isıl işlem sıcaklığı				
170 °C	0,606	a	0,629	a
190 °C	0,595	ab	0,623	b
210 °C	0,588	b	0,614	c

OD: Ortalama değer (Mean value), HG: Homojenlik gurubu (Homogeneity group)

Diğer taraftan, yağlı ısıl işlem görmüş tüm ahşap örneklerde yoğunluk değerleri artmıştır (Tablo 3). Bu durum, emprenye kimyasalı emdirilen örneklerdeki ağırlık artışları ile açıklanabilir. Ayrıca, elde edilen sonuçlar emprenye sonrası hesaplanan retensiyon değerleri ile paralellik göstermiştir (Tablo 1). Kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında, yağlı ısıl işlem görmüş çam ve kayın örneklerin hava kuru yoğunluk değeri sırası ile %29 ve %31'e kadar artmıştır.



Şekil 3. Farklı koşullarda ısıl işlem görmüş çam ve kayın örneklerin hava kuru yoğunluk ortalama değerleri

Figure 3. Air-dry density average values of pine and beech samples heat-treated under different conditions

Isıl işlem sıcaklığı düzeyinde, her iki ağaç türü için en yüksek yoğunluk değeri 170 °C sıcaklıkta ısıl işlemlenmiş örneklerde, en düşük ise 210 °C sıcaklıkta ısıl işlem görmüş örneklerde tespit edilmiştir (Tablo 3). Uygulanan tüm ısıl işlem yöntemlerinde sıcaklık artışına bağlı olarak çam ve kayın örnek-

lerin hava kuru yoğunluk değeri azalmıştır. Bu durum ThermoWood ve sıcak hava yöntemi ile ısıl işlem görmüş örneklerde daha belirgindir (Şekil 3).

Literatürde, ısıl işlem görmüş ahşapta sıcaklık artışına bağlı olarak meydana gelen yoğunluk azalmasının özellikle hemiselülozların yıkımlanması ve ekstraktiflerin buharlaşması sonucu kütle kayıplarından kaynaklandığı belirtilmiştir (Boonstra 2008; Esteves ve Pereira 2009). Ayrıca, sıcaklık artışına bağlı olarak ahşap örneklerin denge rutubet miktarındaki azalmanın yoğunluk değerlerinde bir düşüşe sebep olduğu söylenebilir (Aytin ve ark., 2015; Boonstra, 2008; Esteves ve Pereira 2009; Pelit ve Yorulmaz 2019).

3.3. Eğilme direnci

Farklı yöntem ve farklı sıcaklıklar uygulanarak ısıl işlem görmüş çam ve kayın odunu örneklerinin eğilme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Eğilme direnci değerleri için varyans analizi sonuçları

Table 4. Analysis of variance results for bending strength values

Faktör	Çam		Kayın	
	F değeri	$p \leq 0,05$	F değeri	$p \leq 0,05$
Isıl işlem yöntemi (A)	21,7677	0,0000*	66,8504	0,0000*
Isıl işlem sıcaklığı (B)	130,5482	0,0000*	511,5733	0,0000*
Etkileşim (AB)	2,4553	0,0298*	9,0672	0,0000*

*: 0,05'e göre önemli (Significant at 95% confidence level)

Tablo 4'e göre, çam ve kayın odunu örneklerin eğilme direnci değerleri üzerinde ısıl işlem yöntemi ve ısıl işlem sıcaklığı faktörleri ile bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri önemli bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Çam ve kayın örneklerin eğilme direnci özellikleri için ısıl işlem yöntemi ve ısıl işlem sıcaklığı düzeyinde gerçekleştirilen Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5'e göre; ısıl işlem yöntemine ilişkin en yüksek eğilme direnci değeri her iki ağaç türünde de yağlı ısıl işlem görmüş örneklerde, en düşük ise sıcak hava yöntemi ile işlem görmüş örneklerde belirlenmiştir. Çam ve kayın odunu örneklerinin eğilme direnci, tüm ısıl işlem uygulamalarından sonra azalmıştır. Ancak, düşük sıcaklıkta (170 °C) yağlı ısıl işlem görmüş örneklerin eğilme direnci kontrol (ısı işlemlenmiş) örneklerle benzer bulunmuştur (Şekil 4).

Tablo 5. Isıl işlem yöntemi ve ısıl işlem sıcaklığı düzeyinde ahşap örneklerin eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Table 5. Duncan test comparison results of the bending strength values of wood samples at the level of heat treatment method and heat treatment temperature

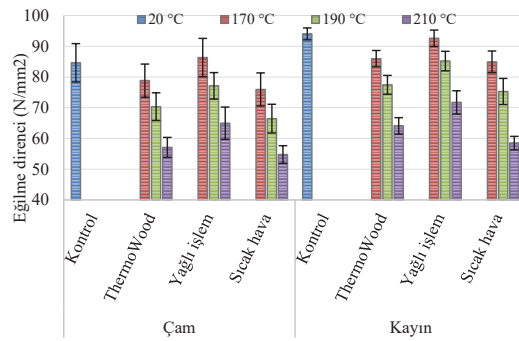
Faktör	Çam		Kayın	
	OD (N/mm ²)	HG	OD (N/mm ²)	HG
Isıl işlem yöntemi				
ThermoWood	72,72	b	80,38	b
Yağlı işlem	78,26	a	85,88	a
Sıcak hava	70,45	c	78,18	c
Isıl işlem sıcaklığı				
Kontrol	84,62	a	94,02	a
170 °C	80,37	b	87,83	b
190 °C	71,31	c	79,30	c
210 °C	58,94	d	64,76	d

OD: Ortalama değer (Mean value), HG: Homojenlik gurubu (Homogeneity group)

Tüm sıcaklık seviyeleri için eğilme direnci, yağlı ısıl işlem görmüş örneklerde daha yüksek bulunmuş ve bunu ThermoWood yöntemi ile ısıl işlem görmüş örnekler izlemiştir. Sıcak hava yöntemi ile muamele edilmiş örneklerde ise en düşük direnç değerleri ölçülmüştür. Isıl işlem sürecindeki buhar uygulamasının ve özellikle ısıl işlem öncesi gerçekleştirilen bezir yağı ile emprenye işleminin test sonuçlarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Önceki çalışmalarda, ısıl işlem uygulamalarının proses koşullarına (işlem sıcaklığı, işlem süresi, atmosferik şartlar vb.) bağlı olarak ahşabın kimyasal bileşenlerinde termal bozunmalara neden olduğu rapor edilmiştir (Tjeerdsma ve Militz 2005; Boonstra ve ark., 2006; Yang ve ark., 2007; Kocaefe ve ark., 2008; Tümen ve ark., 2010; Aydemir ve ark., 2011). Yağ veya su buharı kullanımının, ısıl işlemlerle ağaç malzemesinde meydana gelen ve malzeme direncini olumsuz bir şekilde etkileyen termal bozunmaların şiddetini ve miktarını azaltmış olduğu söylenebilir. Ayrıca ısıl işlem sonrası belirlenen yoğunluk değerleri de sonuçlar üzerinde bir etkiye sahip olabilir.

Isıl işlem sıcaklığı düzeyinde, her iki ağaç türünde de en yüksek eğilme direnci değeri kontrol (ısıl işlemsiz) örneklerinde, en düşük ise 210 °C sıcaklıkta ısıl işlem görmüş örneklerde belirlenmiştir (Tablo 5). Tüm yöntemler için, ısıl işlem sıcaklığındaki artışa bağlı olarak ahşap örneklerin eğilme direncinde azalma meydana gelmiştir. Sıcak hava yöntemi ile ısıl işlem görmüş örneklerde bu durum daha belirgindir (Şekil 4). Kontrol örnek-

leri ile karşılaştırıldığında, eğilme direnci değerleri 170 °C, 190 °C ve 210 °C'de ısıl işlem sonrası çam örneklerde sırası ile %5, %16 ve %30 ve kayın örneklerde sırası ile %7, %16 ve %31 azalmıştır. Özellikle yüksek sıcaklıkta ısıl işlem sonrası, ahşap örneklerin kimyasal bileşenlerinin yapısındaki muhtemel bozunmaların eğilme direnci sonuçları üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde, ısıl işlem sonrası ahşap bileşenlerindeki termal bozunmaların bir sonucu olarak ahşabın kırılabilirliğinin arttığı ve mekanik direnç özelliklerinin azaldığı belirtilmiştir (Bekhta ve Niemz, 2003; Yıldız ve ark., 2006; Boonstra ve ark., 2007; Kocaefe ve ark., 2008; Korkut ve ark., 2008; Perçin ve ark., 2016; Pelit ve ark., 2018). Ayrıca, termal işlemin ahşap malzemesinde daha düşük eğilme direnci gibi bazı olumsuz etkilere neden olduğu ve dirençteki azalmanın termal işlem yöntemi, işlem sıcaklığı, işlem süresi ve ağaç türüne bağlı olduğu ifade edilmiştir (Hill, 2006).



Şekil 4. Farklı koşullarda ısıl işlem görmüş çam ve kayın örneklerin eğilme direnci ortalama değerleri
Figure 4. Bending strength average values of pine and beech specimens heat-treated under different conditions

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, çam ve kayın odunu numunelerinin hava kurusu yoğunluk ve eğilme direnci üzerine farklı ısıl işlem koşullarının etkisi incelenmiştir. ThermoWood ve sıcak hava yöntemi ile muamele edilmiş ahşap örneklerde tüm sıcaklık seviyeleri için, hava kurusu yoğunluk kontrol (işlemsiz) örneklerine göre azalmıştır. Diğer taraftan, yağlı ısıl işlem görmüş çam ve kayın örneklerinin hava kurusu yoğunluk değerleri sırası ile %29 ve %31'e kadar artmıştır. Tüm yöntemler için, ısıl işlem sıcaklığındaki artış yoğunluk değerlerinde bir düşüşe sebep olmuştur.

Çam ve kayın örneklerinin eğilme direnci tüm ısıl işlem uygulamalarından sonra azalmıştır. Eğilme direncindeki düşüş oranı yağlı ısıl işlem görmüş örneklerde en az seviyede iken, en çok sıcak hava

yöntemi ile muamele edilmiş örneklerde tespit edilmiştir. Tüm ısıtma işlem yöntemlerinde, sıcaklık artışına bağlı olarak direnç değerleri azalmıştır. Kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında, sıcak hava yöntemiyle 210 °C'de ısıtma işlem görmüş çam ve kayın örneklerde eğilme direnci sırası ile %35 ve %38 azalmıştır.

Sonuç olarak, ısıtma işlem sonrası meydana gelen yoğunluk ve direnç kayıplarını asgari seviyede tutmak için birincil olarak yağlı ısıtma yönteminin, ikincil olarak ise ThermoWood yönteminin tercih edilmesi önerilebilir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Aydemir, D., Gunduz, G., Altuntas, E., Ertas, M., Sahin, H. T., Alma, M. H. 2011. Investigating changes in the chemical constituents and dimensional stability of heat-treated hornbeam and Uludağ fir wood, *BioResources* 6(2), 1308-1321. <https://doi.org/10.15376/biores.6.2.1308-1321>

Aytin, A., Korkut, S., Unsal, O., Cakicier, N. 2015. The effects of heat treatment with the ThermoWood method on the equilibrium moisture content and dimensional stability of wild cherry wood, *BioResources* 10(2), 2083-2093. <https://doi.org/10.15376/biores.10.2.2083-2093>

Bekhta, P., Niemz, P. 2003. Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood, *Holzforchung* 57(5), 539-546. <https://doi.org/10.1515/HF.2003.080>

Boonstra, M. J., Rijdsdijk, J. F., Sander, C., Kegel, E., Tjeerdsma, B., Miltz, H., Stevens, M. 2006. Microstructural and physical aspects of heat treated wood. Part 1. Softwoods, *Maderas. Ciencia y Tecnología* 8(3), 193-208. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2006000300006>

Boonstra, M. J., Van Acker, J., Tjeerdsma, B. F., Kegel, E. V. 2007. Strength properties of thermally modified softwoods and its relation to polymeric structural wood constituents, *Ann. For. Sci.* 64(7), 679-690. <https://link.springer.com/article/10.1051/forest:2007048>

Boonstra, M. J. 2008. A Two-Stage Thermal Modification of Wood, Ph.D. Dissertation, Ghent University, Ghent, Belgium, and Université Henry Poincaré, Nancy, France. <https://biblio.ugent.be/publication/468990>

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N. 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3779/425.

Esteves, B. M., Pereira, H. M. 2009. Wood modification by heat treatment: A review. *BioResources*, 4(1), 370-404. <https://doi.org/10.15376/biores.4.1.370-404>

FTA, 2003. Finnish Thermowood Association (thermowood.fi). ThermoWood Handbook, FIN-00171, Helsinki, Finland.

González-Peña, M. M., Hale, M. D. 2009. Colour in thermally modified wood of beech, Norway spruce and Scots pine. Part 1: Colour evolution and colour changes. *Holzforchung*. <https://doi.org/10.1515/HF.2009.078>

Hill, C. A. S. 2006. Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes, Wiley, Chichester, United Kingdom.

Kamdem, D.P., Pizzi, A., Jermannaud, A., 2002. Durability of heat treated wood. *Holz als Roh -und Werkstoff* 60(1): 1-6. <https://doi.org/10.1007/s00107-001-0261-1>

Kaygın, B., Gunduz, G., Aydemir, D. 2009. Some physical properties of heat-treated paulownia (*Paulownia elongata*) wood, *Dry. Technol.* 27(1), 89-93. <https://doi.org/10.1080/07373930802565921>

Kocaefe, D., Poncsak, S., Boluk, Y. 2008. Effect of thermal treatment on the chemical composition and mechanical properties of birch and aspen, *BioResources* 3(2), 517-537. <https://doi.org/10.15376/biores.13.1.517-170>

Kocaefe, D., Huang, X., Kocaefe, Y. 2015. Dimensional stabilization of wood, *Curr. For. Rep.* 1(3), 151-161. <https://doi.org/10.1007/s40725-015-0017-5>

Korkut, S., Kok, M. S., Korkut, D. S., Gurleyen, T. 2008. The effects of heat treatment on technological properties in red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood, *Bioresource Technology*, 99(6), 1538-1543. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.04.021>

Korkut, D. S., Guller, B. 2008. The effects of heat treatment on physical properties and surface roughness of red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood. *Bioresource Technology*, 99(8), 2846-2851. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.06.043>

Korkut, S., Kocaefe, D. 2009. Isıtma işlemin odun özellikleri üzerine etkisi, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi*, 5(2), 11-34.

Lekounougou, S., Kocaefe, D. 2014. Durability of thermally modified *Pinus banksiana* (Jack pine) wood against brown and white rot fungi, *Int. Wood Prod. J.* 5(2), 92-97. <https://doi.org/10.1179/2042645313Y.0000000057>

Mayes, D., Oksanen, O. 2002. ThermoWood Handbook, Finnforest, Finland

Miltz, H. 2005. Preface of the second European Conference on Wood Modification, in *Proceedings for the 2nd European conference on wood modification*, October 6-7 2005, Göttingen, Germany.

Pelit, H., Budakci, M., Sonmez, A. 2016. Effects of heat

- post-treatment on dimensional stability and water absorption behaviours of mechanically densified Uludağ fir and black poplar woods. *BioResources*, 11(2), 3215-3229. <https://doi.org/10.15376/biores.11.2.3215-3229>
- Pelit, H. 2017. The effect of different wood varnishes on surface color properties of heat treated wood materials. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(2), 262-274. <https://doi.org/10.17099/jffiu.300010>
- Pelit, H., Budakci, M., Sonmez, A. 2018. Density and some mechanical properties of densified and heat post-treated Uludağ fir, linden and black poplar woods. *European Journal of Wood and Wood Products*, 76(1), 79-87. <https://doi.org/10.1007/s00107-017-1182-y>
- Pelit, H., Yorulmaz, R. 2019. Influence of densification on mechanical properties of thermally pretreated spruce and poplar wood. *BioResources*, 14(4), 9739-9754. <https://doi.org/10.15376/biores.14.4.9739-9754>
- Percin, O., Peker, H., Atilgan, A. 2016. The effect of heat treatment on the some physical and mechanical properties of beech (*Fagus orientalis* lipsky) wood. *Wood Research*, 61(3), 443-456.
- Rowell R. M. 2012. Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC Press, Boca Raton. <https://doi.org/10.1201/9780203492437>
- Sandberg, D., Haller, P., Navi, P. 2013. Thermo-hydro and thermo-hydronechanical wood processing: An opportunity for future environmentally friendly wood products, *Wood Materials Science & Engineering* 8(1), 64-88. <https://doi.org/10.1080/17480272.2012.751935>
- Sandberg, D., Kutnar, A., Mantanis, G. 2017. Wood modification technologies-a review. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 10(6), 895-908. <https://doi.org/10.3832/ifer2380-010>
- Sandberg, D., Kutnar, A., Karlsson, O., Jones, D. 2021. Wood Modification Technologies. Principles, Sustainability, and the Need for Innovation (Boca Raton: CRC Press), 432 pp. <https://doi.org/10.1201/9781351028226>
- Sikora, A., Kačík, F., Gaff, M., Vondrová, V., Bubeníková, T., Kubovský, I. 2018. Impact of thermal modification on color and chemical changes of spruce and oak wood, *J. Wood Sci.* 64(4), 406-416. <https://doi.org/10.1007/s10086-018-1721-0>
- Sivrikaya, H., Tesařová, D., Jeřábková, E., Can, A. 2019. Color change and emission of volatile organic compounds from Scots pine exposed to heat and vacuum-heat treatment. *Journal of Building Engineering*, 26, 100918. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100918>
- Tjeerdsma, B., Militz, H. 2005. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood, *Holz als Rohund Werkst* 63(2), 102-111. <https://doi.org/10.1007/s00107-004-0532-8>
- Toker, H., Baysal, E., Kotekli, M., Turkoglu, T., Kart, S., Sen, F., Peker, H. 2016. Surface characteristics of Oriental beech and Scots pine woods heat-treated above 200 °C, *Wood Res.* 61(1), 43-54.
- Torniainen, P., Jones, D., Sandberg, D. 2021. Colour as a quality indicator for industrially manufactured ThermoWood. *Wood Material Science & Engineering*, 16:4, 287-289. <https://doi.org/10.1080/17480272.2021.1958920>
- Tumen, İ., Aydemir, D., Gunduz, G., Uner, B., Cetin, H. 2010. Changes in the chemical structure of thermally treated wood, *BioResources* 5(3), 1936-1944. <https://doi.org/10.15376/biores.5.3.1936-1944>
- TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü (tse.org.tr), Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda, Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü (tse.org.tr), Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü (tse.org.tr), Ankara.
- TS 2474, 1976. Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü (tse.org.tr), Ankara.
- Yalcin, M., Sahin, H. İ. 2015. Changes in the chemical structure and decay resistance of heat-treated narrow-leaved ash wood, *Maderas- Cienc. Tecnol.* 17(2), 435-446. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2015005000040>
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D. H., Zheng, C. 2007. Characteristics of hemicelluloses, cellulose and lignin pyrolysis, *Fuel* 86(12-13), 1781-1788. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.12.013>
- Yildiz, S., Gezer, E. D., Yildiz, U. C. 2006. Mechanical and chemical behavior of spruce wood modified by heat, *Build. Environ.* 41(12), 1762-1766. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.07.017>

Tanalith E ve Celcure AC 500 ile emprenye edilerek hazırlanan kızılağaç kamelyalarının biyolojik dayanımı ve yıkanma mekanizması

Biological resistance and leaching mechanism of alder camellias prepared by impregnation with Tanalith E and Celcure AC 500

Serkan KILINÇ¹ 

Ali TEMİZ¹ 

Gaye KÖSE DEMİREL¹ 

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman
Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Gaye KÖSE DEMİREL

gkose@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

29.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

06.07.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

Samet DEMİREL

sdemirel@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Kılınç, S. , Temiz, A. & Köse Demirel, G. (2022). Tanalith E ve Celcure AC 500 ile emprenye edilerek hazırlanan kızılağaç kamelyalarının biyolojik dayanımı ve yıkanma mekanizması . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 363-368 . DOI: 10.17568/ogmoad.1095156



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Dünya nüfusunda meydana gelen artışa bağlı olarak orman ürünlerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Ancak, artan orman ürünleri ihtiyacını ekosistemi tehlikeye sokmadan karşılamak dikkat edilmesi gereken en önemli husus olmaktadır. Bu bakımdan ormanlardan elde edilen ağaç malzemelerin kullanım sürelerinin artırılması araştırmacıların ilgi duyduğu konular arasında yer almaktadır. Bu çalışma ile ülkemizde doğal olarak oldukça fazla yayılış alanı gösteren, Karadeniz bölgesinde bolca bulunmasına rağmen endüstriyel olarak bir değeri bulunmayan kızılağacın (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) kullanım ömrünün artırılarak endüstriyel alanlara kazandırılması hedeflenmiştir. Çalışmada referans ürün olarak endüstride sıklıkla kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunundan elde edilen emprenyeli kamelyalar kullanılmıştır. Tanalith E ve Celcure AC 500 ile emprenye edilmiş kızılağaç ve sarıçamdan hazırlanan kamelyalar dış ortam koşullarına maruz bırakılmıştır. Daha sonra örneklerin biyolojik dayanımı (*Coniophora puteana* ve *Poria placenta*) ve yıkanma mekanizması incelenmiştir. Çürüklük testi EN 113 standardına göre, yıkanma testi AWPA E11 standardına göre yapılmış, yıkanmış su örnekleri ICP-MS cihazı ile bakır analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre çürüklük testinde emprenyeli ağaç malzemenin ağırlık kaybı kontrol gruplarına göre çok daha düşük oranda tespit edilmiştir. Bununla birlikte, en düşük yıkanma ve bakır oranları ise sarıçam odunu esaslı kamelya örneklerinde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kızılağaç, Tanalith E, Celcure AC 500, bakır analizi, çürüklük testi

Abstract

Due to the increase in the world population, the use of forest products has become widespread. However, providing the increasing need for forest products without endangering the ecosystem will be the most important issue to be considered. In this respect, increasing the use of wood materials obtained from forests is among the subjects of interest of researchers. In this study, it is aimed to bring alder (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*), which both has a wide distribution area in our country and is abundant in the Black Sea region but has no industrial value, to industrial areas by increasing its useful life.. Impregnated camellias obtained from Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood, which is frequently used in industry, were used as reference product. Camellias prepared from alder and yellow pine impregnated with Tanalith E and Celcure AC 500 were exposed to the external environment. Then, the biological strength of the samples (*Coniophora puteana* and *Poria placenta*) and washing mechanism were investigated. The rot test was carried out according to the EN 113 standard, the washing test was carried out according to the AWPA E11 standard and washed water samples were subjected to copper analysis with ICP-MS device. According to the results obtained, the weight loss of the impregnated wood material in the rot test was much lower than the control groups. Nevertheless, the lowest washing and copper rates were obtained from Scotch pine wood based camellia samples.

Keywords: Alder, Tanalith E, Celcure AC 500, copper analyses, decay test

1. Giriş

Son yıllarda çevre dostu odun esaslı orman ürünlerinin kullanımını dünya nüfusunda meydana gelen artışa bağlı olarak daha da artmıştır. Ancak ormancılığın gelecekteki en önemli sorunu, artan orman ürünü ihtiyaçlarının ekosistemi tehlikeye sokmadan karşılamaya çalışması olacaktır. Bu sebeple, ormanlardan elde edilen ağaç malzemenin kullanım sürelerinin artırılması bilim adamlarının ilgi duyduğu konular arasındadır. Ülkemiz orman kaynakları açısından değerlendirildiğinde dünya ülkeleri arasında ortalamanın altındadır. Ülkemizde 2015 yılı itibarıyla yaklaşık 22.5 milyon hektar orman alanı bulunsada bu alan içerisinde ancak yarısı orman endüstri sektörü açısından verimli olarak kabul edilmektedir (OGM, 2017).

Ülkemizde bulunan orman varlığının karasal alana oranla %27.2 olduğu ve bu orman alanlarının içerisinde bulunan ağaç türlerinin pek çoğunun dayanıksız türlerden oluşması ağaç malzemelerin dış ortam şartlarında korunmasının önemini arttırmaktadır. Hiçbir koruyucu önlem işlemine tabii tutulmamış doğal halde bulunan ağaç malzemeler biyotik (mantar, böcek, termit zararlısı vb.) ve abiyotik (sıcaklık, rüzgar, nem vb.) faktörlerle tahrip edilmekte, bu durum ciddi oranda maddi kayıpları beraberinde getirmektedir. Buna rağmen, farklı kimyasal yöntemlerle ağaç malzemenin muamele edilmesi bu olumsuz etkenleri ortadan kaldırmakta ve ağaç malzemelerin hizmet sürelerini arttırmaktadır. Bu bakımdan farklı ağaç türlerinin emprenye edilerek farklı alanlarda kullanılmasının sağlanması ülkemiz orman varlığını önemli ölçüde korumuş olacaktır (Demirel ve ark., 2018).

Ağaç malzemelerin herhangi bir koruyucu madde ile korunmadığında ve mevcut ortam şartlarına uygun odun türü seçilmediğinde ekonomik ve fiziki ömürleri çok sınırlı olmaktadır. Bununla birlikte, bu malzemelerin kullanım süreleri ve nitelikleri, koruyucu kimyasal maddelerin farklı tekniklerle emprenye edilmesi ile artırılabilir. Ağaç malzemeler farklı teknikler kullanılarak koruyucu kimyasal yardımıyla emprenye edilerek kullanım süreleri uzatılmakta ve nitelikleri iyileştirilebilmektedir. Doğal hava şartlarında rutubet etkisi ve sıcaklık değişimleri odunsu materyallerin farklı özellikleri üzerinde oldukça etkilidir. Bu bakımdan, doğal ve/veya açık hava ortamlarında kullanılacak ağaç malzeme türünün, dayanıklılık durumunun vb. faktörlerin bilinmesi gerekmektedir. Ağaç malzemelere etki eden faktörler arasında mantar, böcek gibi biyotik etkenler ile ışınım, termal radyasyon, hava kirliliği, nem-rutubet değişimleri, yağmur, rüzgâr, toz vb. abiyotik faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerin etkisiyle zaman içe-

risinde malzemelerde çürüme, deformasyon, hidroliz, çatlak, erozyon ve renk değişimi gibi bozunmalar meydana gelmektedir. Dış ortam şartlarında koruma, ağaç malzemelerde biyotik ve abiyotik faktörlere karşı alınacak tüm önlemleri kapsamaktadır (Rowell ve Konkol, 1987).

Ağaç malzemelerin hem iç mekân tasarımlarında hem de dış mekân ortamlarında geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlar arasında ahşap ev, kamelya, teras ve bahçe mobilyaları, köprü, mobilya, yer döşemişi, duvar panelleri vb. kullanım yerleri bulunmaktadır. Herhangi bir işleme tabii tutulmayan ağaç malzemelerde biyotik ve abiyotik faktörler nedeniyle farklı değişimler oluşmaktadır. Meydana gelen bu değişim ve/veya bozunmalar (degradasyon) ağaç malzemelerin özellikle yüzeylerinde renk değişimiyle başlamakta, ilerleyen aşamalarda ise kimyasal, fiziksel ve anatomik yapılarında da görülmektedir. Bu bakımdan, malzeme yapısında dış ortam şartlarının meydana getirdiği değişimler malzeme yüzeyine derinlemesine nüfuz etmek suretiyle gerçekleştirilecek emprenye uygulamaları ile geciktirilebilmekte ve/veya önlenebilmektedir.

Bu çalışmada özellikle ülkemizde 147 bin hektar alanına sahip olmakla birlikte çoğunlukla Karadeniz bölgesinde yaygın olarak bulunan (OGM, 2017) ve endüstriyel anlamda farklı kullanım alanı bulunmayan, genellikle ısınma amaçlı (nadiren kurşun kalem imalatında) kullanılan kızılâğaç odununun koruyucu kimyasal maddelerle dış ortam koşullarında kullanım ömrünün arttırılmaya çalışılması hedeflenmiştir. Bu amaçla, çürüklük mantarlarına karşı dayanım ve kimyasal madde içeriğindeki baki- rının odundan yıkanması analiz edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç türü ve emprenye yöntemi

Bu çalışmada ağaç türü olarak sakallı kızılâğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) kullanılmıştır.

Emprenye maddesi olarak Tanalith E ve Celcure AC 500 kullanılmış olup Altes Orman Ürünleri'nden (Trabzon) temin edilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1. Emprenye işlemi

Odun türlerine ait emprenye işlemleri Altes Orman Ürünleri Tesisinde (Trabzon) gerçekleştirilmiş olup işlem parametreleri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Emprenye parametreleri
Table 1. Impregnation parameters

Emprenye Maddeleri	Ağaç Türü	Emprenye İşlemi
Tanalith E	Kızılağaç	1 saat, 630 mm Hg vakum
	Sarıçam	1 saat, 6 bar basınç
Celcure AC 500	Kızılağaç	1 saat, 630 mm Hg vakum
	Sarıçam	1 saat, 6 bar basınç

Emprenye öncesi ve sonrası örneklerin ağırlıkları belirlenmiş, retensiyon miktarları (R, kg/m³) Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$R (\text{kg/m}^3) = ((G \times C) / V) \times 10 \quad (1)$$

Burada;

$$G = G_2 - G_1$$

G: Absorbe edilen emprenye maddesi miktarı (g),

G1: Emprenye öncesi odun örneğinin ağırlığı (g),

G2: Emprenye sonrası odun örneğinin ağırlığı (g),

C : Çözelti konsantrasyonu (%),

V : Örnek hacmi (cm³).

2.2.2. Mantar çürüklük testi

Çürüklük testi modifiye edilmiş EN 113 (1980) standardına göre yapılmış olup 5×15×25 mm (radyal×teğet×lifler yönü) boyutlarındaki test ve kontrol örnekleri hazırlanmıştır. Her bir varyasyon ve her bir mantar türü için 15 tekrar yapılmış olup 2 adet mantar türü (*Coniophora puteana* ve *Poria placenta*) kullanılmıştır.

Çürüklük testi öncesi bütün örnekler 103±2 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş, çürüklük öncesi tam kuru ağırlıkları (Çö) kaydedilmiştir. Mantar aşılması yapılan örnekler iklimlendirme dolabında 16 hafta bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler 103±2'deki etüvde sabit ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş ve çürüklük sonrası tam kuru ağırlıklar (Çs) belirlenmiştir. Test sonunda tüm örneklerdeki ağırlık kayıpları (AK) Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\%AK = ((\text{Çö} - \text{Çs}) / \text{Çö}) \times 100 \quad (2)$$

2.2.3. Yıkama ve bakır analizi

Yıkama testi, Tanalith E ve Celcure AC 500 maddeleri ile emprenye edilmiş kızılğaç ve sarıçam örneklerinde, emprenye maddesinin odun yapısından yıkanarak uzaklaşıp uzaklaşmadığının belirlenmesi amacıyla AWWA E11 (2006) standardına göre gerçekleştirilmiştir.

Her bir emprenye maddesi ve her bir ağaç türü için

6 tekrar olacak şekilde hazırlanan 19×19×19 mm (RxTxL) boyutlarındaki numuneler %65 bağıl nem ve 20 °C ortam şartlarında kavanoz içerisine yerleştirilip içerisine 300 mL saf su eklenmiş ve ağızları kapatılıp yıkama işlemine tabi tutulmuştur 2, 24, 48, 168, 336 saat sonunda örneklerin suları yenisiyle değiştirilmiş ve toplanan suların bakır bileşiklerinin tayini ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer- Kütle spektrometresi) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir.

2.2.4. İstatistiksel Analiz

Yapılan çürüklük testi sonucu elde edilen verilerin analizi için IBM SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. %95 güven düzeyinde yapılan analizlerde test örnekleri arasında istatistiksel anlamda bir fark olup olmadığı Basit Varyans Analizi (BVA) yapılarak belirlenmiştir. Anlamlı değişkenlerin ve bunların karşılıklı etkileşimlerinin incelenen parametreyi ne ölçüde etkilediği ise çoğul varyans analizi (ÇVA) ile irdelenmiştir.

3. Bulgular

3.1. Mantar çürüklük testine ait bulgular

Mantar çürüklük testinde esmer çürüklük mantarlarından *Coniophora puteana* ve *Poria placenta* kullanılmıştır. Test sonrasında örneklere ait hesaplanan retensiyon miktarları (R) ve ağırlık kayıpları (AK) ortalaması (X) ve standart sapma (St.D) değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Çürüklük testine ait retensiyon miktarları (R) ve ağırlık kayıpları (AK)

Table 2. Retentions (R) and mass loss (AK) of decay test samples

Varyasyonlar		<i>P. placenta</i>		<i>C. puteana</i>		
		AK (%)	R (kg/m ³)	AK (%)	R (kg/m ³)	
Kızılağaç	Celcure AC 500	X	0,64	20,53	0,32	21,10
		S.td	0,75	0,69	0,52	1,27
	Tanalith E	X	0,41	20,86	0,87	21,12
		S.td	0,71	1,35	0,71	1,97
	Kontrol	X	34,96	-	1,61	-
		S.td	16,22	-	8,38	-
Sarıçam	Celcure AC 500	X	0,76	15,76	0,63	15,79
		S.td	1,05	1,54	0,55	0,72
	Tanalith E	X	0,44	15,92	0,65	15,12
		S.td	0,57	1,58	0,89	1,22
	Kontrol	X	32,38	-	45,86	-
		S.td	19,81	-	15,55	-

3.2. Yıkama ve bakır analizine ait bulgular

Yıkama testine tabi tutulan örneklerin retensiyon miktarları (R) ve bakır tayini yapılan örneklerin bakır miktarları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Yıkanma testine tabi tutulan örneklerin retensiyon ve bakır miktarları
Table 3. Retentions and copper amounts of samples subjected to leaching test

	Sarıçam		Kızılağaç		Suda Bekletme Süresi
	Celcure AC 500	Tanalith E	Celcure AC 500	Tanalith E	
R (kg/m ³)	16,04 (1,26)	15,82 (1,33)	19,24 (0,99)	18,92 (1,05)	
	0,378	2,347	0,287	8,093	2 saat
	5,897	6,819	8,077	25,22	24 saat
Yıkanan bakır miktarı (ppm)	29,15	10,46	9,485	35,16	36 saat
	34,73	14,45	17,09	46,15	48 saat
	45,37	17,44	20,71	55,80	1 hafta
	52,04	24,70	27,78	71,38	2 hafta

4. Tartışma ve Sonuç

4.1. Mantar çürüklük testi

Çürüklük testlerine ait sonuçlar irdelendiğinde, esmer çürüklük mantarlarının etkisine maruz bırakılan tüm örneklerde, Tanalith E ve Celcure AC 500 ile empenye edilen örneklerin ağırlık kaybı kontrol örneklerine oranla daha az olduğu belirlenmiştir.

Esmer çürüklük mantarı *Poria placenta*' ya maruz bırakılan Celcure AC 500 ile empenye edilmiş kızılağaç örneklerinde ağırlık kaybı %0.64, Tanalith E ile empenye edilen kızılağaç örneklerinde ağırlık kaybı ise %0.41 olarak bulunmuştur. Celcure AC 500 ile empenye edilen sarıçam örneklerinde ağırlık kaybı %0.76, Tanalith E ile empenye edilen sarıçam örneklerinde ağırlık kaybı %0,44 olarak belirlenmiştir. *Poria placenta* mantarına maruz bırakılan örneklerdeki en düşük ağırlık kaybı Tanalith E ile empenye edilen kızılağaç örneklerinde tespit edilmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde *Poria placenta* mantarına karşı kızılağaç örneklerinde Tanalith E, *Coniophora puteana* mantarına karşı kızılağaç örneklerinde Celcure AC 500 ile empenye edilmiş örneklerin ağırlık kayıplarının daha az diğer örneklerde ise daha yüksek olduğu açıktır. Sarıçam örneklerinde *Coniophora puteana* mantarına maruz bırakılan örneklerde ise daha fazla ağırlık kaybı belirlenmiştir. Ancak yapılan istatistiksel analizler sonuçlar gruplar arası fark olmadığı tespit edilmiştir. İstatistiksel analiz sonucuna göre *P.placenta* mantarına maruz bırakılmış Sarıçam test örnekleri için empenye maddeleri arasında yapılan basit varyans analizi sonucunda önem düzeyinin ($p=0.401 > 0.05$) çıktığı; Kızılağaç test örnekleri için empenye maddeleri arasında yapılan basit varyans analizi sonucunda önem düzeyinin ($p=0.504 > 0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda her iki ağaç

türünde de empenye maddesi açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmadığını göstermektedir. Ağaç türü ve empenye maddesi arasındaki ilişkiyi incelemek için yapılan çoğul varyans analizinde önem düzeyi 0.005'ten düşük çıktığı için ($p=0.838$) istatistiksel olarak ağaç türü ve empenye maddesi arasında bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

İstatistiksel analiz sonucu *C.puteana* mantarına maruz bırakılmış Sarıçam test örnekleri için empenye maddeleri arasında yapılan basit varyans analizi sonucunda önem düzeyinin ($p=0.967 > 0.05$) çıktığı; Kızılağaç test örnekleri için empenye maddeleri arasında yapılan basit varyans analizi sonucunda önem düzeyinin ($p=0.065 > 0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda her iki ağaç türünde de empenye maddesi açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Ağaç türü ve empenye maddesi arasındaki ilişkiyi incelemek için yapılan çoğul varyans analizinde önem düzeyi 0.005'ten düşük çıktığı için ($p=0.227$) istatistiksel olarak ağaç türü ve empenye maddesi arasında bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Bu konuda yapılan literatür çalışmalarında, Jiang ve Zhang (2002) içeriğinde bakır bulunduran empenye maddeleri ile yapmış oldukları çürüklük testlerinde, bakırın mantarlara karşı yüksek zehirlilik etkisi göstermesi sebebiyle numunelerde kontrol gruplarına göre daha az ağırlık kayıpları tespit etmişlerdir. *Postia* cinsi bakıra toleranslı mantarlar üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Lewi, 1969; Chou ve ark., 1973; Shimada ve ark., 1992; Gezer ve ark., 2004). Levi (1969), *P. incrassata* (Berk ve Curtis) Burt. ve *P. vaporarii* mantarlarının bakıra karşı direnç mekanizmasını incelemiş ve bu mantarların suda çözünebilen bakır sülfatı suda çözünmeyen ve mantarlara karşı daha az zehirli olan bakır oksalatlarla dönüştürdüklerini belirtmiştir. Levi (1969) ve Chou (1973), *P. placenta* Murr. mantarı için de belirtilen mekanizmayı tespit etmişler ancak *P. Vaillantia* mantarı için bu mekanizmanın

etkin olmadığını belirtmişlerdir.

Sutter ve ark. (1983) *P. placenta* (Fr.) ve *P. vaillantii* (Pers.) Fr mantarlarının bakıra karşı gösterdikleri direnç mekanizmasının tespiti için çam diri odununun bakır sülfat ve bakır pentahidrat ile empenye etmişlerdir. Araştırmacılar her iki mantar türünün bakır, çözünürlüğü daha az olan dolayısıyla yapıdan daha zor yıkanan bakır oksalat komplekslerine çöktüğünü belirtmişlerdir. Sailer ve ark. (2000), *Coniophora puteana* esmer çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılan odun örneklerinde % 48 oranında ağırlık kaybı tespit etmişlerdir. Palanti ve Feci (2013), Silika nano-partiküllerinin borik asit içinde çözündürülmesi ile elde ettikleri empenye maddesini sarıçam örnekleri ile muamele etmelerinden sonra *Coniophora puteana* mantarına maruz bıraktıkları kontrol örneklerinde %59.16; test örneklerinde ise %6.87 orasından ağırlık kaybı tespit etmişlerdir.

4.2. Yıkanma ve bakır analizi

Sulardaki bakır miktarları incelendiğinde 2 saatlik süre sonunda en yüksek bakır yıkanma oranı kızılâğaç Tanalith E (8.093 ppm), en düşük bakır yıkanma oranı ise kızılâğaç Celcure AC 500 (0.287 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. 24 saatlik süre sonunda en yüksek bakır yıkanma oranı kızılâğaç Tanalith E (25.22 ppm), en düşük bakır yıkanma oranı sarıçam Celcure AC 500 (5.897 ppm) örneklerinde bulunmuştur. 336 saatlik toplam deney süresi sonunda en yüksek bakır oranı kızılâğaç Tanalith E (71.38 ppm), en düşük bakır oranı sarıçam Tanalith E (24.70 ppm) örneklerinde belirlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, 2 hafta sonunda en yüksek bakır yıkanma oranlarının kızılâğaç Tanalith E ve sarıçam Celcure AC 500 örneklerinde bulunmuştur. En düşük oranlar ise sarıçam Tanalith E ve kızılâğaç Celcure AC 500 örneklerinde tespit edilmiştir. 2 hafta sonunda sarıçam Celcure AC 500, 0.378 ppm ile başlayıp 52.04 ppm değerine ulaşmıştır. Benzer şekilde kızılâğaç Tanalith E 8.093 ppm ile başlayıp 71.38 ppm değerine ulaşmıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak ilerleyen zaman ile birlikte sarıçam Celcure AC 500 örneklerinin bakır yıkanma miktarının, kızılâğaç Tanalith E örneklerini yakalayacağı hatta geçebileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, aynı süre sonunda en yüksek yıkanma kızılâğaç Tanalith E (71.38), en düşük yıkanma sarıçam Tanalith E (24.70)'de belirlenmiştir. Bu kapsamda, önemli bir husus olarak ağaç türü farklılığının odunun empenye maddesi ile bağ yapımında oldukça önemli bir etken olduğu söylenebilir. Deney sonuçları tümüyle incelendiğinde, odundan yıkanan bakır miktarı başlangıç aşamasında yüksek oranda iken, zamanla bu oran

düşüş göstermektedir. Bu durumun temel sebebi, yıkanmanın başlangıç aşamasında odun ile bağ oluşturmeyen bakırın yapıdan hızlı bir şekilde yıkanarak uzaklaşmasıdır.

Sarıçam Celcure AC 500, Kızılâğaç'a göre yaklaşık 2 kat daha fazla oranda bakır yıkanmış. Kızılâğaç Tanalith E ise Sarıçam'a göre yaklaşık 3 kat daha fazla oranda yıkanmış. Bu durum Sarıçam ve Kızılâğaç odunlarının mikro morfolik yapıları ile ilgilidir. Ağaç türünün, kimyasal (pH, ekstraktif madde içeriği, hücre duvarı bileşenlerinin miktarı vb.) ve anatomik özellikleri (permeabilite, lümen boyutu, hücre çeperi kalınlığı vb.) empenyeli odunun yıkanmasında farklılıklar meydana getirmektedir (Becker ve Buchmann, 1966; Cooper, 1990).

Tanalith E ile empenye edilen Kızılâğaç örneklerindeki yıkanma miktarının daha yüksek çıkmasının sebebi kızılâğaçta bulunan lignin ve ekstraktif madde miktarından kaynaklandığı söylenebilir (Temiz ve ark, 2014).

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi'nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

AWPA E11, 2006. Standard method of determining the leachability of wood preservatives. American Wood Preservers' Association Standard. (www.awpa.com)

Becker, G. ve Buchmann, C., 1966. Comparative Chemical Tests on the Leachability of Preservative Salts from Different Wood Species. *Holzforschung*, 20, 199-204.

Chou, G.K., Chandler J.A., Preston, R.D., 1973. Uptake of metal toxicants by fungal hyphae colonising CCA-Impregnated Wood, *Wood Science and Technology*, 7, 206-211.

Cooper, P.A., 1990. Leaching of CCA from Treated Wood. Canadian Wood Preservation Association. 11, 144-169.

Demirel, G. K., Gudul, H., Temiz, A., Kustas, S., Aydın, İ., 2018. Effect of alkyl ketene dimer on the physical, mechanical, and biological durability of plywood. *BioResources*, 13(1), 147-156.

EN 113, 1980. Ahşap koruyucular-agar ortamında odunu tahrip eden basidiomisetlere karşı zehirlilik değerlerinin tayini.

Gezer, E. D., Yıldız, Ü. C., Temiz, A., Yıldız, S., Dızman, E., 2004. Bakıra toleranslı mantarların çürüklük

mekanizması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 5(2), 193-199.

Jiang, M., Zhang, J., 2002. Water stress-induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. *Journal of Experimental Botany*, 53 (379), 2401-2410.

Lewi, M.P., 1969. The mechanism of action of copper chrome-arsenate preservatives against wood-destroying fungi, B.W.P.A Annual Convection, 113 - 127, London, UK, 1969.

Morrell, J.J., 1989. Copper tolerant fungi: a brief review of their effects and distribution, American Wood Preservers' Association reprints, Appendix B, Madison,WI.

OGM., 2017. Orman Genel Müdürlüğü, Türkiye Orman Varlığı Kitabı. Ankara.

Palanti, S., Feci, E., 2013. A wood preservative based on commercial silica nanodispersions and boric acid against fungal decay through laboratory and field tests. *Open Journal of Forestry*, 3 (2), 57.

Rowell, R. M., Konkol, P., 1987. Treatments that enhance physical properties of wood. gen. tech. rep. FPL-GTR-55. Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory; 12, 55.

Sailer, M., Rapp, A., O., Leithoff, H., 2000. Improved resistance of scots pine and spruce by application of an oil-heat treatment, 29. IRG Annual Meeting, May, Hawaii, USA, IRG WP 00-40162.

Shimada, M., Akatmatsu, Y., Ma, D.B., Takahashi, M., 1992. New biochemical; aspects of oxalic acid production and decomposition by wood destroying Fungi, 5th International Conference on Biotechnology in the Pulp and Paper Industry, Kyoto, Japan.

Sutter, H.P., Jones, E.B.G., Walchli, O., 1983. The mechanism of copper tolerance in *Poria placenta* (Fr.) Cke. and *Poria vaillantii* (Pers.) Fr., Material und Organism.

Temiz, A., Alfredsen, G., Yildiz, U. C., Gezer, E. D., Kose, G., Akbas, S., & Yildiz, S. (2014). Leaching and decay resistance of alder and pine wood treated with copper based wood preservatives. *Maderas. Ciencia y tecnologia*, 16(1), 63-76.

Türkiye’de orman mühendisliği eğitimi ve KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü

Forest engineering education in Turkey and KTU Faculty of Forestry- Forest Engineering Department

Cantürk GÜMÜŞ¹

¹ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Cantürk GÜMÜŞ
canturk@ktu.edu.tr

Geliş tarihi (Received)

16.03.2022

Kabul Tarihi (Accepted)

18.08.2022

Sorumlu editör (Corresponding editor)

İbrahim TURNA
turna@ktu.edu.tr

Atıf (To cite this article): Gümüş, C. (2022). Türkiye’de orman mühendisliği eğitimi ve KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü . Ormanlık Araştırma Dergisi , Karok 2021 , 369-380 . DOI: 10.17568/ogmoad.1088760



Creative Commons Atıf -
Türetilmez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Türkiye’de ormancılık eğitimi 1857 yılında İstanbul’da kurulan orman okulu ile başlamıştır. Bu okul 1880 yılında maden okulu ile birleştirilmiş ve “orman mühendisi” unvanı verilmeye başlanılmıştır. 1893-1910 döneminde ziraat okulu bünyesinde sürdürülen ormancılık eğitimi 1910 yılında “Orman Mektebi Alisi” adıyla yeniden bağımsızlığını kazanmıştır. Orman Mektebi Alisi 1934’te fakülteye dönüştürülmüştür. Nizamname ile devlet ormanları bir mukavele ile özel kesime verilen izin çerçevesinde işletilmektedir. Orman mühendisleri bu mukaveleleri hazırlamakta, işlemlerin mukaveleye uygunluğunu denetlemekte, devletin alması gereken ondalığın hesabını yapmakta ve ormanların korunmasını sağlamaktadır. Yani doğrudan ormanların işletilmesi işiyle ilgilenmemektedirler. Yaptıkları görevin karşılığında da kendilerine “Orman Müfettişi” denilmektedir. 1937 yılında bu işletmecilik düzeni değiştirilmiştir. Artık ormanları devlet işletecektir. Ancak orman mühendisleri orman işletmeciliğini bilmemektedir. Bu nedenle ilk kurulan orman işletmelerine “örnek işletme” adı verilmiş ve bu işletmeler birer hizmet içi eğitim kurumu gibi görev görmüştür. Orman Fakültesi ise eğitim programlarını artık işletmeciliği de içerecek şekilde değiştirmiştir. Orman mühendisleri ise “Orman Bölge Şefi” unvanı ile görev yapmaya başlamıştır. 1971 yılında Trabzon’da 1992 yılından itibaren de ülkenin 10 ayrı yerinde daha yeni orman fakülteleri açılmıştır. Böylece orman mühendisliği eğitimi veren kurumların sayısı 12’ye yükselmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ormancılık, eğitim, orman okulu, orman mühendisliği, fakülte

Abstract

Forestry education in Turkey started with the forest school established in Istanbul in 1857. This school was merged with the mining school in 1880 and the graduates were given the title of “forest engineer”. In the period 1893-1910, forestry education was carried out within the body of the agricultural school. In 1910, it regained its independence under the name of “High Forest School”. In 1934, the High Forest School was transformed into a faculty. In this process, forest engineers worked within the framework of the forestry order established within the framework of the provisions of the 1870 forest regulation. With the regulation, state forests were operated within the framework of the permission given to the private sector with a contract. Forest engineers prepared these contracts, audited the compliance of the transactions with the contracts, calculated the tithe that the state should receive, and fulfilled the duty of protecting forests. In other words, they were not directly involved in the operation of forests. In return for their duties, they were called “forest inspectors”. In 1937, this management order was changed. From this date on, the forests would be operated by the state. However, forest engineers did not know forest management practices. For this reason, the first established forest enterprises were called “exemplary enterprises”. These first forest enterprises, which were established, served as in-service training institutions. The Faculty of Forestry changed its education programs to include forest management practices. Forest engineers started to work with the title of “forest regional chief”. In 1971, a new forestry faculty was established within the body of Karadeniz Technical University. Since 1992, 10 more forest faculties have been opened in the country. Thus, the number of institutions providing forest engineering education has increased to 12.

Keywords: Forestry, education, forest school, forest engineering, faculty

1. Giriş

Ormanlık toplumun orman ürün ve hizmetlerine olan ihtiyacının karşılanabilmesi için yürütülen çeşitli nitelikteki faaliyetleri içeren bir disiplindir. Bu faaliyetlerin yürütüldüğü ormanlar insan yaşamının vazgeçilmez ögesidir. Geçmişte sadece odun ve oduna dayalı ürünlerin sürdürülebilir yönetimi endişeleri çerçevesinde yürütülen ormancılık faaliyetleri şimdilerde çok daha kritik bir anlam kazanmıştır. Ormanın insan yaşamı için vazgeçilmez bir yeri olduğu, özellikle biyolojik çeşitlilik ve küresel ısınma kavramlarının ortaya çıkmasıyla birlikte çok daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Ormanlar tüm küresel yaşam için vazgeçilmez bir yeri olan canlılar aleminin %80'inden fazlasına ev sahipliği yapmaktadır. Yine ormanlar ürettiği oksijen veya depoladığı karbon ile günümüz uygarlığının en önemli sorunu olan iklim değişikliği ve küresel ısınma konusunda da en önemli işlevi görmektedir. Ormanların öteden beri bilinen işlevlerine ek olarak yeni anlaşılan bu yararları onların çok dikkatlice yönetilmeleri gerektiğini ortaya koymaktadır.

Ormanlar, başta ağaçlar olmak üzere canlı-cansız birçok bileşenden oluşan ekosistemlerdir. Onu oluşturan bileşenlerin her birinin sistem üzerinde tahminlerin çok ötesinde etkileri söz konusudur. Varlığından haberdar bile olmadığımız milyonlarca canlı söz konusu. Ormanın sadece canlılara yaşam ortamı sağlaması, temiz su kaynaklarının oluşumuna yaptığı katkı, iklim değişikliğini engellemesi, bütün bir denizel yaşamın başlıca besin kaynağı olması gibi yararları bile ormansız yaşamın olamayacağını göstermektedir. Bu nedenle toplumun orman ürün ve hizmetlerine olan ihtiyacının karşılanabilmesi için ormana müdahale edilmesi konusu bir uzmanlık alanı olarak çok daha yaşamsal bir disiplin olarak ortaya çıkmaktadır.

Orman ekosistemine zarar vermeden, gelecek kuşakların da yararlanmasına olanak sağlayacak bir anlayışla ormana müdahale etmek, orman ekosisteminden anlayan, bu ekosistemde yer alan canlıların ihtiyaçlarını gözeterek bir anlayışla mümkün olacaktır. Orman mühendisliği bölümü her şeyden önce orman ekosisteminden anlayan veya onun anlaşılabilirliğinin farkında olan bireyler yetiştirmeye çalışmaktadır.

Türkiye'de ormancılık eğitimi köklü bir geçmişe sahiptir. Fransız Prof. Louis Tassy tarafından 1957 yılında İstanbul'da kurulan orman okulu çeşitli gelişmeler göstererek yoluna devam etmiş, 1934 yılında Fakülte düzeyinde eğitim ile bir süre, bir bölümü Ankara'da yürütülen faaliyetler sayılmazsa ormancılık eğitimi uzun yıllar boyunca sadece

İstanbul'da yürütülmüştür. 1948 yılından itibaren İstanbul Üniversitesi bünyesindeki Orman Fakültesi'nin öncülüğünde Anadolu'da da bir orman fakültesi kurulmuştur. Trabzon'da Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) bünyesinde 1971 yılında Orman Fakültesi ve bu fakülte bünyesinde 50 yıldır faaliyette bulunan Orman Mühendisliği Bölümü kurulmuştur. Bu çalışmada ülkemizde ormancılık eğitiminin Osmanlı Döneminden itibaren göstermiş olduğu gelişmeler ve güncel durum değerlendirilecektir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada birincil veri kaynağı olarak çeşitli dokümanların toplanması, gözden geçirilmesi, sorgulanması ve analizi yapılarak bir sonuca ulaşılmaya çalışılan doküman analizi yönetmi kullanılmıştır.

Doküman Analizi (DA), yazılı dokümanların içeriklerini titizlikle ve sistematik olarak analiz eden nitel bir araştırma yöntemidir (Wach, 2013). Bu yaklaşım, yazılı politikaların tarafsız ve tutarlı analizini kolaylaştırmak için siyaset bilimi araştırmalarında kullanılmaktadır.

Ormancılık eğitimi çok köklü bir gelişime sahiptir. Buna karşın bu konuda çok sayıda belge ve yayın söz konusu değildir. Halil Kutluk (1948, 1967) tarafından yayınlanan Türkiye Ormancılığı ile İlgili Tarihi Vesikalar başlıklı kitaplar sözü edilen yayınlar içerisinde birtakım belgeler de içeren önemli kaynaklardır. Bu nedenle de bu yazıda analiz edilen temel dokümanlardandır.

3. Bulgular

3.1. Osmanlı'nın orman kaynaklarına ilgisi

Osmanlı İmparatorluğu 1839 Tanzimat Fermanından sonra batılılaşma anlamında adımlar atmaya başladı. Bu anlamda aynı yılın sonlarına doğru İstanbul'da Ticaret Bakanlığı bünyesinde bir Orman Müdürlüğü kurulmuş ve 11 ay hizmet vermeye çalıştıktan sonra kapatılmıştır (Gümüş, 2012). Ülkemizde ormancılık eğitim-öğretim etkinlikleri, 19. yüzyılın ikinci yarısında ormancılık anlayışının yerleşmeye başladığı dönem ile paralellik göstermektedir (Gümüş, 2004).

Osmanlı Devleti'nin ormanlarla ilgilenmeye başlamasında 19. Yüzyılın ortalarındaki siyasal ve ekonomik gelişmelerin önemli rolü olmuştur. Bu olaylardan birisi olarak Kırım Savaşı'nın (1853-1856) özellikle değerlendirilmesi gerekir. Kırım Savaşı, Rusya'nın Osmanlı tebaası gayrimüslimlerin haklarını bahane ederek Osmanlı üzerine harekete geçmesiyle başlamıştır. Bu hareket Avrupa'daki

diğer büyük devletlerinin çıkarlarına dokunmuş- tur. Rusya'nın Balkanlardan Osmanlı toprakları- na girmesiyle endişeye kapılan İngiltere ve Fransa Osmanlı Devleti'nin yanında yer alarak Rusya'ya karşı bir Avrupa bloğu oluşturmuşlardır. İngiltere, Fransa ve Sardunya krallığı yaklaşık 200 bin kişilik kuvvetle Osmanlı'yı desteklemiş ve sonuçta yapılan savaşta Rusya yenilmiş ve 1856 Paris Antlaşması imzalanmıştır. Osmanlı Devleti bu savaşı kaybet- memiş görünmekle birlikte savaşın finansmanı ko- nusunda tarihinde ilk kez İngiliz ve Fransızlardan borç alınması ile zaten bozuk olan mali yapının iyice zayıflamıştır. Yine anlaşma hükümleri çer- çevesinde ilan edilen Islahat Fermanı (1856) ile özel-likle azınlıkların mali yükümlülüklerinin ortadan kaldırılması da bu mali yapının iyice bozulması- na neden olmuştur. Bozulan bu ekonomik yapının iyileştirilmesi konusunda başvurulması düşünülen kaynaklar arasında ormanlar ve madenler özelli- le yabancıların telkinleriyle ön plana çıkan çareler arasında görülmeye başlamıştır (Gümüş, 2012).

Hazinenin gereksinim duyduğu geliri sağlamak için ormanları işletmek, bu faydalanmayı sürekl- li hale getirmek için de ormancılık tekniğini tam olarak uygulamak gereği ortaya çıkmıştır. Bu çer- çevde 1856 yılında Fransa'dan uzmanlar getir- tilmiştir (Bricogne, 1940, Eraslan, 1989). Yapılan bir anlaşma (mukavele) ile Fransız ormancılardan M.Aleksandr Stem ile Louis Tassy ülkemize gel- miştir (İlkmen, 1957).

Ülkemizde bu devredeki ormancılık çalışmalarını yürüten heyetin başında Fransız Orman Uzmanı Louis Tassy bulunmaktadır. Tassy 1857-1862 ve 1865-1868 yılları arasında yaklaşık 8 yıl ülkemizde kalmıştır. Tassy'ye başlıca;

- Orman okulunun açılması,
- Orman Nizamnamesinin hazırlanması,
- Ormanlarımızın keşfi ve
- Orman teşkilatının kurulması görevleri veril- miştir (Yund, 1969).

3.2. Orman mühendisliği eğitim kurumları

3.2.1. Tassy'nin I. ve II. Orman Okulu (1857-1862, 1866-1868)

Tassy'nin gayretleriyle 1857 yılında İstanbul'da Maliye Bakanlığı bünyesinde bir Orman Okulu kurulmuş (Kutluk, 1957) ve bu okulun müdürlü- ğü kendisine verilmiştir (URL1, 2012). Bu okula kurucusunun gayretlerine karşılık olarak "Tassy Orman Mektebi" diye anılmıştır. Bu dönem içe- risinde 9 öğrenci mezun olabilmiştir (Eryılmaz, 2008). Bu öğrenciler Babıalı Tercüme Odası per-

sonelidir. Çünkü, eğitim Fransızcadır ve ülkede Fransızca bilen ya yoktur ya da Avrupa ile ilişkisi olan gayrimüslimlerdir. Aynı zamanda Gayrimüs- lim Osmanlı vatandaşlarının aralarında ortaya çı- kan sorunların çözümünde (BOA, 1841), Osman- lı vatandaşlarının yabancılarla olan ilişkilerinde (BOA, 1860), Maliyede (BOA, 1857) ve Donanma- da (BOA, 1835) da görev alan Tercüme Odası per- soneli olan Osman Ragıp, Ali, Osman, Sadullah ve Behçet Efendiler bu okulun ilk öğrencileri arasın- dadırlar (BOA, 1858). Bunların dışında okulun ilk öğrencileri arasında Yabancılar Odası Kayıt me- murlarından Markar da yer almıştır (Kutluk, 1948).

Orman Okulu'nun kuruluş tarihi olan 1857 yılı Kutluk (1957) tarafından Türkiye'de ormancılığın başlangıç tarihi olarak değerlendirilmekte; Eraslan (1989) da bu görüşe katılmaktadır.

Fransa'dan getirilen hocaların (Louis Tassy ve M.Alexandre Stheme)Türkçe bilmemesi ve ders kitaplarının da Fransızca olması nedeniyle okula alınacak öğrencilerin Fransızca bilmeleri zorun- luluğu getirilmiştir. Kurs niteliğinde olan bu okul Ticarethane yöresinde açılmıştır (Kutluk, 1948).

Tassy'nin 1862 yılında ülkemizden ayrılması ile okul kapatılmış, 1866 yılında dönmesiyle de ye- niden açılmıştır. Bu dönemde Tassy'nin önerisiyle ülkemize gelen Charles Simon da okulda hocalık yapmaya başlamıştır. Tassy'nin ülkemize 2. seferi yeniden Orman Okulunun başına geçmesi yanın- da Orman Genel Müdürlüğü'nün kurulması (1869) ve 1870 Orman Nizamnamesinin taslağının ve ge- rekçesinin hazırlanması bakımından da önem taşı- maktadır (Gümüş, 2012).

Bu okulda kurulması tasarlanan ormancılık örgü- tünün ihtiyaç duyacağı teknik elemanları yetiştir- mek ve özellikle de o zamanlarda acil ihtiyaç olan "keşif" işlerinde çalıştırmak amacının ön planda olduğu anlaşılmaktadır. Tassy Orman Okulundan Mezun olanlara dördüncü rütbe (Rütbei rabia) un- vanı verilmektedir (Eraslan, 1989).

Eraslan (1989), Tassy'nin ilk ormancılık okuluy- la ikinci gelişi arasında önemli bir fark olduğunu ifade etmesi, bu farkın da ikinci gelişinde Orman Nizamnamesi'nin yayınlanmış olmasından kay- naklandığını ifade etmektedir. Oysa bu tespit çok gerçekçi görünmemektedir. Çünkü, Orman Ni- zamnamesi, Tassy ülkemizden ayrıldıktan sonra yayımlanmıştır. Bu nedenle, eğitim sistemindeki köklü değişimin Simon ile birlikte başladığını söy- lemek daha doğru olacaktır.

3.2.2. Simon dönemi (1868-1879)

Tassy'nin 1868 yılında ülkemizden ayrılmasıyla

okulun müdürlüğüne Charles Simon getirilmiş ve orman okulu için bir tüzük (nizamname) hazırlanmıştır (Eraslan, 1989, URL1,2012). Hazırlanan nizamnamenin ilk maddesi incelendiğinde okulun Maliye Bakanlığı'na bağlı olarak, kurulan Orman Genel Müdürlüğü'nün denetiminde, bu örgütün ihtiyacı olan "orman memurlarını" yetiştirmek amacıyla kurulduğu anlaşılmaktadır.

İlkmen'in (1957) 1.1.1285 tarihli Orman Mektebi Nizamnamesi'nden derlediği bilgilere göre kurulan okulun eğitim-öğretim süresi iki yıldır. Bu dönem içerisinde öğrencilerine öncelikle harita yapmak ve arazi ölçmek için gerekli olan matematik bilgisine yer verilmiştir. Bunun yanında eğitim-öğretimde fizik, kimya ve botanik dersleri okutulmuş; bunları takiben de silvikültür, orman korunması ve ormancılık mevzuatına ait dersler de verilmiştir. Öğrenciler bunun yanında okutulan teorik derslerin uygulamalarını yapmak üzere her yıl 15-20 gün ormanlarda dolaşmak zorundaydılar.

Simon'un döneminde 1869 yılında Orman Genel Müdürlüğü'nün kurulması ve 1870 yılında da Orman Nizamnamesinin yürürlüğe sokulması (Özdönmez ve ark.1996) ile Orman Okulu bir anlam kazanmış ve daha önce yarı resmi nitelikte olan okul, resmi bir yapıya kavuşmuştur.

1870 Orman Nizamnamesi ile devletin ilk defa ormanlardan gelir elde etme düşüncesini hayata geçirmeye ve bu amaçla da ormanların taahhüt ya da imtiyaz yoluyla işletmeye başladığını görüyoruz. Ormanlar artık bir gelir kaynağıdır. Bu nedenle gelişigüzel yararlanma da sonlandırılmalıdır. Bu çerçevede nizamnameden 1 yıl önce 1869 yılında kurulan Orman Genel Müdürlüğü de ormanların korunması ve dikili halde satılarak gelir elde edilmesini sağlayan bir örgüt olacaktır (Gümüş, 2012).

Bu çerçevede bu dönemde orman okulu öğrencileri bu amaçlara hizmet edecek şekilde eğitime başlanmıştır. Okuldan mezun olanlara ikinci müfettiş

(müfettişi sani) unvanı verilmektedir (İlkmen, 1957, Eraslan, 1989), Mezun olan öğrenciler, taşrada oluşturulan orman müdürlüklerinde yaptıkları iş dikkate alınarak "orman müfettişi" olarak görevlendirilmeye başlamışlardır.

3.2.3. Orman ve Maadin (maden) Okulu (1880-1893)

Devletin içinde bulunduğu bozuk mali yapı nedeniyle ve batılıların telkinleriyle işletmeye başladığı ormanlar ve madenlerin temelde aynı amaçlar doğrultusunda kullanılmaya başladığı anlaşılmaktadır. Ormanlar açısından sürdürülebilir yararlanmanın önem taşımadığı anlaşılan bu dönemde, her iki kaynağın da devlete gelir sağlayacak doğal kaynaklar olduğu dikkate alınarak bu kaynakların yönetimini elinde bulunduran orman ve maden örgütleri Maliye Bakanlığına bağlanmıştır. 1880 yılına kadar ayrı okullar halinde madenci ve ormancı teknik eleman yetiştirmeye çalışan okullar da çıkarılan bir nizamname ile birleştirilmiştir. Bu okulun ön plana çıkan özelliklerinden birisi ilk defa mezunlarına "orman mühendisi" unvanı vermeye başlamasıdır (İlkmen, 1957, Gümüş, 2012).

Bu dönemde okulun öğretim kadrosuna bazı Türk hocalar katılmış ve öğretim kısmen Türkçe olmuştur (İnal'a (1962) atfen Pamay ve ark., 1973).

13 yıl faaliyette bulunan bu okulda eğitim, ilk 2 yıl ortak; sonraki 2 yıl da orman ve maden bölümlerine ayrılarak sürdürülmüştür (Tablo 1).

Görüldüğü gibi dersler dil ve edebiyat, matematik ve ölçme bilgisi ile meslek derslerinden oluşmaktadır. Aslında orman bölümünde üçüncü sınıfta "bitki ve ahşap bilgisi" ile dördüncü sınıfta "orman bilimi ile odun üretimi" dersleri olmak üzere toplamda üç adet meslek dersi söz konusudur. Bunun yanında özellikle arazi ölçümünü de içeren ölçme dersleri ile matematik temelli dersler ise bu meslek derslerini destekler niteliktedir.

Tablo 1: Orman ve Maden Okulu'nda okutulan dersler (Kutluk,1948)
Table 1: Courses taught at the Forestry and Mines School (Kutluk, 1948)

Yıllar	Ortak Dersler
I	Temel Osmanlıca, Fransızca, Coğrafya, Hesap, Ölçme, Resim, Doğa Bilimleri ve Kimya
II	Osmanlıca Yazma, Fransızca, Doğa Tarihi, Resim, Ölçme, Logaritma, Cebir, Trigonometri, Doğa Bilimleri ve Kimya
III	Orman Bölümü: Trigonometri ve Arazi Tahdidi, Resim, Osmanlı Edebiyatı, Fransızca, Bitki ve Ahşap Bilimi Maden Bölümü: Trigonometri ve Arazi Tahdidi, Resim, Osmanlı Edebiyatı, Fransızca Yerbilimi ve Kimya Bilimi
IV	Orman Bölümü: Harita ve Üretim Tasarımı, Osmanlı Edebiyatı, Fransız Dili, Orman Bilimi, Orman Üretimi Maden Bölümü: Harita ve Üretim Tasarımı, Osmanlı Edebiyatı, Fransız Dili, Kimya ve Maden Eritme, Maden Üretimi

3.2.4. Halkalı Ziraat Yüksek Okulu (1893-1903)-Halkalı Ziraat ve Ormanlık Yüksek Okulu (1903-1910)

1893 yılında alınan bir kararla orman ve maden okulu kapatılmış, ormancılardan Halkalı'da ziraat okulu bünyesinde yetiştirilmesine karar verilmiştir. Maden kısmı ikinci derecede önemli görülmüş ve şimdilik birkaç öğrencinin Avrupa'ya gönderilerek öğrenim görmeleri düşünülmüştür (Kutluk, 1848).

Ormanlık eğitim kurumlarının dördüncü evresini oluşturan bu dönemde ormancılardan ziraatçilerle birlikte ve ortak dersleri takip ettikleri, Ancak Devlet Şurası Tanzimat Dairesinin 1661 sayılı tutanağındaki karar içeriğinden de anlaşılacağı gibi bu şekilde ortak eğitimin geçici olduğu ve bir zorunluluk nedeniyle yapıldığı görülmektedir (İlkmen, 1957).

Ziraat okulunda görülen derslerin orman bilimini de içerecek bir şekilde genişletilmesine karar verilmiştir. Okulda ziraat bilimlerinin yanında verilen ormanlık dersleri; Bitki Fizyolojisi ve Anatomi, Orman Ağaçlarının Tasnifi, Odun Tanıma, Haritaların Düzenlenmesi, Ormanların yönetimi ve bakım yöntemleri, Odun üretimi ve kesimi (Kutluk, 1948) konularını içermektedir.

1903 yılında Halkalı Ziraat Okulu'nun adı "Halkalı Ziraat ve Ormanlık Yüksek Okulu" adını almıştır. Ormanlık eğitimi sürecinin beşinci evresini oluşturan bu okulda eski döneme göre bir ilerleme gözlenmektedir. Çünkü bundan önceki dönemde ormanlık eğitiminin yapıldığı kurum, doğrudan doğruya bir ziraat kurumu iken, bu tarihte kurulan kurum hem bir ziraat ve hem de bir ormanlık kurumu halini almıştır. Bu kurumda eğitim süresi dört yıldır (İlkmen, 1957).

2. Meşrutiyetten sonra sonra bu okuldaki ormanlık dersleri yetersiz görülerek 1910'da Orman Mektebi-İ Alisi kurulmuş ve ormanlık eğitimi bu okuldan ayrılmıştır.

19. yüzyılın sonuna doğru Osmanlı İmparatorluğu'nun uluslararası bağlamdaki ilişkileri Fransa-İngiltere ekseninden Almanya-Avusturya (Avusturya-Macaristan İmparatorluğu) eksenine doğru kayan bir gelişme göstermiştir. Bu gelişmeler ormanlık alanında da etkisini göstermiş ve bu yıllardan itibaren, genel olarak ormanlıkta ve özel olarak da ormanlık eğitimi alanında Almanların ve Avusturyalıların daha etkili olmaya başladıklarını görmekteyiz.

3.2.5. Orman Yüksek Okulu (1910-1934)

Orman Mektebi Alisi Hoca Ali Rıza Efendi tarafından 1910 yılında kurulmuştur (Yund,1969).

Kısa bir süre Sultanahmet'te faaliyet gösteren okul, daha sonra Sarıyer ve Bahçeköy'e taşınmıştır.

Okul, orman fen memurları yetiştirmek amacıyla taşınmıştır. Orman, Maden ve Ziraat Bakanlığı bünyesinde Orman Genel Müdürlüğü denetimindedir. Orman Okulunun bağımsız bir okul haline gelmesinde aynı yıl Orman Genel Müdürlüğü görevini üstlenen ve ormanlık eğitimi almış ilk genel müdür olan (Yund, 1957a) Hoca Ali Rıza Efendi'nin rolü büyüktür.

1910 yılında bu okula ait bir nizamname hazırlanmıştır. Nizamnamenin 10. maddesinde okutulması gereken dersler 5 grupta toplanmıştır (Kutluk, 1848):

- Ormanlara ilişkin ilim ve fen,
- Ormanların sınırlandırılması ve harita düzenlenmesine ilişkin dersler,
- Bekçi kulübesi ve evleri ile nakil yol ve araçlarına ilişkin inşaat dersleri,
- Ormanlarda bulunan av hayvanları ile zararlı böcekler ve böceklerle mücadele dersleri,
- Orman işlerine ilişkin resmi yazışmalarla ilgili dersler.

1910'lardan itibaren ormanlığımızda ve ormanlık eğitiminde Almanların ve Avusturyalıların daha da etkin hale geldiğini görüyoruz (Gümüş, 2012). Nitekim, 1914 yılında Yüksek Orman Mektebi'nde ders vermek üzere Dr Bauer, ve Miclits gibi Avusturyalı uzmanlar getirilmiştir (Kutluk, 1967). Birinci Dünya savaşı sonrasında ve Cumhuriyetin ilanından sonra da Alman ve Avusturya ormancılarının etkileri sürmüştür (Pamay ve ark. 1973).

Bu okulun öğrenim süresi, Fransa'daki "Nancy Su ve Orman Milli Okulu" örnek alınarak iki yıl olarak kabul edilmiştir (İlkmen, 1957, Pamay ve ark., 1973). Daha sonraki yıllarda yurdumuza gelen Prof.Dr.Bauer'in teklifi üzerine, öğrenim süresi, 1917 yılında Alman okulları örnek alınarak üç yıla çıkarılmıştır (Yund, 1957b).

Okul, 1917-1923 yılları arasındaki dönemde birçok sorun yaşamış, I. Dünya Savaşı ve Kurtuluş Savaşı yılları bu dönemde geçmiştir. Bunların sonucu olarak okulun gelişimi istenildiği gibi gerçekleşememiş, buna rağmen bu dönemde okuldan 58 öğrenci mezun edilebilmiştir.

Cumhuriyet öncesi dönemde Orman Genel Müdürlüğü'nün ve ormanlık eğitim kurumlarının bağlı oldukları bakanlıklar (Ticaret Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Orman ve Maden Bakanlığı, Ticaret ve Tarım Bakanlığı gibi) dönemin ormanlık yaklaşımını ve dolayısıyla da yüksekokulların ne amaçla

öğrenci yetiştirdiklerinin anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Öte yandan Osmanlı devleti açısından ormanlarla madenlerin benzer anlamlar içerdiği de görülmektedir. Her iki doğal kaynağa da sadece devlete gelir getiren kaynaklar olarak bakılması, bu benzerliğin gerekçesini oluşturmaktadır.

1922 yılında Yüksek Orman Okulu Sarıyer'deki Maden Mahallesi'nde bir ahşap ve küçük bir binada (Yedi Sekiz Hasan Paşa Köşkü) yer almaktadır. 1923 yılı başında Bahçeköy'e taşınmıştır. Sınıflardaki öğrenci sayısı çok azdır. Yüksek Orman Okulu döneminde (1910-1934) okuldan yılda ortalama 13 kişi mezun olmuştur. Orman idaresinin yetersizliği ve eleman ihtiyacının kısıtlı oluşu bunun başlıca sebebi olarak gösterilmektedir (İlkmen, 1974).

Savaş yıllarında ormancılık eğitimi önemli ölçüde sekteye uğramıştır. Türkiye Büyük Millet Meclisinin açılmasını takip eden yıllarda İstanbul'da yer alan Yüksek Orman Mektebi İstanbul hükümetinin tasarrufundaydı. Ankara Hükümeti kendi topraklarındaki ormanların bir an önce bilimsel yöntemlerle işletilebilmesi amacıyla ormancılık alanında Kastamonu'da bir yükseköğretim kurumu oluşturmaya karar vermiştir. Hatta bu konuda bir nizamname bile oluşturulmuştur (Yund, 1957b). Bundan iki yıl sonra 1 Mart 1923 tarihinde Atatürk Meclis açış konuşmasında İstanbul Orman Okulu'nun Bolu'ya nakline karar verildiğine işaret etmektedir (URL2, 2012). Bununla birlikte 6 Ekim 1923 tarihinde İstanbul'un tekrar elimize geçmiş olması nedeniyle başka bir yerde bir yükseköğrenim kurumu açılması ihtiyacı ortadan kalkmıştır.

1922-1925 yılları arasında parmakla sayılacak kadar az olan öğretim kadrosu içerisinde doktora yapmış 1 kişi bulunmaktadır. Asistan sayısı ise sıfırdır. Bu dönemde okulda okutulan dersler; Botanik, Kimya, Matematik, Topografya, jeoloji, Madenler, Hukuk, Böcekler ve Hayvanlar, Yaşam Bilimi, İnşaat, Amenajman, Silvikültür, Odun Teknolojisi, Fransızca, Orman İdare Bilgisi şeklindedir (İlkmen, 1974).

Ormancılığa çekidüzen verme ve bir orman yasası hazırlama amaçlarıyla yabancı uzmanlardan yararlanılmaya başlanmış ve bu çerçevede 1925 yılında Fransız Sapy, 1926 yılında da Prusya Krallığı Saksonya Eski Orman Genel Müdürü Prof.Bernhard ülkemize gelmiştir (Bingöl, 1990).

Prof.Dr. Bernhard'ın önerileri ile Yüksek Orman Okulu 1926 yılından itibaren bağımsız bir rektörlükle yönetilmeye başlamıştır. Bernhard tarafından 1927 yılında verilen bir konferansta "*Genç ormancıları Avrupa'ya göndererek bunların ilim sahasında yetişmelerini ve ormancılığı öğrenme-*

lerini temin etmelidir" (Kutluk, 1965) şeklindeki yaklaşımı ilgi çekicidir. Bernhard'ın bu ifadesi ülkemizde ormancılık eğitiminin yetersiz olduğunun da bir açıklamasıdır.

Yüksek Orman Okulundaki öğrencilik dönemi Cumhuriyetin ilan edildiği döneme rastlayan İlkmen (1974) 1923-1924 yıllarındaki öğrencilik yıllarında Orman Mektebi Alisinin o yıllarda Sarıyer'deki ahşap kiralık binasından çıkarak, Bahçeköy'deki iki katlı küçük kargir bir eski jandarma kışlası binasına taşındığına işaret etmektedir. Müdürlük binası, idare odası, öğretim üyelerinin okulda kaldıklarında geceleyecekleri oda ile oturma odası, öğrencilerin dershaneleri, yemekhanesi, hep bu binanın içine sıkıştırılmıştı. Her taraftan rüzgar alan dershanelerde odun yakan saçtan sobalarla ısınlıyordu.

Öğrenciler hafta tatili başlangıcı olan Perşembe günü öğleden sonra büyük zorluklarla okuldan Büyükdere'ye oradan da vapurla İstanbul'a gider ve hafta tatili sonu olan Cuma akşamı da aynı şekilde çamurla kaplı yollarda 5 saatlik bir yolculuktan sonra okula dönebilmekteydi. Hocalar da benzer şekilde yürüyerek veya okulun atlı bir kupa arabasından yararlanarak okula gelmektedirler. Fazla kar yağışı durumunda ise okulda ders yapılamamaktadır. Öğretim kadrosunda doktorasını yapmış tek bir öğretim üyesi söz konusu olup, asistan yoktur. Cumhuriyetin ilan edildiği yıl itibariyle okuldaki dersler ve hocalar Tablo 2'de verilmiştir.

Yaklaşık 10 yıl sonra öğrencilik dönemi geçiren Prof.Dr.Selahattin İnal 1933 yılında, yani YZE Orman Fakültesi kurulmadan bir yıl önce Yüksek Orman Mektebi'nden mezun olmuş ve Yüksek Orman Mühendisi diploması almıştır. İnal (1974) kendisinin de eğitim gördüğü yıllarda Yüksek Orman Mektebinin koşullarını şöylece özetlemiştir:

Yüksek Orman Mektebi Bahçeköy'de karakoldan çevrilmiş bir binadan oluşmaktadır. Dershane, laboratuvar, kütüphane, yemekhane, toplantı salonu yoktur. Gaz lambası ile ışıklandırılmaktadır. Önündeki bahçesi yarı bostan (tarımsal ürünler yetiştirilen) halindedir. Yol, su, elektrik, kalorifer ve taşıt aracı yoktur. Meslek dersi veren hocaların sayısı dördün üzerine çıkamamıştır. Öğretim kadrosu akademik kariyerdan yoksundur. Yüksekokulda sadece eleman yetiştirilmektedir. Orijinal araştırmalar, bunlara dayalı kitaplar, notlar, incelemeler yapılmamakta; makaleler ve dergiler yayınlanmamaktadır. Öğrenci sayısı 20-30'un üzerine çıkamamakta, bunlar için staj ve teknik geziler yapılamamaktadır.

Tablo 2. Orman Yüksekokulu Dersleri (1923-1924) (İlkmen, 1974)
Table 2. Forest School Courses (1923-1924) (İlkmen, 1974)

Dersler	Hocalar
Botanik	Nuri Bey
Kimya	Nurettin Munşi Bey/ Nakittin Bey
Matematik ve Topoğrafya	Talat Bey
Jeoloji ve Madeniyat (Madenler)	Hamit Nafiz Bey/Hayri Bey
Hukuk	Selahattin Bey/Münim Mustafa Bey
Haşarat ve Hayvanat (Böcekler ve Hayvanlar)	Süreyya Bey/Münip Bey
Fennihayat (Hayat Bilgisi)	Ali Rıza Bey
İnşaat	Suphi Bey
Takip ve Amenajman	Neşet Bey
Silvikültür	Esat Muhlis Bey
İntifa (Yararlanma) "Odun Teknolojisi"	Tevfik Ali Bey
Fransızca ve Orman İdare Bilgisi	Celal Bey

3.2.6. Yüksek Ziraat Enstitüsü Orman Fakültesi (1934-1948)

Özellikle de Hitler'in totaliter tavrından rahatsız olarak Almanya'yı terk eden bilim adamları Türkiye açısından çok önemli bir fırsat olmuştur. Bu çerçevede bizzat Atatürk'ün direktifleriyle Türkiye'ye çağrılan İsviçreli Profesör Albert Malche'in verdiği rapor (Ataüenal, 1993) doğrultusunda 1933 yılında yükseköğretim sistemimizdeki ilk üniversite reformu yapılmıştır (Namal ve Karakök, 2011).

Sözü edilen yılda yürürlüğe giren 2252 sayılı kanun ile İstanbul Üniversitesi ve ona bağlı olarak Tıp, Hukuk, Edebiyat, Fen Fakülteleri kurulmuştur. Atatürk'ün üniversite reformu genellikle Alman Üniversite modeline göre yapılmıştır. Almanya'dan kaçan büyük bilginleri başka ülkelere kaptırmamak ve bundan sonra geleceklere de barındırmak için, onların Türk üniversitesine alımları sağlanmış ve çalışabilecekleri ortam hazırlanmıştır. Bu bilgilerle yapılan anlaşmalarla tespit edilen plan şu idi: Bu bilginler kısa zamanda Türkçe öğrenecekler ve derslerini Türkçe vereceklerdi. Beş, on yıl içerisinde Türk doçentler yetişmiş olacak ve kürsüleri devralacaktı. Fakat uygulama ancak kısmen başarılı oldu. Çünkü Alman bilginleri arzu edilen süre memlekete tutmak mümkün olmadı. Öte yandan, bu hocaların yerini alacak birçok değerli doçentlerin tam zamanlı olarak üniversiteye bağlanmaları sağlanamadı. Bununla beraber üniversitenin verimi Darülfünun devrinin kat kat üstündedir. Batı bilim âleminin tanıdığı ve orijinal araştırmaları klasik kitaplara geçmiş ilim adamlarımız yetişmiştir (İrmak, 2001). Türkiye'ye gelen Yahudi asıllı bilim adamlarının ülkemizde bilimsel ve çağdaş demokratik esaslara dayalı bir üniversite kurulmasında büyük katkıları olmuştur (Hirsch, 1950).

İstanbul Üniversitesi'nin kurulduğu 1933'te Başkent Ankara'da da üniversite düzeyinde Yüksek Ziraat Enstitüsü isimli bir başka yükseköğretim

kurumu daha kurulmuştu. Sözü edilen yılda yürürlüğe giren 2291 sayılı kanunla Tabii İlimler, Ziraat, Veteriner ve Ziraat Sanatları fakültelerinden oluşan "Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü (YZE)"nin İstanbul üniversitesinden farklı Tarım bakanlığına bağlı olmasıdır. Rektörü, fakülteleri, dekanları olan bir kurumdur.

YZE ilk kurulduğu dönemde eğitim ve öğretim çalışmalarını Alman bilim adamlarının katkılarıyla gerçekleştirmiştir. Bir yıl sonra çıkarılan 2524 sayılı kanun ile o zamana kadar Tarım Bakanlığına bağlı bağımsız bir rektörlükle yönetilen Yüksek Orman Okulu kaldırılarak bir fakülte haline getirilmiş ve 5. fakülte olarak YZE'ne bağlanmıştır. Üç yıl olan eğitim süresi de 4 yıla çıkarılmıştır. Kutluk (1967), bu gelişme ile ormancılığın bilimsel bir hüviyet kazandığını ifade etmektedir.

Orman Fakültesi'nin kurulmasıyla birlikte ormancılık yüksek öğretim kurumunun niteliği değişmiştir. Bu tarihe kadar sadece ormancılık örgütünün ihtiyacı olan teknik elemanları yetiştirmeyi amaçlayan yükseköğretim kurumu, bunun yanında artık ülke ormanlarında araştırmalar yapıp bu araştırma sonuçlarını ülke ve hatta küresel ölçüde yayımlayacaktır. Ülke ormancılık sorunlarının çözümü ve ülkemiz ormancılığını ileri götürmenin tek yolu ve çaresi bilimsel araştırmalar yapmaktır (İlkmen, 1957).

Başlangıçta YZE Orman Fakültesi öğrencileri ilk iki yıl Ankara'da sonraki 2 yıl ise İstanbul'da öğrenim görmekteydiler (Tablo 3).

Yüksek Ziraat Enstitüsü Orman Fakültesi hocaları da Almanya'dan gelmişlerdi. Alan ve Sönmez'in (2009) 1938-1941 yılları arasında YZE Orman Fakültesi öğrencisi olan Mecit Orhan TÜTER ile yaptığı söyleşiden elde ettiği bilgilere göre, Enstitünün tüm malzeme araç gereç donanımlarının tamamı Almanya'dan gelmişti. Beden eğitimi malzemeleri

Tablo 3. Yüksek Ziraat Enstitüsü Orman Fakültesi Dersleri ve Hocaları (Bingöl, 1990)
Table 3. Higher Institute of Agriculture, Faculty of Forestry Courses and Instructors (Bingöl, 1990)

Ankara Bölümü	
Dersler	Hocalar
Fizik	Prof.Dr. Herman Zahn
Kimya	Prof.Dr. Von Der Heide
Botanik	Prof.Dr.Kurt Krause
Jeoloji	Prof.Dr.Salamon Kalvi
Zooloji	Prof.Dr.Ricard Woltarek
Matematik	Prof.Dr.Oehler
Genel Ekonomi	Prof.Dr.Friedrich Falke
Türkiye Ormancılığı	Prof.Dr. Robert Bernhard
İstanbul Bölümü	
Dersler	Hocalar
Orman Politikası ve Orman Yolları	İnş.Prof.Dr.Pfefferkon
Dendrometri- Orman Kıymetleri Hesabı Bilgisi	Prof.Dr.Fritsche-Prof.Dr.A.Chenchine
Orman Mahsüllerini Kıymetlendirme ve İş Bilgisi	Ord.Prof.Dr.Mayer-Wegelin
Ekoloji ve Silvikültür Bilgisi	Prof.Dr.Leo Tschermak
Orman Entomolojisi ve Orman Koruma Bilgisi	Prof.Dr.E.Schimitschek
Orman Statiği ve Parkçılık	Prof.Dr.A.Chenchine
Geodezi	E.Weber

bile Almanya'dan geliyordu. Bir süre sonra İstanbul bölümünde bazı Türk hocalar da ders vermeye başlamıştı. İkinci Dünya Savaşı bitince Rektöründen beden eğitimi öğretmenine varıncaya kadar tüm hocalar gitmişti.

1944-1945 öğretim yılından itibaren ise sadece I. ve II. Sömestre öğrencileri (Birinci Sınıf) Ankara'da (Botanik, Zooloji, Kimya, Fizik, Matematik derslerini Tabii İlimler Fakültesi'nde, Ormancılığa Giriş ve Meteoroloji derslerini de Ziraat Fakültesi'nde) görmekte; III-VIII. Sömestr öğrencileri de (iki, üç ve dördüncü sınıflar) İstanbul'da öğrenim görmekteydi (İlkmen, 1974).

Orman Fakültesi'nin YZE serüveni 1948 yılına kadar sürmüştür. Bu yılda çıkarılan bir yasa ile Orman Fakültesi bir orman bölgesi olduğu için İstanbul'a; biyolojik ve ekonomik yönleri ağır bastığı için de İstanbul Teknik Üniversitesi'ne değil (İlkmen, 1974), İstanbul Üniversitesi'ne bağlanmıştır.

3.2.7. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi (1948-)

Bir tarım üniversitesi niteliğinde olan YZE'nin kapatılmasıyla İstanbul Üniversitesi'ne bağlanan Orman Fakültesi artık 4936 sayılı Üniversiteler Kanunu hükümlerine tabidir. Birinci sınıf öğrencileri de aynı yıldan itibaren İstanbul'da öğrenime başlamıştır (Eryılmaz, 1993).

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, ülkemizde ormancılık eğitim ve öğretim etkinliklerini, kurulduğu 1948 yılından günümüze kadar başarıyla sürdürmüş, ülkemizin ormancılık eğitim ve öğre-

timi alanında sonradan açılan fakültelelere öncülük etmiş, köklü geçmişiyile son derece önemli bir yere sahip bir bilim ve eğitim-öğretim yuvasıdır.

Fakülteden mezun olanlara YZE döneminde başlanan "Orman Yüksek Mühendisi" unvanının verilmesi bu dönemde de sürdürülmüştür. Bu uygulama 1980 yılına kadar sürdürülmüş, 1980 yılından sonra "Yüksek Mühendis" unvanı yerine, "Mühendis" unvanı verilmeye başlanmıştır.

Bu fakülte 1982 yılına kadar tek bir bölüm halinde (Orman Mühendisliği Bölümü) eğitim öğretim etkinliklerini sürdürmüştür. Halen 3 bölüm halinde eğitim ve öğretim etkinlikleri sürdürülmektedir. Bu bölümler,

- Orman Mühendisliği Bölümü
- Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü
- Peyzaj Mimarlığı Bölümü, şeklindedir.

2018 yılı Mayıs ayında 7141 Sayılı Kanun, Madde 7 - Ek Madde 182 ile İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Üniversitesi kurulmuş, İ.Ü. Orman Fakültesi de bağlantısı değiştirilerek bu yeni kurulan Üniversiteye bağlanmıştır.

3.2.8. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi (1971-)

Orman ürünleri sanayinin gösterdiği gelişmeler nedeniyle 1960'lı yıllara gelindiğinde ormancılık eğitiminde tek bölümün (orman mühendisliği) yetersiz kaldığı görülmüştür. Orman Mühendisliği Bölümü müfredatında bu alanda verilen iki ders (odundan faydalanma ve teknoloji) ile orman mü-

hendislerine, orman ürünleri endüstrisi alanında yeterli donanım kazandırılmamaktadır.

1968 yılında “Türkiye Milli Ormanlık ve Orman Sanayi Ana Hatlarını Hazırlamakla Görevli Heyetin Rapor Taslağı” adı altında FAO “Ormanlık ve Orman Sanayi Bölümü” uzmanları tarafından hazırlanan raporda (Osara ve ark.1968) Orman Fakültesi'nin İstanbul Teknik Üniversitesi'ne bağlanması ve bünyesinde de bir Orman Sanayi Mühendisliği bölümünün açılmasının yararlı olacağına değinilmektedir. Raporda Orman Fakültesinin Teknik Üniversite bünyesine katılmasının başta yeni teknoloji alanında olmak üzere birçok yararın olacağı savunulmaktadır. Buna karşın Orman Fakültesinin ana bölümü olan Orman Mühendisliği Bölümünün ekonomik ve biyolojik karakteri teknik üniversiteye bağlanmasını engellemiştir.

O yıllarda kuruluşunu 1955 yılında gerçekleştiren ülkemizin ikinci teknik üniversitesi Trabzon'da Karadeniz Teknik Üniversitesi olarak kurulmuş ve gelişmeye başlamıştır. Bu üniversite bünyesinde ülkemizde ilk kez olmak üzere ikinci bir orman fakültesinin kurulması 1963 yılında çıkarılan 336 Sayılı Yasa ile benimsenmiş olmakla birlikte, fiziki ve beşeri alt yapı eksiklikleri nedeniyle Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'nin açılması 1971-1972 öğretim yılında gerçekleşebilmiştir.

Orman Mühendisliği Bölümü aynı yıl eğitim ve öğretime başlayan iki bölümden (Orman Mühendisliği ve Orman Endüstri Mühendisliği) birisidir.

3.2.9. KTÜ Orman Mühendisliği Bölümünün Kuruluşu ve Gelişimi

Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) 1955 yılında 6594 sayılı yasa ile Türkiye'nin dördüncü üniversitesi olarak kurulmuştur. KTÜ bünyesinde bir orman fakültesinin yer alması 19.09.1963 tarih ve 336 sayılı yasa ile gerçekleşmiştir. Ancak çeşitli nedenlerden dolayı fakültenin kuruluşu 1971 yılında gerçekleşmiştir. Bu konuda KTÜ Rektörlüğü ile İstanbul Üniversitesi (İÜ) Orman Fakültesi arasında bir protokol düzenlenmiş ve bu protokol 25.02.1971 tarihinde dönemin Milli Eğitim bakanı Prof. Dr. Orhan Oğuz, KTÜ Rektörü Prof. Dr. Ekrem Göksu ve İÜ Orman Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Hayri Bayraktaroğlu tarafından imzalanarak kesinlik kazanmıştır. Bu protokol, çeşitli konuların yanı sıra, KTÜ Orman Fakültesi bünyesinde Orman Mühendisliği Bölümü (Şekil 1) kurulması konusunu da içermektedir. 25.02.1971 tarihinde kurulan Orman Mühendisliği Bölümü 1971-1972 eğitim-öğretim yılında İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi ile imzalanan bir protokole bağlı olarak aynı fakültenin desteği ile eğitim-öğretime

başlamış ve bu protokol 1977-1978 eğitim-öğretim yılına kadar devam etmiştir. 1978-1979 eğitim-öğretim yılından günümüze kadar da kendi eğitim kadrosu ile öğrencilerini ormancılık alanında eğitmektedir (Anonim, 2021).

Bu arada İ.Ü. Orman Fakültesi eğitim öğretim faaliyetlerini tek bölüm (Orman Mühendisliği) olarak yürütmektedir. Mezunları “orman yüksek mühendisi” unvanı ile mezun olmaktadır. Öğretim planlaması tamamen aynı olduğundan dolayı KTÜ Orman Fakültesi mezunlarına da bu unvan verilmiştir (Köse, 2018). Her iki üniversitede de mezunlara “yüksek mühendis” unvanı verilmesi uygulaması 1979 yılına kadar sürmüştür; bundan sonra mezun olanlar “orman mühendisi” unvanını almıştır.



Şekil 1. KTÜ Orman Fakültesi ve Orman Mühendisliği Bölümü

Figure 1. KTU Faculty of Forestry and Department of Forestry Engineering

Başlangıç yıllarında öğrenci kontenjanı 45 olarak belirlenmiştir (Köse, 2018). 1982 yılında kurulan YÖK tarafından alınan ve hiçbir bilimsel dayanağı da olmayan merkezi kararlar bu kontenjan 100'e çıkarılmıştır. Yine hiçbir bilimsel dayanağı olmayan bir kararlar 2005 yılından itibaren “ikinci öğretim” programı açılmış ve bu kontenjan 200'e çıkarılmıştır. Daha sonra ikinci öğretim kapatılmış ve halen 80 öğrenci kontenjanı ile eğitim-öğretim faaliyetleri sürdürülmektedir.

KTÜ Orman Mühendisliği Bölümü 2001-2002 eğitim-öğretim yılında İngilizce hazırlık eğitimine başlamıştır. Başlangıç yıllarında zorunlu tutulan İngilizce hazırlık eğitimi halen isteğe bağlı olarak gerçekleştirilmektedir.

Başlangıçta kürsü esasına göre kurulmuş olan Orman Mühendisliği Bölümü bünyesinde bugün 8 anabilim mevcuttur. Bu anabilim dalları aşağıdaki şekildedir:

- Orman Botaniği
- Toprak İlimi ve Ekoloji
- Orman Entomolojisi ve Koruma
- Silvikültür Anabilim Dalı
- Orman İnşaatı - Geodezi ve Fotogrametri
- Havza Amenajmanı
- Orman Amenajmanı
- Orman Ekonomisi

Orman Mühendisliği Bölümü; günümüz ve gelecekteki endüstri üstü toplumun orman ürünlerine olan gereksinimlerini karşılamak, sosyal hizmetleri yerine getirmek ve bunları sürekli kılabilecek tüm koşulları yaratmak için sürdürülen etkinliklerin planlanması, uygulanması ve denetimi işlerini yürütebilecek ve bunların yanında ormanların korunması ve sürekliliğinin sağlanmasında özveriyle çalışacak “Orman Mühendisleri” yetiştirmektedir. Ayrıca, mesleki bilgilerini İngilizce ve bilgisayarla destekleyerek, yurt dışında özellikle Avrupa, Amerika ve Kanada gibi ileri ormancılık düzeyine ulaşmış ülkelerde de yüksek lisans ve doktora yapma olanakları bulabilmektedirler.

Bölüm içinde Lisans ve Lisansüstü aşamalarında eğitim-öğretim yapılmaktadır. Lisans öğrenimi aşamasında 8 yarıyıllık bir öğrenim sonunda öğrenciye Orman Mühendisliği Lisans Diploması ile yukarıda da değinildiği gibi Orman Mühendisi unvanı verilmektedir. Bu süre içerisinde öğrenciye mesleğini yakından tanıtmak amacıyla 2 aylık (60 günlük) bir staj çalışması yaptırılır. İkinci sınıftan itibaren öğrenci, teorik derslerin yanı sıra civar ormanlarda yapılan uygulamalarla kontrollü bir şekilde eğitilmektedir. Bölümümüzde ayrıca KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde Orman Mühendisliği Anabilim Dalı adı ile lisansüstü eğitim yapılmaktadır. Lisansüstü aşaması yüksek lisans ve doktora aşamalarını kapsamaktadır. Yüksek lisans aşamasında 4 yarıyıllık bir öğrenim sonunda öğrenciye Orman Mühendisliği Yüksek Lisans Diploması ile Orman Yüksek Mühendisi unvanı verilmektedir. Doktora aşamasında ise yüksek lisans öğrenimini başarıyla tamamlayan öğrencilerden branşında akademik anlamda daha da uzman-

laşmak isteyenler eğitilmektedir (Anonim, 2021).

3.2.10. Diğer Orman Fakülteleri

1980’li yıllardan itibaren orman fakültesi mezunları ile ilgili istihdam sorunları yaşanmaya başlamıştır. Mezunların işsizler ordusuna eklenmesi ile birlikte, başarılı lise mezunlarının orman fakültelerini tercih etmemeleri neticesinde, düşük puanlarla öğrenci alımı gerçekleşmeye başlamıştır. Bu durum bir taraftan liselerden daha niteliksiz öğrencinin orman fakültelerini tercih etmesi, diğer taraftan da mezun olunca iş bulma olanaklarının kısıtlı olmasının öğrenci motivasyonu üzerindeki olumsuz etkileri, eğitim-öğretim çalışmalarında kaliteyi düşürmüştür.

Bu durumda, İ.Ü ve KTÜ bünyesinde yer alan orman fakültelerinin daha az sayıda öğrenci alarak, niteliğin artırılması yolu izlenmesi beklenirken; 1992 yılında 6 (Artvin, Bartın, Düzce, Isparta, Kahramanmaraş ve Kastamonu), 1994 yılında da 1 yeni orman fakültesi (Çankırı) açılmıştır. Açılan bu 7 orman fakültesi, Türkiye’de ormancılık politikası amaçlarının gerçekleştirilmesi bakımından gerekli olan nitelikli insan kaynaklarının yetiştirilmesi bakımından daha da olumsuz gelişmelere neden olmuş, yukarıda sözü edilen gerekçelerle orman fakülteleri ve özellikle de orman mühendisi yetiştiren bölümler büyük yara almıştır. 2010 yılında Bursa ve İzmir’de, 2012 yılında da Karabük’te yeni orman fakülteleri açılarak fakülte sayısı 12’ye çıkmış bulunmaktadır.

Herhangi bir planlamadan yoksun kontenjan belirlenmesi ve yeni fakültelerin açılması ve bu fakültelerde hemen bir orman mühendisliği bölümüne yer verilmesi bölümümüz üzerinde olumsuz etkiler yapmıştır. Buna karşın halen KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü güçlü bir eğitim kadrosuyla öğrencilere iyi yetişme imkanı sağlayan bir çaba gösterilmektedir. Bu çerçevede 1998 yılından itibaren başlangıçta “Arazi Uygulamaları”, daha sonraki yıllarda da “Ormancılık Uygulamaları I-II” adı altında uygulamaya dönük eğitimin kurumsallaştırılmış olması bölümün en önemli hamlelerinden birisi olmuştur. Böylece son sınıf öğrencileri her iki yarıyılıda daha önce öğrendikleri teorik bilgileri pekiştirecek bir olanağa kavuşmuştur. Öte yandan bu dersin bahar dönemi uygulamalarının, farklı ekosistemlerde ve özellikle orman yangınlarının yoğun olduğu yörelerde yapılan teknik gezilerle desteklenmekte olması da bölümün bir başka farklılığını ortaya koymaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. 2018 yılında Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne yapılan teknik geziden bir görünüm
Figure 2. A view from the technical visit to the Antalya Regional Directorate of Forestry in 2018

Böylece öğrencilerimiz ya da aday mühendisler top- rağa daha çok dokunmakta, kuş ve diğer ekosistem bileşenleriyle birlikte zaman geçirmekte ve hatta odun üretiminin zorluklarını da yaşamaktadırlar.

Sağlıklı bireylerin oluşması bakımından sportif ve sosyal etkinliklerin önemi büyüktür. Bu sayede öğrencilerin iletişim yetenekleri gelişir ve grup çalışmalarına daha etkin katılabilirler, duygusal ve fiziksel olarak sağlıklı kalırlarsa çalışmalarına kolayca odaklanabilirler ve kendilerine güvenleri de artar. Bu çerçevede üniversitemizin önemli olanaklara sahip olduğu söylenebilir.

4. Tartışma ve Sonuç

Türkiye’de ormancılık eğitimi 1957 yılında İstanbul’da bir “orman okulu” kurulmasıyla başlamıştır. Uzun yıllar boyunca büyük zorluklarla mücadele edilerek yürütülen bu çalışmalar Cumhuriyet Dönemi ile birlikte çağdaş bir boyut kazanmıştır. Özellikle 1934 yılında Fakülte düzeyinde akademik bir nitelik kazanan ormancılık eğitimi yine

uzun yıllar boyunca sadece “orman mühendisliği eğitimi” olarak sürdürülmüştür. Orman mühendisliği alanında 1971 yılına kadar sadece İstanbul Üniversitesi bünyesinde yürütülen etkinlikler anılan yıl itibariyle Trabzon’da KTÜ bünyesinde kurulan Orman Fakültesi’nde de yürütülmeye başlanılmıştır. Geçtiğimiz yıl itibariyle 50. yılına ulaşan bu etkinlikler ülkemizin en yetkin akademik kadrosu ve modern donanımlarla sürdürülmektedir.

KTÜ Orman Mühendisliği eğitimi özellikle uygulamalı eğitim anlamında diğer tüm fakültele öncülük etmiştir. Buna karşın ülke genelinde plansızca açılan orman mühendisliği bölümleri eğitim öğretimde niteliği düşürmektedir. Bu nedenle bölüm sayısının hızlıca azaltılması çok önemli görülmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi’nin 50. yılına özel etkinlikleri kapsamında, 6 - 9 Aralık 2021 tarihleri arasında düzenlenen IV. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Ancak, tam metin halinde hiçbir yerde yayımlanmamıştır.

Kaynaklar

Alan, M., Sönmez, F., 2009. Cumhuriyetin İlk Yıllarından Dülükbaşa Ağaçlandırmasına, *Orman ve Av*, Yıl 2009, Sayı 3, 29-34.

Anonim, 2021. <https://www.ktu.edu.tr/ormanmuhendisligi-hakkimizda> Ziyaret tarihi: 12.10.2021.

Ataünal, A., 1993. Cumhuriyet Döneminde Yükseköğretimdeki Gelişmeler, Ankara: MEB Yükseköğretim Genel Müdürlüğü Yayını.

Bingöl, İ., 1990. geçmişten Günümüze Ormanlarımız ve Ormancılığımız, Cilt I, Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 144 s., İstanbul.

BOA, 1835, (Başbakanlık Osmanlı Arşivleri) Hatt-ı Hümayün, no. 28135, (1250/1835).

BOA, 1841. (Başbakanlık Osmanlı Arşivleri) Ayniyat Defteri, No. 767, s. 3, (29 Ş 1257/5 Ekim 1841).

BOA, 1857. (Başbakanlık Osmanlı Arşivleri) Ayniyat Defteri, No 780, s. 138, (17 Ca 1273/14 Ocak 1857).

BOA, 1858. (Başbakanlık Osmanlı Arşivleri), İrade, Meclis-i Vala, No 17314 (19 Za 1274/!Temmuz 1858).

BOA, 1860. (Başbakanlık Osmanlı Arşivleri) Sadaret Mektubi Meclis-i Vala, No. 120-86 (23 Ra 1277/9Ekim 1860).

Bricogne, A., 1940. Türkiye’de Ormancılık Heyeti (Çeviren Fahri Bük), Ziraat Vekalti Orman Umum Müdürlüğü Yayın no. 470/3, Ankara.

- Eraslan, İ., 1989. Türkiye’de Ormancılık Öğretim ve Eğitim Kurumlarının Tarihsel Gelişimi, Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı, Yayın no: 1, 157 s., İstanbul.
- Eryılmaz, A.Y., 1993. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi’nin Kuruluşu ve Eğitim-Öğretim Etkinliklerinin Tarihsel Gelişimi, KTÜ Orman Fakültesi yayın no: 20, KTÜ Basımevi, 100 s., Trabzon.
- Eryılmaz, A.Y., 2008. Tarihsel Gelişim Süreci İçerisinde Ormancılık Öğretimi, 3.Ulusal Ormancılık Kongresi Kongresi (150. Yılında Türkiye’de Ormancılık Eğitimi), 20-22 Mart 2008, Türkiye Ormancılar Derneği, s.31-44, Ankara.
- Gümüş, C., 2004. Ormancılık Politikası, Cilt I, KTÜ Orman Fakültesi Yayın no:34, 444 s., Trabzon.
- Gümüş, C., 2012. “Türkiye’de Ormancılık Eğitiminin Tarihsel Gelişimi,” 5531 Sayılı Kanunun Yüksek Öğretim ve Eğitime Yansımalarının İrdelenmesi ve Hedefler Kongresi, 23-24 Kasım 2012 Kastamonu, Türkiye, s.31-46.
- Hirsch, E., 1950. Dünya Üniversiteleri ve Türkiye’de Üniversitelerin Gelişmesi, No: 23, I. Cilt, Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Irmak, S., 2001. Atatürk Devrimleri Tarihi, İstanbul: Yapı ve Kredi Bankası Yayınları.
- İlkmen, Ş.N., 1957. Ormancılık Sahasındaki Tedris Müessesemizin Yüzüncü Yıl Karşısında Taşdığı Mana ve Değer, Editörler: Halil Kutluk ve Hasan Asmaz, Türk Ormancılığı Yüzüncü Tedris Yılına Girerken 1857-1957, Türkiye Ormancılar Cemiyeti yayınları, 7: 5-17.
- İlkmen, Ş.N., 1974. İ.Ü. Orman Fakültesi Öğretim Üyelerinden 1973 Yılında Emekliye Ayrılanlar (Prof.Dr. Şeref Nuri İlkmen, Prof.Dr. Abdulgaffar Acatay, Prof. Dr.Selahattin İnal) İçin Düzenlenen Törende yapılan Konuşmalar, s.19-35) Sermet Matbaası, İstanbul.
- İnal, S., 1974. İ.Ü. Orman Fakültesi Öğretim Üyelerinden 1973 Yılında Emekliye Ayrılanlar (Prof.Dr. Şeref Nuri İlkmen, Prof.Dr. Abdulgaffar Acatay, Prof.Dr.Selahattin İnal) İçin Düzenlenen Törende yapılan Konuşmalar, s. 39-45, Sermet Matbaası, İstanbul.
- Köse, S., 2018. KTÜ 61 Yaşında (Belgelerle Karadeniz Teknik Üniversitesi Tarihi), Sonhaber Matbaacılık, 347 s., Trabzon.
- Kutluk, H., 1948. Türkiye Ormancılığı İle İlgili Tarihi Vesikalar 893 – 1339 (1487 – 1923), Osmanbey Matbaası, İstanbul.
- Kutluk, H., 1957. Fransız Ormancılarını Nasıl getirdi? Orman mektebi Kimlerin İsteği ile ve Ne Suretle Açıldı? Türkiye Ormancılığı 100. Tedris Yılına Girerken, Türkiye Ormancılar Cemiyeti, s 18-21, Ankara
- Kutluk, H., 1965. Prof. Bernhard’ın 38 yıl önce vermiş olduğu konferans, OGM Teknik Haberler Bülteni, Yıl 4, Sayı 16, s.181-193, Ogun Kardeşler Matbaası, Ankara.
- Kutluk, H., 1967. Türkiye Ormancılığı ile ilgili Tarihi vesikalar 1202-1341 (1787 – 1925), Ogun Kardeşler Matbaası, Ankara.
- Namal, Y., Karakök, T., 2011. Atatürk ve Üniversite Reformu (1933) - (Atatürk and the University Reform (1933)), *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 1(1): 27-35.
- Osara, N.O., Rydbo, F., Vakomies, P.J., 1968. Türkiye Milli Ormancılık ve Orman Sanayii Ana Hatlarını Hazırlamakla Görevli Heyetin Rapor Taslağı, FO:SF/TUR/26/Draft, 102 s., FAO/Roma.
- Özdönmez, M, İstanbullu, T., Akesen A., Ekizoğlu, A., 1996. Ormancılık Politikası, İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul.
- Pamay, B., Çanakçıoğlu, H., Özdönmez, M., İstanbullu, T., 1973. Cumhuriyetimizin 50. Yılı Münasebetiyle Türkiye’de Ormancılık Öğretimi ve Eğitiminin Gelişimi ile İ.Ü.Orman Fakültesi Kürsü Kuruluşları ve Çalışmaları, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın no: 1886, Sermet Matbaası, 304 s., İstanbul.
- URL1, 2012. İ.Ü.Orman Fakültesi Resmi Sitesi, <http://www.orman.istanbul.edu.tr/node/4874> (Ziyaret tarihi: 12.10.2021).
- URL2, 2012. TBMM Resmi Sitesi.http://www.tbmm.gov.tr/tarihce/ataturk_konusma/01_03_1339.pdf (Ziyaret tarihi: 12.10.2021).
- Wach, E., 2013. Learning about Qualitative Document Analysis, https://www.researchgate.net/publication/259828893_Learning_about_Qualitative_Document_Analysis, (Ziyaret Tarihi: 04.03.2022)
- Yund, K., 1957a. Ormancılığımızın Kuruluşundan Beri Bağlandığı Nezaretlerin, Vekaletlerin ve Bunun Başındakiler, Editörler: Halil Kutluk ve Hasan Asmaz, Türk Ormancılığı Yüzüncü Tedris Yılına Girerken 1857-1957, *Türkiye Ormancılar Cemiyeti yayınları*, 7: 43-51.
- Yund, K., 1957b. 100 Yıllık Türk Ormancılık Öğretimine Bakış, Editörler: Halil Kutluk ve Hasan Asmaz, Türk Ormancılığı Yüzüncü Tedris Yılına Girerken 1857-1957, *Türkiye Ormancılar Cemiyeti yayınları*, 7: 22-29.
- Yund,K., 1969. Türkiye Orman Umum Müdürleri Albümü, Hüsnütabiat Matbaası, 107 s.,İstanbul.

Amaç ve Kapsam

Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlükleri tarafından 1952 yılından itibaren Teknik Bülten, Yıllık Bülten, Teknik Rapor, Araştırma Dergisi ve Çeşitli Yayınlar adı altında yayınlanan araştırma sonuçlarını tek çatı altında toplamak amacı ile 2014 yılından itibaren yayımlanmaya başlayan Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisi (OGMOAD); Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinin çalışma programında yer alan araştırma projelerinin ara veya sonuç raporlarından hazırlanan makaleler ile akademisyen, araştırmacı ve uygulayıcı kişilerin ormanlık konuları ile ilişkili olarak hazırlayacağı ve daha önce başka bir yerde kısmen veya tamamen yayımlanmamış makaleleri içerir.

Ormanlık Araştırma Dergisi, Orman Genel Müdürlüğü'nün resmi dergisi olup ormanlık ile ilgili çeşitli konularda bilgi alışverişi için ulusal ve uluslararası düzeyde bir paylaşım temin etmeyi amaçlamaktadır.

Ormanlık Araştırma Dergisi, yılda 2 defa Temmuz ve Aralık aylarında Türkçe olarak İngilizce özlü ya da İngilizce olarak Türkçe özlü yayımlanır.

Ormanlık Araştırma Dergisi'nin amaçları, yüksek bilimsel standartta araştırmaya dayalı makalelere öncelik vererek özgün makaleler yayımlamak, ormanlık ile ilişkili alanlarda güncel çalışmalar yaparak faydalanıcıların hizmetine sunmaktır.

Ormanlık Araştırma Dergisi, aşağıda belirtilen alanlarda ormanlık sorunlarına çözüm getirmek amacı ile temel ve uygulamalı araştırma sonuçlarını içeren ulusal ve uluslararası makaleleri kabul etmektedir.

ISLAH	Tohum, Ağaç Islahı, Genetik, Biyoteknoloji.
YETİŞTİRME	Silvikültür, Botanik, Bitki Sosyolojisi, Ağaçlandırma ve Bitki Fizyolojisi, Peyzaj.
EKOLOJİ	Toprak ve Ekoloji, Havza Yönetimi, Orman - Su İlişkileri.
İŞLETME	Ekonomi, Hasılat, Amenajman, Ormanlık Politikası, Sosyal Ormanlık, Orman İnşaatı ve Transportu.
KORUMA	Orman Yangınları, Entomoloji, Fitopatoloji, Yaban Hayatı ve Korunan Alanlar.
ORMAN ÜRÜNLERİ	Odun ve Odun Dışı Orman Ürünleri, Orman Endüstrisi.

Ayrıntılı bilgi için lütfen : <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogmoaad/aim-and-scope>

Yazarlar İçin

-Makale değerlendirme ve yayın süreci

Ormanlık Araştırma Dergisi'ne gönderilen makaleler ilk aşamada editörler tarafından etik, dil ve yazım kontrolünden geçirilerek Bölüm Editörlerine gönderilmektedir. Bölüm Editörleri uygun durumdaki makaleleri hakem değerlendirme sürecine almakta ve süreçleri tamamlanan makaleler mizanpajları yapılarak dergimizde uygun bir sayıda yayınlanmak üzere ön izlemeye alınmaktadır.

Ormanlık Araştırma Dergisi çift kör hakem değerlendirme sistemini kullanır.

Makale sahiplerinden ücret talep edilmediği gibi yayımlanması halinde ücret ödenmemektedir.

-Makale yazım kuralları

Orman Genel Müdürlüğü'nün Ormanlık Araştırma Dergisi'nde yayımlanacak makaleler "Araştırma Makalesi", "Derleme" veya "Editöre Not" niteliğinde olup toplam 8.000 kelimeyi geçmemelidir. Bu sayıya makalenin başlığı, özeti, anahtar kelimeleri, makale metni, şekiller ve tablolardaki kelimeler dâhildir; ancak yazar iletişim adresi ve kaynaklar dâhil değildir.

Araştırma makalelerinde tamamlanan ya da ara sonucu alınan bilimsel çalışmaların sonuçları, konunun ayrıntılı değerlendirilmesinden sonra ortaya çıkan önemli bulgulara dayanarak sunulmalıdır.

Derleme makaleler; bilimsel dergilerde yayımlanmış bilimsel yazıların, çalışmaların veya güncel gelişmelerin söz konusu alanlarda deneyimli yazarlarca yapılan bir sentezi, yorumu ve durum değerlendirmesi şeklinde olmalıdır.

Editöre mektuplar oldukça kısa ve öz (birkaç paragraf) biçimde sunulmalıdır.

Yazılar, Microsoft Word programında yazılmalı ve sayfa yapısı aşağıdaki gibi düzenlenmelidir:

Kâğıt Boyutu	A4 Dikey	Yazı Tipi Stili	Normal
Satır Aralığı	Tek (1)	Boyutu (Ana başlık)	14
Üst Kenar Boşluk	3,7 cm	Boyutu (Özetler)	9
Alt Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Normal metin)	10
Sol Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Tablo-grafik)	9
Sağ Kenar Boşluk	3 cm	Boyutu (Kaynakça)	9
Yazı Tipi	Times News Roman Tur		

-Araştırma ve yayın etiği, hatalı uygulama beyanı

Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisine makale gönderen yazarların ormanlık konuları ile ilgili eserleri başka bir yerde yayımlanmamış olmalı ve/veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır.

Editörler makalenin dil, yazım ve kaynakları hakkında dergi yazım formatına uygunluğunu sağlamak amacıyla gerekli düzeltmeleri yapmaya tam yetkilidir.

Yayımlanmış başka eserlerden alınmış olan alıntı yazı, tablo, resim vb. verinin olması halinde gerekli izinleri almak yazarların sorumluluğundadır.

Makalenin bilimsel sorumluluğu yazarlarına aittir. Makalede yazarlık için gerekli ölçütleri karşılamayan ancak fon ve diğer şekillerde destek sağlayan kişi ve kurumlar "Teşekkür" bölümünde belirtilmelidir.

Yazarlar, başta sosyal bilim alanları olmak üzere araştırmalarında insan üzerinde yapılan klinik araştırmaların dışında kalan bilimsel çalışmalar yapmışlar ise "Yöntem" bölümünde insan hakları mevzuatına uyulduğunu ve ilgili kurumun ve/veya bir üniversitenin etik kurulundan onay alındığını belirtmek zorundadırlar.

Yazarlar, araştırmada "deney hayvanı" kullanmış veya "yaban hayvanları" çalışmış ise "Yöntem" bölümünde "Guide for the Care and Use of Laboratory Animals" prensipleri doğrultusunda çalışıldığını, iç hukuktaki hayvan hakları mevzuatına uyulduğunu ve ilgili kurumun ve/veya bir üniversitenin deney hayvanları etik kurulundan onay alındığını belirtmek zorundadırlar.

Çalışmada "hayvansal" madde kullanılmış ise yazarlar "Yöntem" bölümünde "laboratuvar hayvanlarının kullanım kılavuzları ve yöntemleri" ilkelerine uygun çalıştıklarını ve etik kurallara uygun olarak araştırma yaptıklarını belirtmek zorundadırlar.

Makalede; ticari bağlantı veya çalışmaya maddi destek veren kurum var ise yazarlar "Teşekkür" bölümünde kullanılan ticari ürün ve/veya adı geçen kurum, kuruluş ile ticari ilişkilerinin olmadığını belirtmek; var ise ilişkinin niteliğini bildirmek zorundadırlar.

Yazarlar, Ormanlık Araştırma Dergisine gönderdikleri makalede etik kurallara (intihal, çoklu yayın, kendi kendine intihal, yazarlık ile ilgili konular, zorlayıcı atıf, karalama, gerçekte olmayan bilgi üretimi, etik olmayan araştırma ve ölçümler, çıkar çatışması, temel prensipler vs.) uymak zorundadırlar.

Editörün ve diğer editörlerin, makale ile ilgili bilgileri makalenin yazarları ya da hakemleri dışındaki diğer kişilerle paylaşması yasaktır.

Hakemler inceledikleri makaleyi Editör dışında kimseyle paylaşamazlar.

Yazarların dergiye makale göndermesi; makalenin orijinal olduğunu, bir başka yere gönderilmediğini ve yayın için değerlendirme altında olmadığını, çalışmada hakaret, karalama ve yasa dışı beyanların olmadığını, olası üçüncü kişiler dâhil izinlerin alındığını, ismi geçen kişi ve kurumlardan onay alındığını, gönderim öncesi yazarlık paylaşımının yapıp onaylandığını, misafir yazarlık ve hayalet yazarlığının olmadığını beyan ve kabul ettikleri anlamına gelir.



Aims and Scope

Turkish Journal of Forestry Research (OGMOAD) started to be published in 2014 with the aim of gathering the research results published as technical bulletin, annual bulletin, technical report and journal under a single roof in the charge of Forestry Research Institutes since 1952, and it consists of articles on interim or final reports of research projects take part in the work plan of Forestry Research Institutes and forestry related articles of academicians, researchers or practitioners which were not partially or completely published elsewhere before.

Turkish Journal of Forestry Research is an official journal of General Directorate of Forestry and aims to provide and share information on forest-related issues on national and international level.

Turkish Journal of Forestry Research is published twice a year (in July and December). For articles written in Turkish, an English abstract is necessary and for English papers Turkish abstract is needed.

Turkish Journal of Forestry Research aims to publish research-based articles that have high scientific standards, and to put them into service by carrying out up-to-date studies on forest-related issues.

Turkish Journal of Forestry Research accepts articles from the fields below that involve basic and applied studies on national and international level in order to offer solutions for problems on forestry issues.

TREE BREEDING	Seed, Tree Breeding, Genetics, Biotechnology.
GROWING	Silviculture, Botanic, Phytosociology, Afforestation and Plant Physiology, Landscape.
ECOLOGY	Soil and Ecology, Watershed Management, Forest - Water Relations
FOREST MANAGEMENT	Economy, Yield, Management, Forestry Politics, Social Forestry, Forest Construction and Transportation
CONSERVATION	Forest Fires, Entomology, Phytopathology, Wildlife and Protected Areas.
FOREST PRODUCTS	Wood and Non-Wood Forest Products, Forest Products Industry.

For further information please contact: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogmoad/aim-and-scope>

For Authors

-Review and publishing process

Submitted manuscripts are undergone ethic control and language control by the editors and sent to Subject Editors. If the manuscript is appropriate it's sent to two referees. After a double-blind review process the manuscripts with positive reports are sent to Layout Editor, and then published on the web page of the journal.

Turkish Journal of Forestry Research has a double-blind review process.

Writers do not need to make a payment for the articles they send, and they do not get paid for the articles published.

-Instruction for authors

Articles to be published in GDF Journal of Forestry Research can be classified as “Research Paper”, “Review Article”, “Letter to the Editor” or “Technical Note”, and should not be more than 8000 words. Title of the article, abstract, keywords, main text, words in figures and tables are included in this number. However references and contact information of the author(s) are not included.

Research results or interim results should be based on significant findings after thorough evaluation of the subject.

Review articles should be a synthesis, comment or situation assessment of published scientific papers or recent studies by the experienced researchers.

Letter to the Editor should be brief (only a couple of paragraphs).

Articles should be written in Microsoft Word program.

Page layout is given below:

Paper Size	A4 Vertical	Font Style	Normal
Line Spacing	1	Type Size (Main title)	14
Top Margin	3,7 cm	Type Size (Abstracts)	9
Bottom Margin	3 cm	Type Size (Regular Text)	10
Left Margin	3 cm	Type Size (Table-figure)	9
Right Margin	3 cm	Type Size (References)	9
Font	Times News Roman		

-Research and publication ethics, and malpractice statement

Concurrent submission is not acceptable. Authors must not submit a manuscript to more than one journal simultaneously. Related to this subject, authors should not submit previously published work, as well.

Editors are fully authorized to make necessary changes and edit the paper in order to ensure the compliance with the writing and publishing guideline. All authors must agree with any such addition, removal or rearrangement.

The authors should ensure that if they use other person’s ideas, language, pictures and tables, this has been appropriately cited or quoted and permission has been obtained where necessary.

Authorship should be limited to those who have made a significant contribution to the conception, design, execution, or interpretation of the reported study. All those who have made substantial contributions should be listed as co-authors. Where there are others who have participated in certain substantive aspects of the paper (e.g. language editing), they should be recognized in the “Acknowledgements” section.

If the work, particularly in social sciences, involves “scientific researches/studies conducted with the participation of human excluding clinical researches”, the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the human rights legislation, and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If the work involves the use of experimental or wild animals (or animal material), the author should ensure that the paper contains a statement that all procedures were performed in compliance with the principles of “Guide for the Care and Use of Laboratory Animals”, relevant laws and institutional guidelines and that the appropriate institutional committee(s)/the university ethics committee have/has approved them.

If there are any commercial ties or institutions supporting the research financially, they should be recognized in the “Acknowledgements” section and the authors should state that there are no relationship with the mentioned institution or organization, or if any, nature of the relationship should be stated.

The authors should follow the rules stated in this section (plagiarism, duplication, self-plagiarism, authorship, false citation, fabrication, unethical research and measures, conflict of interest, main principles etc.) for the papers that they sent.

Editors should be aware that any information related to the paper is confidential and should not be shared with anyone, but the authors and the reviewers.

Reviewers should be aware that the information related to the paper and the peer review process is confidential and should not be shared with anyone, but the editor.

By submitting an article, the author(s) certify that the article is their original work, that the paper has not been submitted or published elsewhere (in print, online/blog, etc.), that the article and its contents do not infringe in any way on the rights of third parties, and that they take full responsibility of any risk of therein.



Ormancılıkta
1839 *dan*
Süğüne

Dış İlişkiler Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı
Beştepe Mahallesi Söğütözü Caddesi No: 8/1 06560
Yenimahalle / ANKARA